

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки
Кафедра технології машинобудування
Матрофайло Михайло Ярославович
(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.27
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Технологія виготовлення плунжера насоса із нарізевим з'єднанням
із клеєвою фіксацією від самовідгвинчування
(назва роботи)

Бакалавр
(назва освітньої програми)

131 – Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

Матрофайло Михайло Ярославович
(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 _____ В.Г. Панчук
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

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

м. Івано-Франківськ – 2022 рік

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної бакалаврської роботи на тему:
«ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ
«ПЛУНЖЕР НАСОСА ТГМ-150В.52.03.015 З РІЗЬБОВИМ З'ЄДНАННЯМ І
КЛЕЄВОЮ ФІКСАЦІЄЮ ВІД САМОВІДГВИНЧУВАННЯ»

Розрахунково-пояснювальна записка: 51 сторінок, 13 рисунків, 20 таблиць, 20 посилань, 12 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 «Плунжер насоса ТГМ-150В.52.03.015 з різьбовим з'єднанням з клеєвою фіксацією від самовідгвинчування».

Мета роботи – розробити технологічний процес механічної обробки плунжера насоса ТГМ-150В.52.03.015 з різьбовим з'єднанням з клеєвою фіксацією від самовідгвинчування, 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 плунжера. На основі результатів проведеного аналізу та рекомендацій літературних джерел розроблено раціональний маршрут механічної обробки плунжера для умов заданого типу виробництва. Обґрунтовано спосіб одержання заготовки, розраховано припуски, розраховано режими різання та нормування операцій. Для встановлення і закріплення плунжера на механообробних операціях спроектовано верстатний пристрій із пневмоприводом для нарізання різьби в отворі, пристрій для контролю круглості поверхні. 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: плунжер, заготовка, технологічний процес, припуски, режими різання, операція, інструмент, пристрій, верстат.

Студент Матрофайло М. Я.

ABSTRACT

of the qualifying bachelor's thesis on the topic:
“TECHNOLOGY OF MAKING THE DETAIL "PUMP PLUNGE TTM -
150V.52.03.015 WITH THREADED CONNECTION AND ADHESIVE FIXATION
FROM SELF-unscrewing”

Calculation and explanatory note: 51 pages, 13 figures, 20 tables, 20 links, 12 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 "Plunger of the pump TGM-150V.52.03.015 with a threaded connection with adhesive fixation from self-unscrewing".

The purpose of the work - to develop the technological process of machining the plunger of the pump TGM -150V.52.03.015 with threaded connection with adhesive fixation from self-unscrewing, which will produce a part in medium production with minimal costs, as well as 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 of the plunger. Based on the results of the analysis and the recommendations of the literature, a rational route of mechanical processing of the plunger 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. To install and fix the plunger in machining operations, a machine device with a pneumatic drive for threading in the hole, a device for controlling the roundness of the surface is designed. 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: plunger, workpiece, technological process, allowances, cutting modes, operation, tool, device, machine tool.

Student Matrofaylo M. 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**

“___” _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

Матрофайло Михайло Ярославович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія виготовлення плунжера насоса із нарізевим з'єднанням із клеєвою фіксацією від самовідгвинчування

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

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

затвержені наказом закладу вищої освіти від “18” травня 2022 року № 130/7

2. Термін подання студентом роботи до 15 червня 2022 р.

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

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

1) Конструкторсько-технологічний аналіз.

2) Проектування технології виготовлення деталі.

3) Проектування технологічного оснащення.

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

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

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

5.2. Карти технологічного налагодження основних операцій механічної обробки.

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

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

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

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 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	26.06.2022	
6	Пояснювальна записка	14.06.2022	
7	Графічна частина	15.06.2022	

Студент _____ **Матрофайло М.Я.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ **Роп'як Л.Я.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зміст

Вступ	5
1 Конструкторсько-технологічний аналіз.....	6-13
1.1. Аналіз призначення і конструкції деталі	6-7
1.2. Аналіз технологічності деталі	8-9
1.3. Визначення організаційних умов виробництва	10-11
1.4. Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі	12-13
2 Проектування технології виготовлення деталі	14-35
2.1. Вибір заготовки	14-16
2.2. Вибір маршруту і операцій обробки деталі	17-19
2.3. Вибір засобів технологічного оснащення	20-22
2.4. Визначення міжопераційних припусків і розмірів обробки	23-27
2.5. Визначення режимів різання	28-32
2.6. Нормування технологічної операції	33-34
2.7. Аналіз техніко-економічних показників	35
3 Проектування технологічної оснастки	36-44
3.1. Пристрій для механічної обробки	36-39
3.2. Перевірка працездатності інструментів	40-41
3.3. Конструювання спеціального вимірного інструменту або контрольного пристрою.....	42-44
4 Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК	45-47
5 Науково-дослідна частина	48-49
Перелік літературних джерел	50-51

					БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.		Матрофайло			ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
Перевір.		Роп'як			
Реценз.					
Н. Контр.					
Затверд.					
					Літ. Аркуш Акрушів
					4 51
					ІФНТУНГ гр. ПМз-20-1К

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 – розв'язання 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-20-025.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

1. Конструкторсько-технологічний аналіз.

1.1. Аналіз призначення і конструкції деталі.

Деталь “Плунжер ТГМ-150В.52.03.015” входить в паливний насос локомотива ТГМ, який обслуговується з виготовленням запасних частин на АТ “ІФ ЛРЗ”.

Служить для створення подачі палива в робоче середовище дизельного двигуна.

Плунжер ТГМ-150В.52.03.015 являє собою деталь типу тіла обертання з шийками різних діаметрів з незначним перепадом. Базова конструкція деталі складена з двох частин, з'єднаних по різьбовій поверхні з клеєною фіксацією. В конструкції деталі присутні: зовнішні циліндричні поверхні $\varnothing 40f8^{(-0,025)}_{(-0,064)}$, $\varnothing 36h14^{(-0,62)}$, $\varnothing 60h14^{(-0,74)}$, циліндричний отвір з метричною різьбою М20-7Н і фаскою $2,5 \times 45^\circ$, фасками на зовнішній циліндричній поверхні $1,6 \times 45^\circ$.

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.	Вільна поверхня.	$\varnothing 36h14^{(-0,62)}$	-	Ra6,3
2	Фаска між торцем 5 і зовнішньою циліндричною поверхнею 1.	Вільна поверхня.	$1,6 \times 45^\circ$	-	Ra6,3
3	Фаска між торцем 5 і різьбовим отвором 4.	Вільна поверхня.	$2,5 \times 45^\circ$	-	Ra6,3
4	Циліндричний отвір з метричною різьбою.	Допоміжна база. Призначена для з'єднання з тягою.	M20-7H	-	Ra6,3
5	Торець.	Допоміжна база. Призначена для з'єднання з тягою.	$340h14^{(-1,4)}$	-	Ra6,3
6	Плоска поверхня кільцеподібної форми, обмежені зовнішніми циліндричними поверхнями 1 і 7.	Вільна поверхня.	$10h14^{(-0,43)}$	-	Ra6,3
7	Зовнішня циліндрична поверхня.	Вільна поверхня.	$\varnothing 60h14^{(-0,74)}$	-	Ra6,3
8	Плоска поверхня кільцеподібної форми, обмежені зовнішніми циліндричними поверхнями 1 і 7.	Основна база. Призначена для встановлення деталі в корпус насоса.	$10h14^{(-0,43)}$ $50h14^{(-0,62)}$	0,005	Ra1,6
9	Зовнішня циліндрична поверхня.	Вільна поверхня.	$\varnothing 36h14^{(-0,62)}$	-	Ra6,3
10	Зовнішня циліндрична поверхня.	Основна база. Призначена для встановлення деталі в корпус насоса.	$\varnothing 36k6^{(+0,018)}_{(-0,002)}$	0,005	Ra1,25

					БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			6

згідно [2].с.12: $K_v = V_{60} / V_{e60}$, (1)

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

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

Згідно [10]с.29-34 $V_{60}=86,25\text{м/хв}$; $V_{e60}=115\text{м/хв}$;

$K_v=86,25/115=0,75$;

отримане значення свідчить про гіршу оброблюваність різанням сталі 45, загартованої до НВ 241...285, порівняно з нормалізованою до НВ197.

Аналіз технологічності деталі проводимо згідно методики [2].с.13:

- 1) На прохід можлива обробка торців 5 і 11, точіння поверхонь 7, 10, 12-13.
- 2) Діаметральні розміри шийок вала зменшені пере буртом 7.
- 3) Бурти великих діаметрів в конструкції деталі відсутні.
- 4) Шпонкові пази в конструкції деталі відсутні.
- 5) В зв'язку з конструкторським призначенням зовнішніх циліндричних поверхонь деталі, які мають різні діаметри, замінити дану деталь на гладкий вад не можливо.
- 6) Всі поверхні деталі можна обробити на токарному верстаті з ЧПК.
- 7) Співвідношення довжини вала до діаметра $L/d=340/60=5,66<12$, тому жорсткість вала достатня для отримання точності поверхонь 6...8 квалітету.
- 8) Деталь має ступінчасту форму з зростанням діаметрів з країв до середини, по одній з крайніх шийок деталь кріпиться в патроні, тому обробку з одного установа виконати неможливо.
- 9) принцип постійності баз можливий при обробці груп зовнішніх циліндричних і торцевих поверхонь, які обробляються з одного установа.

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 канавок 22-23.
- 2) Конфігурація деталі не дає можливості повної чорнової і чистової обробки з одної установки. При встановленні в центрах деталь не має достатньої жорсткості для запобігання деформацій при знятті великого припуску, при цьому має достатньо місця для кулачків або поводків і для затиску в кулачковому патроні.
- 3) В конструкції деталі відсутні виступи, які утворюються при обертанні, тому нема необхідності застосовувати спеціальний інструмент з великим вильотом.
- 4) Місця спряження циліндричних поверхонь з торцями мають однакові радіуси.

					БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

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 3,18 кг;

Таблиця 1.5 – Трудомісткість операцій обробки деталі

№ операції	Назва операції			T _o , хв	Φφ _к	T _{шт-к} (T _{шт}), хв
	№№ переходів	Розрахунок основного часу	i			
1	2	3	4	5	6	7
005.	Фрезерно-відрізна			0,8	1,84	1,48
1	$T_{005}=0,19D^2=0,19\cdot 65^2$	1	0,8			
010.	Термічна			-	-	-
015.	Токарно-гвинторізна			0,332	2,14	0,71
1	$0,037(D^2-d^2)=0,037\cdot 65^2$	1	0,156			
2	$0,037(D^2-d^2)=0,037\cdot 65^2$	1	0,156			
3	$0,52dl=0,52\cdot 6,3\cdot 5$	1	0,01			
4	$0,52dl=0,52\cdot 6,3\cdot 5$	1	0,01			
020.	Токарно-гвинторізна			3,43	2,14	7,34
1	$0,17dl=0,17\cdot 65\cdot 40\cdot 5$	5	2,21			
2	$0,17dl=0,17\cdot 65\cdot 10$	1	1,1			
3	$0,17dl=0,17\cdot 36\cdot 1,6$	1	0,01			
4	$0,037(D^2-d^2)=0,037(65^2-36^2)$	1	0,11			
025.	Токарно-гвинторізна			10,03	2,14	21,5
1	$0,17dl=0,17\cdot 65\cdot 290\cdot 3$	3	9,7			
2	$0,17dl=0,17\cdot 43\cdot 30$	1	0,22			
3	$0,037(D^2-d^2)=0,037(60^2-36^2)$	1	0,11			
030.	Термічна			-	-	-
035.	Токарно-гвинторізна			2,27	2,14	4,86
1	$0,17dl=0,17\cdot 43\cdot 290$	1	2,12			
2	$0,17dl=0,17\cdot 43\cdot 2,5$	1	0,02			
3	$0,17dl=0,17\cdot 43\cdot 2,5$	1	0,02			
4	$0,037(D^2-d^2)=0,037(60^2-36^2)$	1	0,11			

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5	6	7
040.	Круглошліфувальна			1,64	2,1	3,44
1	0,15dl=0,1·40,5·260	1	1,58			
1	0,1dl=0,1·60·10	1	0,06			
045.	Токарно-гвинторізна			0,62	2,14	1,33
1	0,52dl=0,52·17,4·40	1	0,36			
2	0,4dl=0,4·22·2,5	1	0,02			
3	0,4dl=0,4·20·30	1	0,24			

$\sum T_{шт} = 40,66$ хв;

Штучний час:

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

де: T_o – основний технологічний час, хв.;

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

Основні технологічні часи T_o і ϕ_k 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=8;

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

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

де: T_o – основний технологічний час, хв.;

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

Основні технологічні часи T_o і ϕ_k 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:

$$\sum T_{шт} = 40,66 \text{ хв};$$

Середній штучний час:

$$T_{шт.сер.} = \sum T_{шт.} / n = 40,66 / 8 = 5,08 \text{ хв}; \quad (5)$$

Такт випуску деталей:

$$t_v = K_3 \cdot T_{шт.сер.} = 15 \cdot 5,08 = 76,2 \text{ хв}; \quad (6)$$

Річна програма випуску деталей:

– розрахункова:

$$N = F_d \cdot 60 / t_v = 4029 \cdot 60 / 76,2 = 3172,2 \text{ шт}; \quad (7)$$

– прийнята N=3172 шт;

Розрахункова кількість деталей в партії:

$$n_d = N \cdot a / F = 3172,4 \cdot 12 / 253 = 150,46 \text{ шт}; \quad (8)$$

Розрахункове число змін на обробку партії деталей:

$$C = T_{шт.сер.} \cdot n_d / 480 \cdot 0,8 = 5,08 \cdot 150 / 480 \cdot 0,8 = 1,98; \quad (9)$$

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

Прийнятий обсяг партії деталей:

$$n_{пр} = C_{пр.} \cdot 480 \cdot 0,8 / T_{шт.сер.} = 2 \cdot 480 \cdot 0,8 / 5,08 = 151 \text{ шт}; \quad (10)$$

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 поверхню начорно; різець токарний прохідний відігнутий.	10	
2	Точити поверхні начорно; різець токарний прохідний упорний.	8; 9; 14	
030	Термічна.		
035	Токарно-гвинторізна.		Токарно-гвинторізний верстат 16К20 (N=10 кВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø250 мм.
1	Точити поверхні начисто; різець токарний прохідний відігнутий.	10	
2	Точити поверхні начисто; різець токарний прохідний відігнутий.	8; 12-13	
040	Кругло-шліфувальна.		Кругло-шліфувальний верстат 3М151 (N=10 кВт); Центри верстата. Поводок.
1	Шліфувати поверхні; круг шліфувальний плоский прямий.	8; 10	
045	Токарно-гвинторізна.		Токарно-гвинторізний верстат 16К20 (N=10 кВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø250 мм.
1	Свердлити отвір під різьбу М20-7Н; Свердло спіральне з конічним хвостовиком.	4	
2	Зенкувати фаску в отворі; Зенківка конічна <math><90^\circ</math>.	3	
3	Нарізати різьбу М6-7Н; Мітчик машинний для метричної різьби.	4	
050	Слюсарна.		Стіл слюсарний.
055	Контрольна.		Стіл контрольний.

					БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

2. Проектування технології виготовлення деталі.

2.1. Вибір заготовки.

Розрахунок маси заготовки і визначення коефіцієнта використання матеріалу.

Початкові дані:

- маса деталі $m_d=3,18$ кг;
- тип виробництва-середньосерійний;
- матеріал деталі – Сталь 45 ГОСТ1050-88;
- $\rho=7814$ кг/м³.

Для вибору раціонального методу отримання заготовки в проектному технологічному процесі проводим порівняння базового і декількох альтернативних варіантів.

Базова заготовка – гарячекатаний прокат круглого профілю.

Згідно базових даних розміри заготовки $\varnothing 65$ мм, $L=345$ мм.

Об'єм заготовки:

$$V=\pi \cdot D^2/4 \cdot L=3,14 \cdot 65^2/4 \cdot 345=1144235 \text{ мм}^3; \quad (11)$$

Де D – діаметр заготовки, мм;

L – довжина заготовки, мм;

$$\text{Маса заготовки: } m=V \cdot \rho=1144235 \cdot 10^{-9} \cdot 7814=8,94 \text{ кг}; \quad (12)$$

Коефіцієнт використання матеріалу $K_{вм}=M_d/M_z=3,18/8,94=0,355$;

Вартість заготовки з прокату згідно [3.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;

$$\text{Згідно [3.с.30]: } C_{о.з.}=C_{п.з.} \cdot T_{шт}/60 \quad (14)$$

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

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

Згідно даних відділу праці і зарплати АТ “ІФ ЛРЗ” затрати на годину роботи на робочому місці становить:

різання заготовок на відрізних верстатах дисковими пилами $C_{п.з.}=36,5$ грн/год;

Штучний час для відрізання круга $\varnothing 65$ мм довжиною $L=345$ мм на верстаті 8Г642 при подачі 25 мм/хв. становить: $T_{шт}=1,5 \cdot T_о=1,5 \cdot (65+10)/25=4,5$ хв;

$C_{о.з.}=36,5 \cdot 4,5/60=2,74$ грн.;

Витрати на матеріал згідно [3.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 $\varnothing 65$ мм з Сталі 45 ГОСТ 1050-88

$S=100$ грн.; $S_{відх}=9000$ грн./т;

$M=3,18 \cdot 100-(8,94-3,18) \cdot 900/1000=879,38$ грн.;

$S_{заг}=879,38+2,74=882,12$ грн.;

					БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

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

Група сталі згідно [9.с.243.] – М1 – містить до 0,45% вуглецю.

Степінь складності штамповки: $C = C_{\pi} / C_{\phi}$; (16)

Де C_{π} – маса (об'єм) заготовки;

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

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

$$C_{\pi} = V_1 + V_2 + V_3 \quad (17)$$

$$V_1 = \pi \cdot d^2 \cdot L / 4 = 3,14 \cdot 46^2 \cdot 290 / 4 = 481707 \text{ мм}^3;$$

$$V_2 = \pi \cdot d^2 \cdot L / 4 = 3,14 \cdot 66^2 \cdot 16 / 4 = 54711 \text{ мм}^3;$$

$$V_3 = \pi \cdot d^2 \cdot L / 4 = 3,14 \cdot 42^2 \cdot 40 / 4 = 55389 \text{ мм}^3;$$

$$C_{\pi} = 481707 + 54711 + 55389 = 591807 \text{ мм}^3;$$

$$C_{\phi} = 3,14 \cdot 66^2 \cdot 346 / 4 = 1183133 \text{ мм}^3;$$

$$C = 591807 / 1183133 = 0,5002;$$

Приблизна маса заготовки:

$$M_z = C_{\pi} \cdot \rho, \quad (18)$$

Де ρ – густина матеріалу заготовки, кг/м³;

$$M_z = 591807 \cdot 10^{-9} \cdot 7814 = 4,62 \text{ кг};$$

Згідно ГОСТ 7505-88, додаток 2 степінь складності штамповки при $0,32 < C < 0,63$ ($0,32 < 0,5002 < 0,63$) С2;

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

Згідно ГОСТ 7505-88 табл.2 вихідний індекс – 11;

Згідно ГОСТ 7505-89, Табл.3, назначаем припуски на поверхні деталі:

поверхня 1: $t = 1,8$ мм; поверхні 5, 11: $t = 2,3$ мм; поверхня 6: $t = 1,8$ мм; поверхня 7: $t = 2$ мм; поверхня 8: $t = 2,3$ мм; поверхня 10: $t = 2,7$ мм.

При гарячій об'ємній штамповці заготовка піддається нагріву, тому з врахуванням окалини припуск на сторону збільшується на 0,5 мм.

Додатковий припуск від зміщення поверхонь роз'єму штампів згідно ГОСТ 7505-88 табл.4 0,4 мм.

На розміри заготовки, які утворились з врахуванням припусків назначаем допуски згідно ГОСТ 7505-89, Табл.8, внаслідок чого отримуем розміри заготовки:

$$\varnothing 41,4^{+1,3}_{-0,7}; \varnothing 65,8^{+1,4}_{-0,8}; \varnothing 47,2^{+1,3}_{-0,7}; 40,5^{+1,3}_{-0,7}; 15,9^{+1}_{-0,5}; 346,4^{+2,1}_{-1,1}.$$

Штамповочні наклони згідно [5.с.148]: 3°.

Радіуси заокруглень згідно [5.с.145]:

Зовнішні 2 мм; внутрішні 5 мм;

Об'єм заготовки:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \quad (19)$$

$$V_1 = \pi \cdot d^2 \cdot L / 4 = 3,14 \cdot 41,4^2 \cdot 40,5 / 4 = 54491 \text{ мм}^3;$$

$$V_2 = \pi \cdot d^2 \cdot L / 4 = 3,14 \cdot 65,8^2 \cdot 15,9 / 4 = 54040 \text{ мм}^3;$$

$$V_3 = \pi \cdot d^2 \cdot L / 4 = 3,14 \cdot 47,2^2 \cdot 290 / 4 = 507167 \text{ мм}^3;$$

$$V = 54491 + 54040 + 507167 = 615698 \text{ мм}^3;$$

$$\text{Маса заготовки: } m_z = 615698 \cdot 10^{-9} \cdot 7814 = 4,81 \text{ кг};$$

$$\text{Коефіцієнт використання матеріалу } K_{\text{вм}} = 3,18 / 4,81 = 0,661;$$

					БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

продовження таблиці 2.2

1	2	3	4
035	Токарна з ЧПК.		Рис. 4
	Токарно-гвинторізний верстат з ЧПК мод. 1А616Ф3 (N=7,1 КВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø250 мм; центр обертовий.		
1	Точити поверхні начисто; різець токарний прохідний відігнутий.	10; 12; 13	
2	Точити поверхню начисто; різець токарний прохідний упорний.	8	
040	Круглошліфувальна.		Рис. 5
	Круглошліфу-вальний верстат 3М151 (N=10 КВт); центри верстата. Поводок.		
1	Шліфувати поверхні; круг шліфувальний плоский прямий.	8; 10	
045	Токарна з ЧПК.		Рис. 6
	Токарно-гвинторізний верстат з ЧПК мод. 1А616Ф3 (N=7,1 КВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø250 мм; центр обертовий.		
1	Свердлити отвір; свердло спіральне з конічним хвостовиком.	4	
2	Зенкувати фаску в отворі; Зенківка конічна <math><90^\circ</math>.	3	
3	Нарізати різьбу М20-7Н в отворі; Мітчик машинний для метричної різьби.	4	
050	Слюсарна.		
	Стіл слюсарний.		
055	Контрольна.		
	Стіл контрольний слюсарний.		

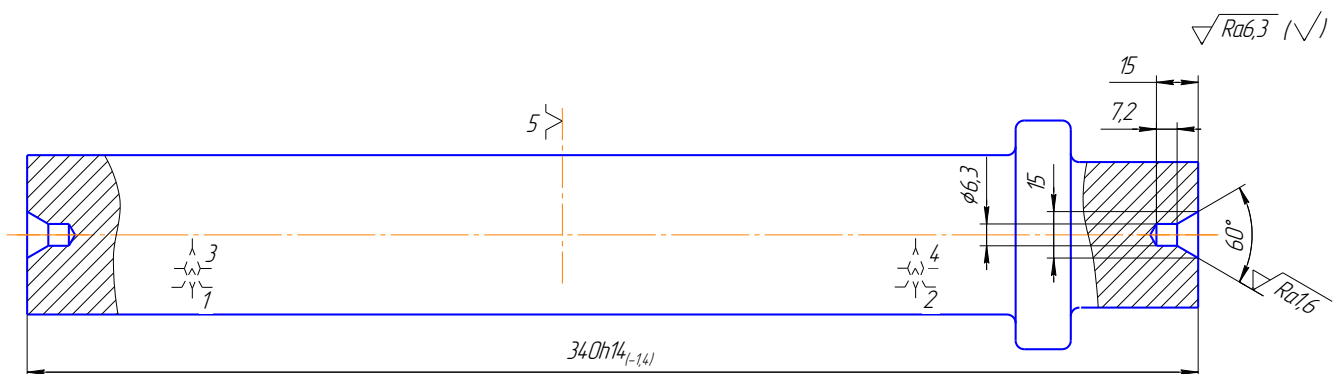


Рис. 1 – Ескіз обробки деталі на операції 015

					БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			18

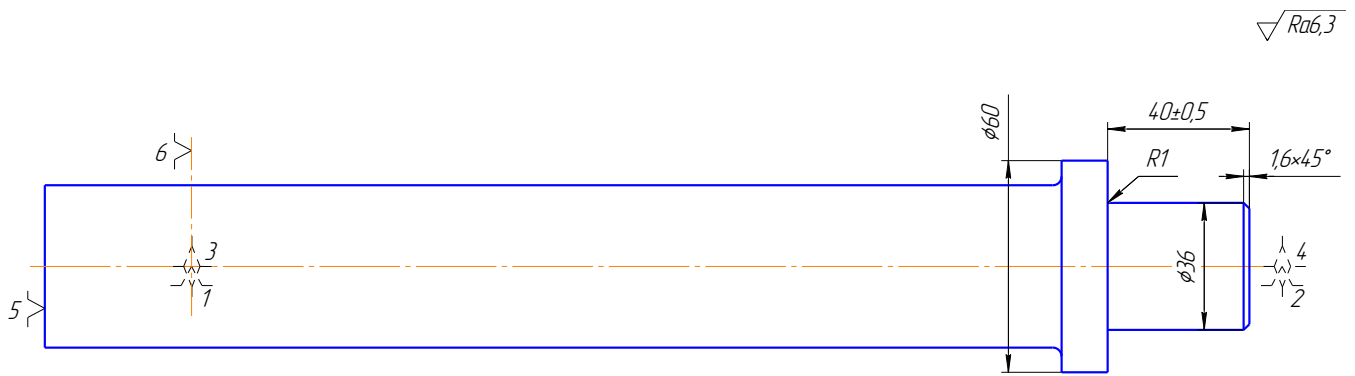


Рис.2 – Ескіз обробки деталі на операції 020

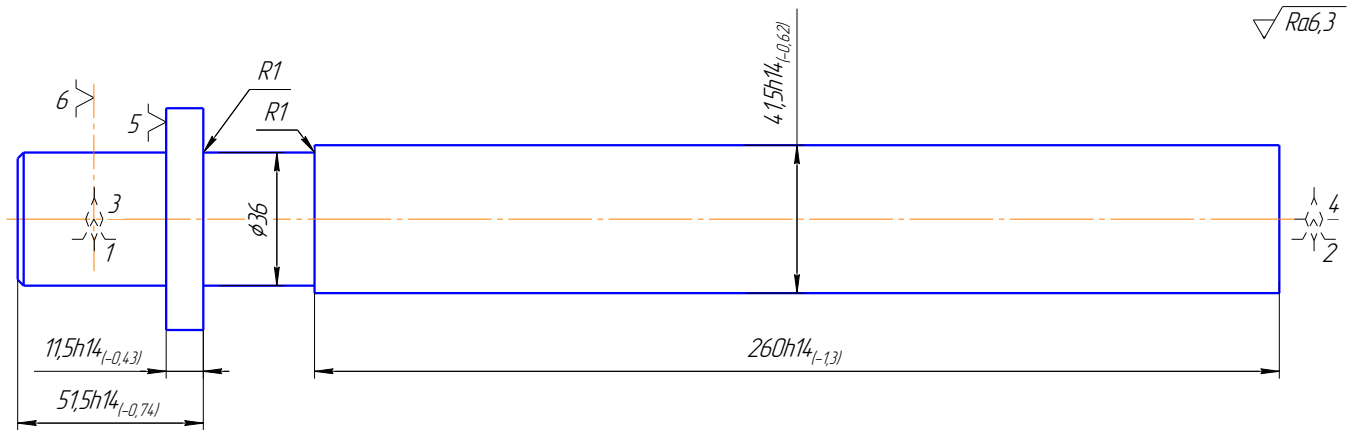


Рис. 3 – Ескіз обробки деталі на операції 025

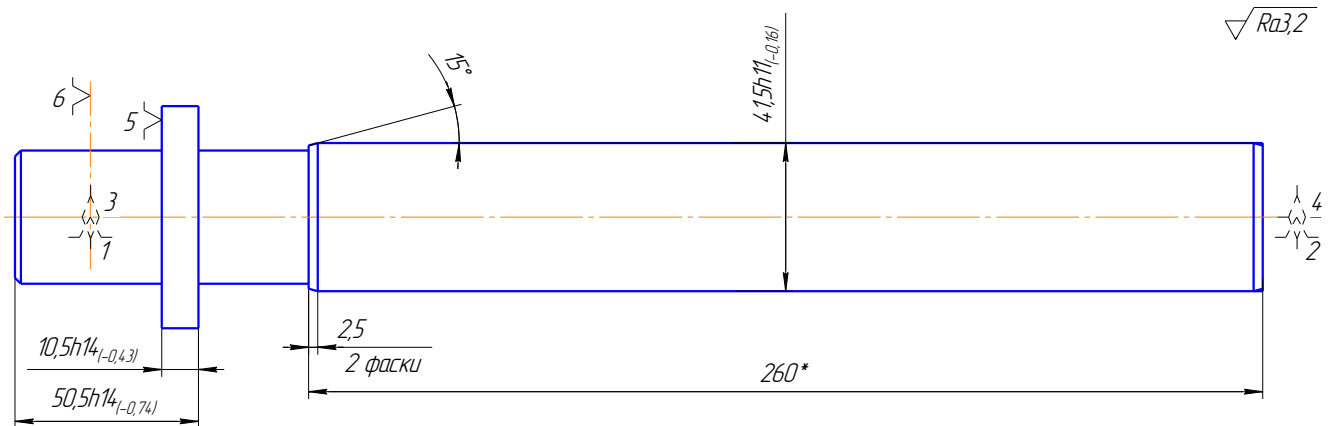


Рис. 4 – Ескіз обробки деталі на операції 035

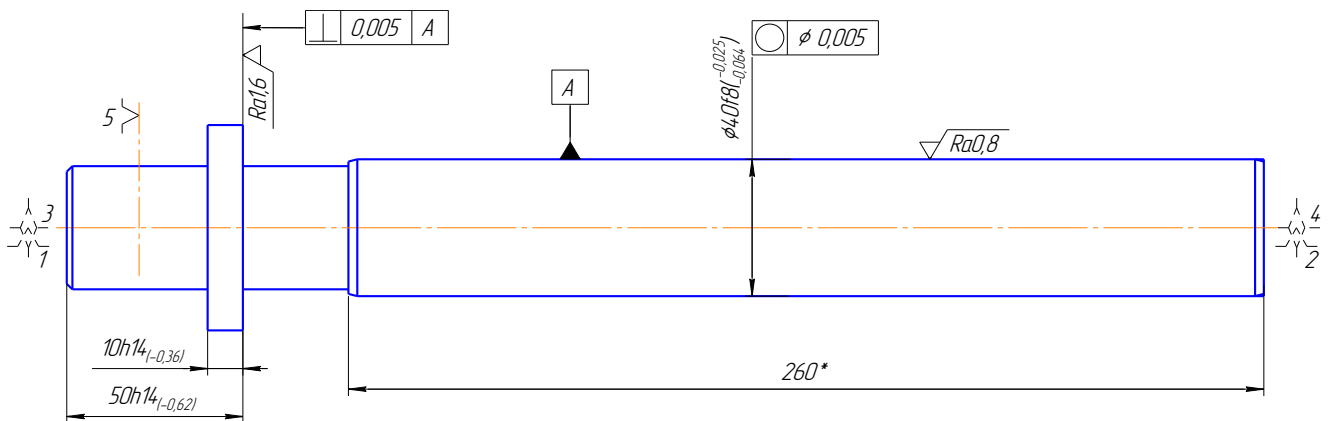


Рис. 5 – Ескіз обробки деталі на операції 040

					БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			19

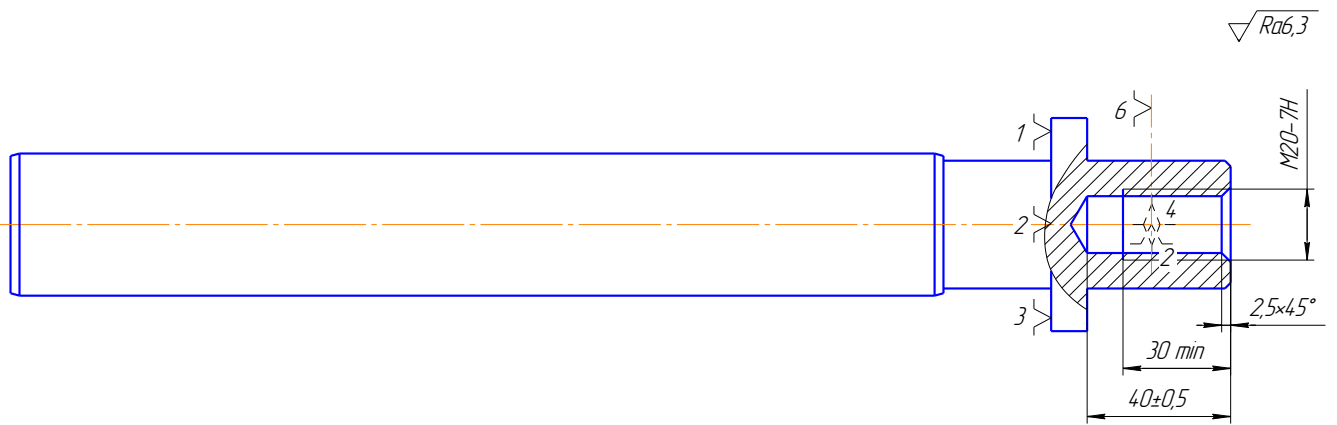


Рис.6 – Ескіз обробки деталі на операції 045

2.3. Вибір засобів технологічного оснащення.

Таблиця 2.3 – Опис різальних інструментів виготовлення плунжера ТГМ-150В.52.03.015

№ операції	Назва операції	
№ переходу	Зміст переходу	Різальний інструмент
1	2	3
005.	Заготівельна	
010.	Термічна	
015.	Фрезерно-центрувальна.	
1.	Фрезерувати торці 5; 11.	Фреза торцюва з вставними зубами, оснащеними твердосплавними пластинами Т5К10; D=100мм; d=32 мм; z=10; L=32 мм: фреза 2214-0001 Т5К10 ГОСТ 24359-80
2.	Центрувати отвори А6,3 ГОСТ 14034-74 на торцях 5;11.	Свердло центровочне ϕ60°; d=6,3 мм; D=16 мм; L=71 мм: Свердло 2317-0009 ГОСТ 14952-69
020.	Токарна з ЧПК.	
1.	Точити поверхні 1; 6.	Різець токарний для контурного точіння (правий), оснащений пластиною з твердого сплаву Т5К10; $\phi=93^\circ$; $\phi_1=45^\circ$; $\alpha=15^\circ$; bхh=16х16 мм; r=0,5 мм; L=125 мм: Різець 2103-0657 Т5К10 ГОСТ 20872-80.
2.	Точити поверхні 2; 7.	Різець токарний для контурного точіння (правий), оснащений пластиною з твердого сплаву Т5К10; $\phi=45^\circ$; $\phi_1=45^\circ$; $\alpha=15^\circ$; bхh=16х16мм; r=0,5 мм; L=125 мм: Різець 2101-0955 Т5К10 ГОСТ 20871-80.

Таблиця 2.4 – Опис металорізальних верстатів виготовлення
плунжера ТГМ-150В.52.03.015

№ операції	Назва операції	Обладнання
1	2	3
005.	Заготівельна	Кривошипний гарячештампувальний прес
010.	Термічна	
015.	Фрезерно-центрувальна.	Фрезерно-центрувальний верстат МР-71М: Діаметр оброблюваної заготовки: 25-125 мм; Довжина оброблюваної заготовки: 200-500 мм; Кконус шпинделя: 7:24; Потужність всіх електродвигунів: Ндв=13 кВт.
020.	Токарна з ЧПК.	Токарно-гвинторізний верстат з ЧПК 1А616Ф3;
025.	Токарна з ЧПК.	Найбільші розміри встановлюваної деталі: Діаметр:
035.	Токарна з ЧПК.	- над станиною: 250 мм; - над супортом: 145 мм; Довжина: 500 мм;
045.	Токарна з ЧПК.	Потужність приводу головного руху: Ндв=7,1 кВт.
040.	Круглошліфувальна.	Кругло-шліфувальний верстат 3М151: Найбільші розміри встановлюваної деталі: Діаметр: 200 мм; Довжина: 700 мм; Потужність приводу головного руху: Ндв=10 кВт.

					БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

2.4. Визначення міжопераційних припусків і розмірів обробки.

Розраховуємо припуски на механічну обробку аналітичним методом на поверхні 10 – $\text{Ø}40\text{f}8\left(\begin{smallmatrix} -0,025 \\ -0,064 \end{smallmatrix}\right)$.

На решту поверхонь припуски назначаємо по таблицях.

Початкові дані:

Заготовка – шмамповка на кривошипному гаряче штампувальному пресі.

Маса деталі – 3,18 кг;

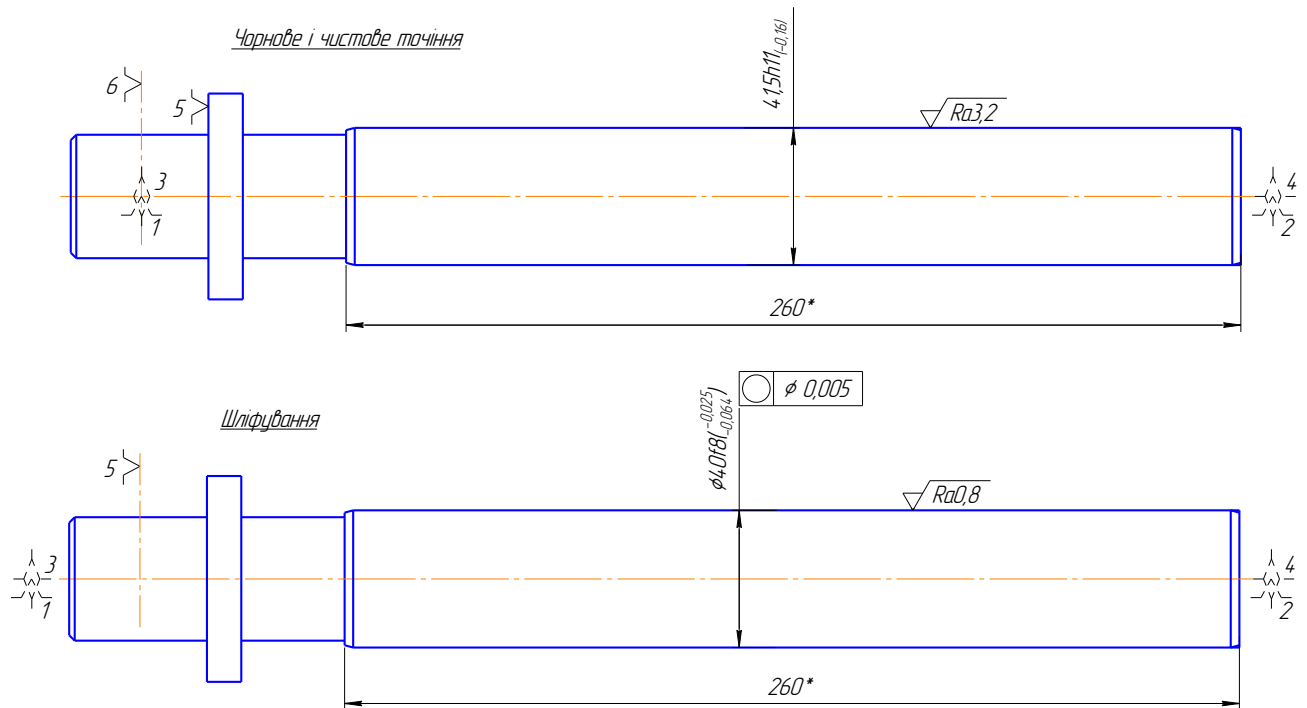


Рис.7 – Ескіз на обробку поверхні 10 – $\text{Ø}40\text{f}8\left(\begin{smallmatrix} -0,025 \\ -0,064 \end{smallmatrix}\right)$ плунжера
ТГМ-150В.52.03.015

2)Послідовність обробки:

- чорнове точіння;
- чистове точіння;
- шліфування;

При точінні деталь встановлюється в трикулачковий патрон по поверхнях 1 і 6 з підтисканням заднім центром по центровому отвору торця 5.

При шліфуванні деталь встановлюється в центрах.

3)Мінімальні значення припусків для зовнішньої циліндричної поверхні:

$$2z_{\min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{Yi}^2}) \quad (21)$$

де R-висота нерівностей, мкм;

t-глибина дефектного шару, мкм;

p-просторові відхилення, мкм;

ε-похибка установки заготовки, мкм;

Для штампованих заготовок при масі 4,81 кг (2,5...25 кг)

згідно[3] с.63. табл.4.3 сумарне значення: Rz=150мкм; T=250мкм;

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

						БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			23

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

Після шліфування $Rz=10\text{мкм}$; $T=20\text{мкм}$; [3] с.64. табл.4.5;

Сумарне значення просторових відхилень для даної схеми базування згідно [3]с.67.табл.4.7:

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{кор}^2 + \rho_{ц}^2} \quad (22)$$

$\rho_{зм}=0,8\text{мм}$ [7].с.184 табл.12;

$\rho_{кор}=\Delta_k \cdot l$;

$\Delta_k=0,7 \text{ мкм}$; [2]с.71.табл.4.8;

$\rho_{кор}=0,7 \cdot 10^{-3} \cdot 336,4=0,235 \text{ мм}$;

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

де T – допуск на діаметр, по якому базується заготовка при зацентровці, мм;

Для $\text{Ø}40f8\left(\begin{smallmatrix} -0,025 \\ -0,064 \end{smallmatrix}\right)=2 \text{ мм}$;

$$\rho_{ц} = 0,25 \cdot \sqrt{2^2 + 1^2} = 0,56\text{мм};$$

$$\rho_z = \sqrt{0,8^2 + 0,235^2 + 0,56^2} = 0,658\text{мм};$$

Похибка установки заготовки згідно [3] с.73:

$$E_y = \sqrt{E_{\sigma}^2 + E_z^2 + E_{пр}^2} \quad (23)$$

де E_{σ} -похибка базування, мкм;

E_z -похибка закріплення заготовки в пристрої, мкм;

БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ

БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ

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

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

Похибка закріплення згідно [3].с.82.Табл.4.13 $E_z=100 \text{ мкм}$;

Похибка виготовлення і зносу опорних елементів пристрою згідно [3].с.74

$E_{пр}=50 \text{ мкм}$;

$$E_y = \sqrt{0^2 + 100^2 + 50^2} = 112\text{мкм} = 0,112\text{мм}$$

Проміжні значення просторових відхилень згідно [3].с.73:

$\rho_{ост}=K_y \cdot \rho_z$,

де K_y -коефіцієнт уточнення форми;

для чорнового точіння $K_y=0,06$;

для чистового точіння $K_y=0,04$;

після чорнового точіння $\rho_2=0,06 \cdot 658=39,48 \text{ мкм}$;

після чистового точіння $\rho_3=0,04 \cdot 658=26,32 \text{ мкм}$;

Похибка установки заготовки на проміжних переходах:

згідно [3].с.85 для чистового точіння $E_2=0,05 \cdot E_1+E_{інд}$

(24)

Чорнове і чистове точіння проводиться з одної установки,

тому похибка індикації $E_{інд}=0$;

$E_2=0,05 \cdot 112=5,6\text{мкм}$;

Для чорнового шліфування:

згідно [3].с.82.Табл.4.13 $E_z=40\text{мкм}$;

згідно [3].с.74 $E_{пр}=50\text{мкм}$;

$$E_y = \sqrt{0^2 + 40^2 + 50^2} = 64\text{мкм} = 0,064\text{мм}$$

					БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

На основі даних розрахунків будуєм схему графічного розташування припусків і допусків на обробку поверхні $\varnothing 40f8^{(-0,025)}_{(-0,064)}$ (дивись рис. 8).

Таблиця 2.5 – Розрахунок припусків на механічну обробку поверхні $\varnothing 40f8^{(-0,025)}_{(-0,064)}$

Техно логічні переходи обробки поверхні	Елементи припуску, мкм				2Zmin, мм	d _p , мм	T, мм	Граничні розміри, мм		Граничні припуски, мм	
	Rz	T	ρ	E				dmin	dmax	2Zmin	2Zmax
Заготовка	150	250	658			42,819	2	42,819	44,819		
Точіння:											
-чорнове	50	50	39,48	112	2·1,17	40,479	0,62	40,479	41,099	2·1,17	2·1,86
-чистове	30	30	26,32	5,6	2·0,145	40,189	0,16	40,189	40,349	2·0,145	2·0,375
Шліфування	10	20	13,16	40	2·0,1265	39,936	0,039	39,936	39,975	2·0,1265	2·0,187

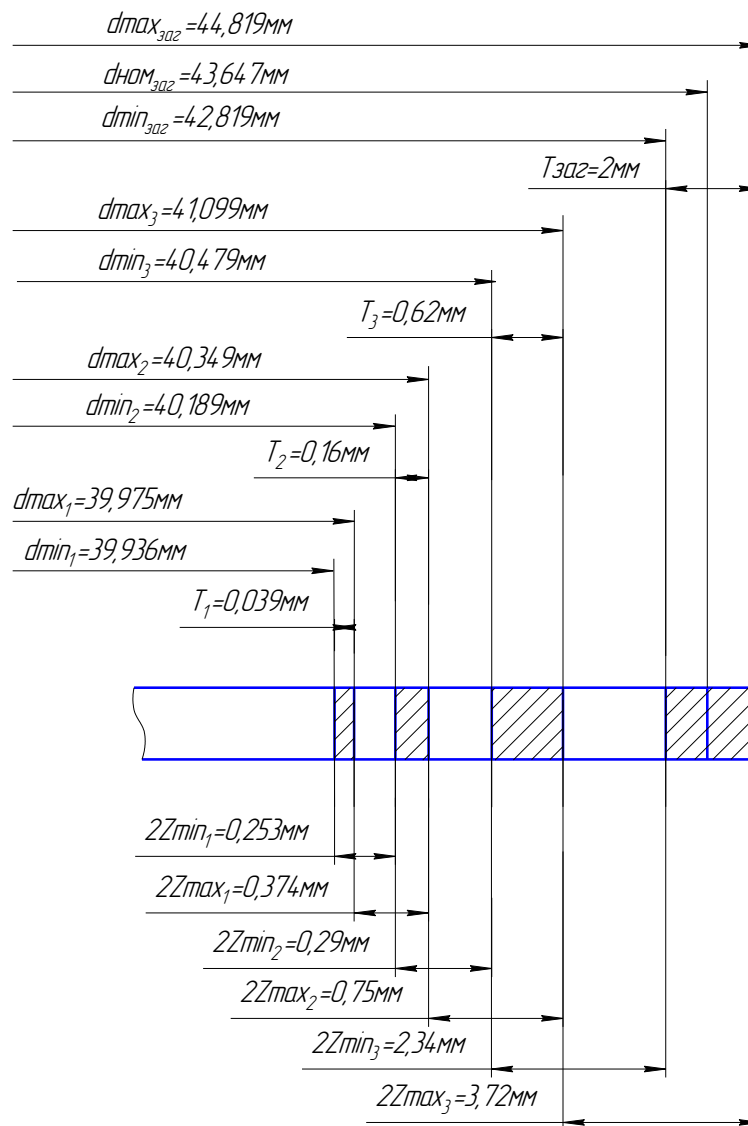


Рис.8 – Схема розміщення допусків і припусків на обробку поверхні $\varnothing 40f8^{(-0,025)}_{(-0,064)}$

2.5. Визначення режимів різання

Проводимо розрахунок режимів різання розрахунково – аналітичним методом на чорнове точіння поверхні 10 (Ø40h8).

Операція 025. Токарна з ЧПК, перехід №1: чорнове точіння поверхні 10 – Ø40h8 до Ø41,099h14(-0,62):

Початкові дані:

-обладнання: токарно-гвинторізний верстат з ЧПК 1А616Ф3;

-інструмент: різець токарний для контурного точіння (правий), оснащений пластиною з твердого сплаву Т5К10: Різець 2101-0955 Т5К10 ГОСТ 20871-80:

геометричні параметри: $\varphi=45^\circ$; $\varphi_1=45^\circ$; $\alpha=15^\circ$; $b \times h=16 \times 16$ мм; $r=0,5$ мм; $L=125$ мм; матеріал заготовки сталь 45 ГОСТ 1050-88 НВ241...285; $G_B=610$ МПа;

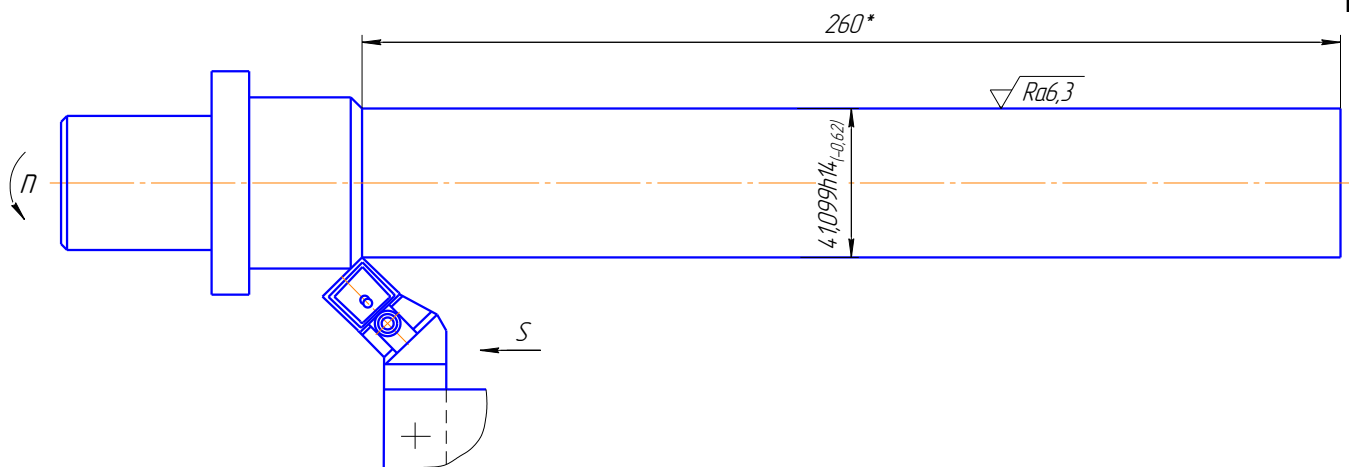


Рис.9 – Ескіз на чорнове точіння поверхні 10 – Ø40h8 плунжера ТГМ-150В.52.03.015

- 1) Довжина обробки $l=260$ мм;
- 2) Глибина різання $t=1,86$ мм;
- 3) Вибираєм подачу: згідно [6], с.266, табл.11 $S=0,4$ мм/об;
- 4) Період стійкості різця: $T=60$ хв; [6], с. 268;
- 5) Швидкість різання при точінні:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (28)$$

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

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

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

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

K_v – поправочний коефіцієнт на швидкість різання;

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

де: K_m – коефіцієнт, який враховує оброблюваний матеріал;

K_i – коефіцієнт, який враховує інструментальний матеріал;

K_n – коефіцієнт, який враховує стан оброблюваної поверхні;

K_r – коефіцієнт, який враховує радіус при вершині різця;

K_φ – коефіцієнт, який враховує головний кут в плані;

					БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Згідно знайденої потужності різання проводим перевірку достатності потужності верстата за умовою: $N_{різ} < N_{шп}$

$$N_{шп} = N_{дв} \cdot \eta, \quad (36)$$

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

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

η -ККД верстата;

згідно паспортних даних верстата 1А616Ф3 $N=7,1$ кВт; $\eta=0,8$;

$$N_{шп} = 7,1 \cdot 0,8 = 5,68 \text{ кВт};$$

в даному випадку $N_{різ} < N_{шп}$ ($1,51 < 5,68$), отже потужність даного верстата достатня для механічної обробки на даних режимах;

$$\text{Основний (машинний) час: } T_o = \frac{L_{р.х}}{S_o \cdot n}, \text{ хв}; \quad (37)$$

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

$$L_{р.х.} = l_{різ} + l_1 + l_2, \text{ мм}; \quad (38)$$

де $l_{різ}$ -довжина оброблюваної поверхні, мм; $l_{різ}=260$ мм;

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

Згідно [7] с.620, табл.2 $l_1 + l_2 = 5$ мм;

$$L = 260 + 5 = 265 \text{ мм.}$$

$$T_o = \frac{265}{252} = 1,05 \text{ хв};$$

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

Операція 015. Фрезерно-центрувальна.

Перехід №2 Свердління центрових отворів А6,3 ГОСТ 14034-74:

Обладнання: фрезерно-центрувальний верстат МР71М;

Інструмент: свердло 2317-0009 Р6М5 ГОСТ 14952-69:

матеріал – Р6М5;

геометричні параметри $L=71$ мм; $D=16$ мм; $d=6,3$ мм; $\varphi=60^\circ$; $\varphi_1=120^\circ$;

матеріал деталі сталь 45 ГОСТ 1050-88 НВ241; $G_B=610$ МПа;

1) Довжина робочого ходу інструменту:

$$L = l + \Delta + y, \text{ мм} \quad (39)$$

Де $l=7,9$ мм - довжина оброблюваної поверхні, мм;

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

Згідно [7]с.620 Табл.3 при свердлінні глухого отвору $\varnothing 6,3$ мм

$$\Delta + y = 2,5 \text{ мм}$$

$$L = 7,9 + 2,5 = 10,4 \text{ мм};$$

2) глибина різання $t=3,15$ мм;

3) подача на оберт шпинделя згідно [10], с.111 при центруванні подача становить

$S_o \leq 0,01d$: для $d=6,3$ мм приймаєм $S_o=0,05$ мм/об;

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

5) Швидкість різання: згідно [10], с.118: $V=30$ м/хв.;

поправочний коефіцієнт на швидкість різання;

$$K_v = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (40)$$

де: K_1 – коефіцієнт, який враховує оброблюваний матеріал;

K_2 – коефіцієнт, який враховує інструментальний матеріал;

K_3 – коефіцієнт, який враховує довжину отвору.

					БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Для сталі НВ 241 $K_1 = 0,8$ [10], с.118;

$K_2 = 1,25$ [10], с.119;

$K_3 = 1$ [10], с.119;

$K_v = 0,8 \cdot 1,25 \cdot 1 = 1$;

$V = 30 \cdot 1 = 30$ м/хв.;

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

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 6,3} = 1516,53 \text{ хв}^{-1}.$$

Згідно паспортних даних верстата приймаємо $n = 1125$ хв⁻¹;

7) Дійсна швидкість різання $V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6,3 \cdot 1125}{1000} = 22,25 \text{ м/хв}$ (41)

8) Хвилинна подача: $S_{хв} = S_o \cdot n = 0,05 \cdot 1125 = 56,25$ мм/хв.; (42)

Згідно паспортних даних верстата при безступінчатому регулюванні подачі приймаємо $S_{хв} = 55$ мм/хв.;

Дійсна подача на оберт шпінделя: $S_o = S_{хв} / n = 55 / 1125 = 0,048$ мм/хв.; (43)

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

$$N_p = N_{\text{табл}} \cdot K_N \cdot \frac{n}{1000} \quad (44)$$

$N_{\text{табл}} = 0,22$ кВт [10], с.127;

$$N_p = 0,22 \cdot 1,1 \cdot \frac{1125}{1000} = 0,27 \text{ кВт}$$

$K_N = 1,1$ [10], с.128;

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

$$N \leq N_{\text{шп}}$$

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

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

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

η -ККД верстата;

згідно паспортних даних верстата МР-71М потужність приводу свердлильного шпінделя $N = 1,2$ кВт; $n = 0,75$;

$$N_{\text{шп}} = 1,2 \cdot 0,75 = 0,9 \text{ кВт};$$

в даному випадку $N_{\text{різ}} < N_{\text{шп}}$ ($0,27 < 0,9$), отже потужність даного верстата достатня для механічної обробки на даних режимах.

Основний (машинний) час: (45)

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

Де L -довжина робочого ходу, мм;

i -кількість проходів;

S -хвилинна подача, мм/хв

$$T_o = \frac{17,5 \cdot 1}{55} = 0,32 \text{ хв.}$$

					БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Норми часу і режими різання заносимо в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 – Зведена таблиця режимів різання і норм часу на технологічний процес механічної обробки плунжера ТГМ-150В.52.62.03.015

Номер, назва і зміст операції, переходу	Розміри поверхні		Режими різання						Норми часу			
	D/B	L	t	So	V _H	V	n	N	T _o	T _д	T _{шт}	T _{пз}
	мм		мм/об	м/хв		хв ⁻¹	кВт	хв				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
005. Заготівельна.												
010. Термічна.												
015. Фрезерно-центрувальна. 1) Фрезерувати торці 2 і 14 одночасно. 2) Центрувати отвори А6,3 ГОСТ 14034-74 на торцях 2 і 14.	<u>100</u> 47,2	47,2	3,2	0,8	150	112,4	358	2,3	0,34	0,51	1,35	<u>31</u> 151
020. Токарна з ЧПК. 1) Точити поверхню 1. 2) Точити поверхню 6 3) Точити поверхню 7. 4) Точити поверхню 2.	41,4 65,8 65,8 36	40 15,9 13,2 1,6	2,7 2,7 2,9 1,6	0,4 0,4 0,4 0,4	97,77 93,75 93,75 97,77	84,27 90,6 79,76 79,76	630 500 500 630	1,3 1,4 1,25 1,25	0,16 0,09 0,09 0,02	0,4	0,43	<u>28,4</u> 151
025. Токарна з ЧПК. 1) Точити поверхню 10 начорно. 2) Точити поверхню 9 (правим різцем). 3) Точити поверхню 9 (лівим різцем). 4) Точити поверхню 8 начорно.	47,2 41,1 41,1 60	260 15 15 12	3,05 2,55 2,55 2	0,4 0,4 0,4 0,4	97,77 93,75 93,75 93,75	84,27 81,3 81,3 88,69	630 630 630 500	1,51 1,3 1,3 1,3	0,32 0,12 0,12 0,1	0,4	1,166	<u>29,3</u> 151
030. Термічна.												
035. Токарна з ЧПК. 1) Точити поверхню 10 начисто. 2) Точити поверхню 12. 3) Точити поверхню 13. 7) Точити поверхню 8 начисто.	41,1 40,35 40,35 60	260 2,5 2,5 12	0,4 0,4 0,4 1	0,25 0,2 0,2 0,2	162 146 146 146	161,31 126,7 126,7 118,7	1250 1000 1000 630	1,1 0,9 0,9 1,1	0,84 0,03 0,03 0,13	0,4	1,51	<u>28,4</u> 151

Продовження таблиці 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
040. Кругло-шліфувальна. 1) Шліфувати поверхню 10. 2) Шліфувати поверхню 8.	40,35 60	260 12	0,187 0,2	$\frac{1,34}{0,38}$ $\frac{1,37}{0,38}$	35 м/с 35 м/с	29,52 м/с 29,52 м/с	2350 2350	2,1 2,7	2,96 0,32	1,1	4,6	$\frac{30}{151}$
045.Токарна зЧПК. 1) Свердлити отвір 4. 2) Зенкувати фаску 3. 3) Нарізати різьбу М20-7Н в отворі 4.	17,4 22,4 20	40 2,5 30	8,7 2,5 1,3	0,2 0,1 2,5	23 25 13,5	21,85 22,2 12,56	400 315 200	0,4 0,1 0,1	0,5 0,16 0,14	0,21	0,96	$\frac{30}{151}$
050. Слюсарна.												
055. Контроль.												

3. Проектування технологічної оснастки.

3.1. Пристрій для механічної обробки.

3.1.1. Призначення, будова і робота пристрою.

Початкові дані:

Вид обробки: свердління до $\varnothing 17,4$ мм, зенкування фаски $2,5 \times 45^\circ$ і нарізання різьби M20-7H з витриманням розмірів $40 \pm 0,5$; 30 min в плунжері ТГМ-150В.52.03.015.

Верстат: токарно-гвинторізний моделі 1А616.

Схему встановлення заготовки показано на рис.10

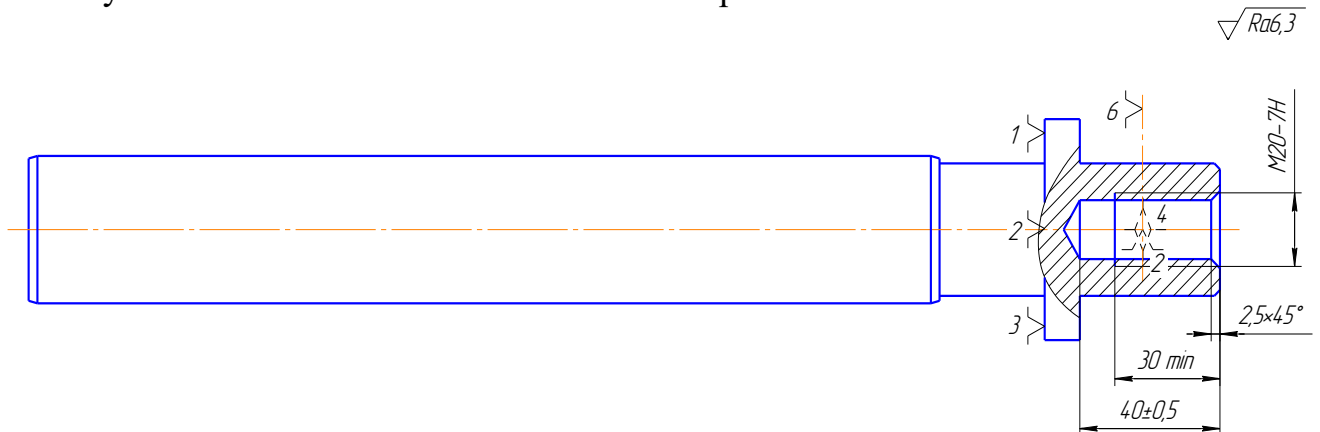


Рис.10 – Ескіз на обробку отвору M20-7H в плунжері ТГМ-150В.52.03.015

Пристрій призначений для установки і закріплення плунжера при обробці отвору M20-7H на токарно-гвинторізному верстаті з ЧПК 1А616Ф3.

Пристрій встановлюється конічним отвором корпусу 1 на зовнішній конус шпинделя $7^\circ 07' 30''$ $\varnothing 106,373^{+0,013}$, кріпиться гвинтами 12 з шайбами 15.

До корпусу 1 кріпиться фланець 2 гвинтами 10 з шайбами 14. Колодки напрямні 3 кріпляться гвинтами 11 з шайбами 14. В напрямну колодку встановлені призми 4 з посадками 50H7/f7, 20H7/f7. Призма з'єднана з штоком 6 важелем 5, який кріпиться до кришки 2 через вісь 8 і кільце 13.

До заднього фланця шпинделя верстата кріпиться обертовий пневмоциліндр 17 болтами 9 з шайбами 14, шток якого з'єднаний з штоком 7, який проходить через отвір шпинделя.

Пристрій працює таким чином:

Деталь встановлюється до упора торцем в установчу поверхню фланця 2. При подачі стиснутого повітря в штокову порожнину пневмоциліндра 17 поршень переміщується в крайнє ліве положення, переміщуючи при цьому штоки 6 і 7 з важелями 5. Важелі передають зусилля затиску на призми 4, які затискають деталь.

При подачі стиснутого повітря в поршневу порожнину пневмоциліндра поршень переміщується в крайнє праве положення з штоками 6 і 7. Важелі відводять призми від деталі. При цьому відбувається звільнення деталі.

					БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Рівняння рівноваги даної системи сил:

$$\Sigma X_0: P_x - R_{P_x} = 0; \quad (58)$$

$$\Sigma Z_0: P_z - R_{P_z} = 0; \quad (59)$$

$$\Sigma M_x: M_{кр} - R_{P_z} \cdot D_3 = 0; \quad (60)$$

Сила затиску повинна бути достатня, щоб зрівноважувати дані сили і забезпечувати надійний затиск деталі:

$$W \cdot (f_1 + f_2) \geq P_x + P_z; \quad (61)$$

$$W \cdot (f_1 + f_2) \geq P_x + 2M_{кр} / D_3; \quad (62)$$

Необхідна сила затиску з врахуванням коефіцієнта запасу:

$$W = k \cdot [P_x + 2M_{кр} / D_3] / (f_1 + f_2) \quad (63)$$

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \quad (64)$$

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;

Згідно [2] с.84-85: $k_0=1,5$; $k_1=1,2$; $k_2=1$; $k_3=1$; $k_4=1$; $k_5=1$; $k_6=1,5$;

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 2,7;$$

$$W = 2,7 \cdot [560,18 + (2 \cdot 22,4 / 0,04)] / (0,16 + 0,16) = 13126,4 \text{ Н};$$

3.1.3. Силовий розрахунок механізму і приводу.

Сила, яка прикладена до кулачка:

$$W_1 = \frac{W}{1 + \frac{L_3}{H} \cdot f} = \frac{13126,4}{1 + \frac{1}{3110} \cdot 0,16} = 12818,7 \text{ Н}; \quad (65)$$

Де $L_3=50$ мм – виліт кулачка, відстань від місця прикладення сили від приводу до місця прикладення сили затиску;

$H=110$ мм – довжина направляючої, по якій переміщується кулачок;

$f=0,16$ – коефіцієнт тертя;

Для даного пристрою необхідна сила на штоці пневмоциліндра:

$$Q = W_1 \cdot L_2 / L_1 = 12818,7 \cdot 55 / 70 = 10071,9 \text{ Н}; \quad (66)$$

Де $L_1=70$ мм, $L_2=55$ мм – плечі важеля (див. креслення);

Розраховуємо діаметр поршня пневмоциліндра за формулою згідно [4] с.92, табл. 22:

$$D = \sqrt{1,27 \cdot \frac{Q_3}{\rho \cdot \eta} + d^2} = \sqrt{1,27 \cdot \frac{Q_3}{\rho \cdot \eta} + (0,2D)^2} \Rightarrow D = \sqrt{1,98 \cdot \frac{Q_3}{\rho \cdot \eta}} \quad (67)$$

де: $\rho = 0,63$ МПа – тиск в пневмережі;

$\eta=0,9$ – ККД приводу;

					БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

$d=0,2D$ —діаметр штока пневмоциліндра;

$$D = \sqrt{1,98 \cdot \frac{10071,9}{0,63 \cdot 0,9}} = 171,3 \text{ мм};$$

З стандартного ряду згідно [4] с.91, табл. 17 вибираємо пневмоциліндр двохсторонньої дії з діаметром поршня $D=200$ мм, діаметром штока $d=30$ мм, довжина робочого ходу поршня $L=25$ мм.

Дійсна сила рушія при подачі стиснутого повітря в штокову порожнину пневмоциліндра згідно [3]. с. 92, табл. 22:

$$Q=0,785 \cdot (D^2-d^2) \cdot p \cdot \eta, \text{ Н}; \quad (68)$$

де $\eta=0,9$ -ККД пневмоциліндра;

$$Q=0,785 \cdot (200^2-30^2) \cdot 0,63 \cdot 0,9=17403,2 \text{ Н};$$

Дійсна сила, прикладена до кулачка:

$$W_1=Q \cdot L_1/L_2=17403,2 \cdot 70/55=22149,5 \text{ Н}; \quad (69)$$

Дійсна сила затиску пристрою:

$$W = W_1 \cdot \left(1 + \frac{1}{3} \frac{L_3}{H} \cdot f\right) = 22149,5 \cdot \left(1 + \frac{1}{3} \frac{50}{110} \cdot 0,16\right) = 22681 \text{ Н}; \quad (70)$$

					БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2. Перевірка працездатності інструментів.

3.2.1. Різальний інструмент.

Операція 025. Токарна з ЧПК, перехід №1: чорнове точіння поверхні 10 – Ø40f8 до Ø41,099h14(-0,62):

Початкові дані:

-обладнання: токарно-гвинторізний верстат з ЧПК 1А616Ф3;

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

Різець 2101-0955 Т5К10 ГОСТ 20871-80:

геометричні параметри: $\varphi=93^\circ$; $\varphi_1=45^\circ$; $\alpha=15^\circ$; $b \times h=16 \times 16$ мм; $r=0,5$ мм; $L=125$ 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 $l=32$ мм.

Сила різання згідно розрахунків п. 2.5 $P_z=1099,78$ Н;

Провіряємо жорсткість державки різця:

максимальне навантаження

$$P_{\max} = \frac{BH^2 \cdot \sigma_{зг}}{6l} = \frac{16 \cdot 16^2 \cdot 172}{6 \cdot 32} = 3669,3 \text{ Н}; \quad (71)$$

максимальне навантаження, допустиме жорсткістю різця

$$P_{\max \text{ доп}} = \frac{3fEJ}{l^3} = \frac{3 \cdot 0,1 \cdot 25000 \cdot 5462}{32^3} = 10001,2 \text{ Н}; \quad (72)$$

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

J – момент інерції прямокутного січення державки;

$$J = \frac{BH^3}{12} = \frac{16 \cdot 16^3}{12} = 5462 \text{ мм}^4; \quad (73)$$

Різець володіє достатньою міцністю і жорсткістю, так як

$$P_{\max} > P_z < P_{\max \text{ доп}} \quad (3669,3 > 1099,78 < 10001,2).$$

3.2.2. Контрольно-вимірювальний інструмент.

Проводим розрахунок виконавчих розмірів скоби для контролю розміра поверхні 10 – Ø40f8(-0,025 / -0,064).

Верхнє і нижнє відхилення для вала: $es=0,025$ мм, $ei=0,064$ мм.

Найбільший граничний розмір вала:

$$d_{\max} = d_{\text{ном}} - es = 40 - 0,025 = 39,975 \text{ мм}. \quad (74)$$

Найменший граничний розмір вала:

$$d_{\min} = d_{\text{ном}} - ei = 40 - 0,064 = 39,936 \text{ мм}. \quad (75)$$

Згідно ГОСТ 24853-81 приймаєм: $Z1=6$ мкм; $Y1=5$ мкм; $H1=7$ мкм; $H_p=2,5$ мкм.

					БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Таблиця 3.1 – Визначення розмірів і допусків робочого калібра для контролю розміра $\varnothing 40h8 \begin{smallmatrix} -0,025 \\ -0,064 \end{smallmatrix}$ плунжера ТГМ-150В.52.03.015

Контрольований розмір	Позначення	Значення, мм
Номінальний	d	40
Мінімальний	d_{\min}	39,936
Максимальний	d_{\max}	39,978
Допуск	T	0,039
Квалітет	f	8
Допуски і відхилення калібра	Позначення	Значення, мм
Допуск калібра	H_1	0,007
Відхилення середини допуску прохідного калібра від	Z_1	0,006
Вихід спрацьованого прохідного калібра за межу	Y_1	0,005
Робочий калібр	Розмір (формула), мм	Допуск (формула), мм
Прохідний калібр новий	$d_{\max} - z_1 - H_1/2 = 39,975 - 0,006 - 0,007/2 = 39,966$	$H_1 = 0,007$
Прохідний калібр спрацьований	$d_{\max} - y_1 = 39,975 - 0,005 = 39,97$	$H_1 = 0,007$
Непрохідний калібр	$d_{\min} - H_1/2 = 39,936 - 0,007/2 = 39,933$	$H_1 = 0,007$

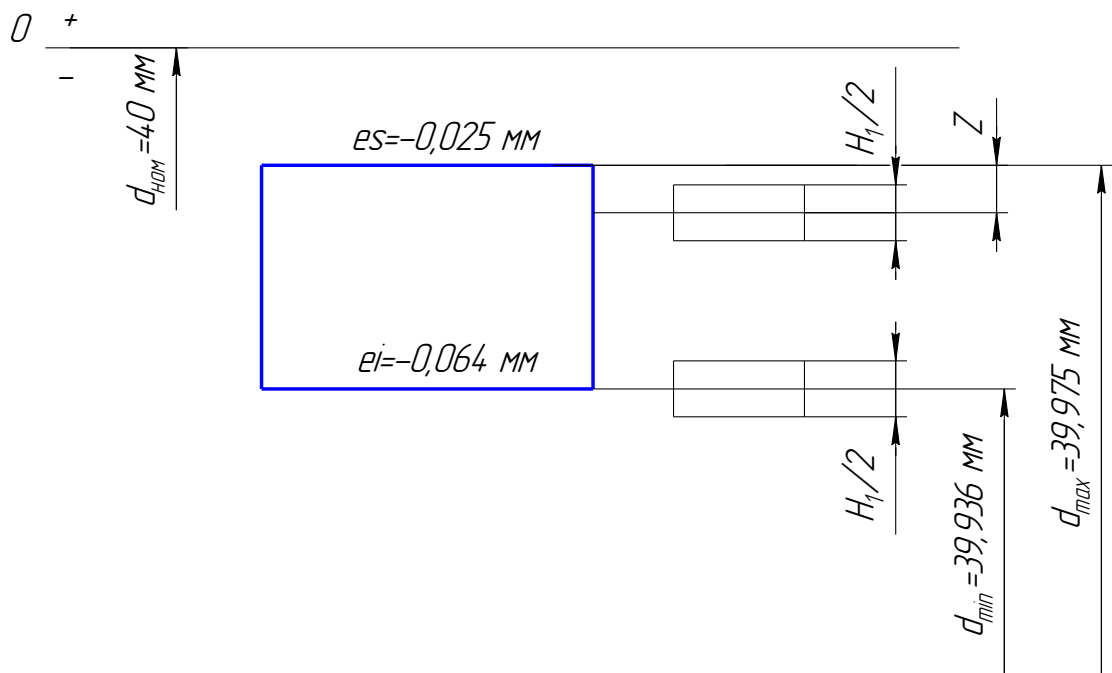


Рис. 12 – Схема розташування допусків робочих поверхонь скоби для контролю розміра $\varnothing 40f8 \begin{smallmatrix} -0,025 \\ -0,064 \end{smallmatrix}$

3.3. Конструювання спеціального контрольного пристрою:

3.3.1. Призначення, будова і робота пристрою.

Пристрій призначений для контролю круглості 0,01 мм поверхні Ø40f8 плунжера ТГМ-150В.52.03.015.

Пристрій складається з плити 1, в отвір якої встановлений штатив 3 з посадкою Ø18H7/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 Ø14H7/p7, на які встановлені підшипники 9 з посадкою Ø17H7/m6. Підшипники фіксуються кільцями 8, які встановлені в канавки вісів 4.

Пристрій працює таким чином:

При відведеному в верх корпусі 2, який утримується від переміщення вниз шпонкою 13, деталь встановлюється на зовнішні кільця підшипників поверхнею Ø40k6. При встановленні корпусу 2 пазом на шпонку 13 корпус 2 під дією пружини 10 переміщується вниз до упору головки індикатора 7 в поверхню деталі Ø40f8.

При повертанні деталі на підшипниках 9 на один оберт відносно вісі різниця показів індикатора визначає дійсну величину допуску круглості поверхні Ø40f8.

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

$$K_{\text{пр}} = (\sum_{\text{заг}} - \sum_{\text{о}}) / \sum_{\text{заг}} \cdot 100, \% \quad (76)$$

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-20-025.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3.2. Розрахунок пристрою на точність.

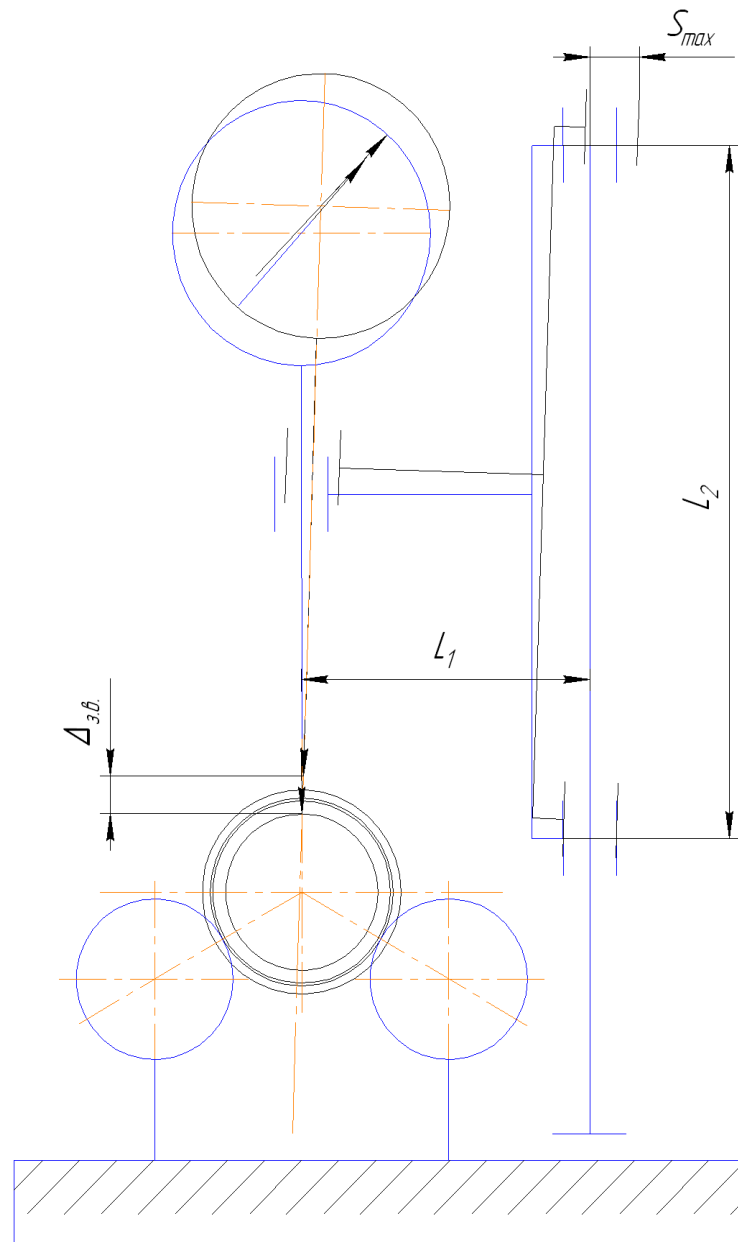


Рис.13 – Схема вимірювання контрольним пристроєм для контролю допуску круглості 0,01 мм поверхні $\varnothing 40f8$ плунжера ТГМ-150В.52.03.015.

Точність вимірювання пристроєм 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 α .

Згідно [1]. с. 56 сумарна похибка вимірювання:

$$\varepsilon_{\text{вим}} = 1,2\sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{з.п.}}^2 + \Delta_{\text{з.в.}}^2 + \Delta_e^2 + \Delta_m^2}; \quad (77)$$

де ε_0 – похибка базування, мм;

ε_3 – похибка закріплення, мм;

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

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

Δ_e – похибка виготовлення еталона, мм;

Δ_m – похибка властива даному пристрою, виникає від передавального відношення;

						БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			43

При встановленні в підшипниках виникає ефект призми, тому

$$\text{Похибка базування } \varepsilon_{\delta} = 0,5 \cdot Td \cdot \left(\frac{1}{\sin \alpha} - 1 \right) \quad (78)$$

Де: $Td=0,039$ мм – допуск на розмір установчої поверхні $\varnothing 40f8$ ($^{+0,025}_{-0,064}$);

$\alpha=45^{\circ}$ – кут нахилу установчих поверхонь призми;

$$\varepsilon_{\delta} = 0,5 \cdot 0,039 \cdot \left(\frac{1}{\sin 45^{\circ}} - 1 \right) = 0,0021 \text{ мм};$$

Закріплення відсутнє, тому $\varepsilon_3=0$;

Похибка від зусилля пристрою рівне максимальному прогину плеча штатива

$L=55$ мм під дією зусилля пружини індикатора

$$\varepsilon_{з.п.} = \frac{P \cdot L^3}{3EJ}; \quad (79)$$

Де: $P=0,5$ Н – коливання вимірювального зусилля індикатора 1МИГ згідно [6] с. 562;

$L=55$ мм – плече штатива;

$E=2 \cdot 10^5$ 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, мм^4 ;

$$\text{Для квадратного перерізу } J = \frac{a^4}{12}; \quad (80)$$

Де $a=16$ 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 [6] с. 562 $\Delta_{з.в.} = 0,0018$ мм;

Пристрій не потребує еталонного налагодження, тому $\Delta_{\epsilon}=0$;

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

$$\Delta_M = S_{\max} \cdot L_1/L_2; \quad (81)$$

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 $L_1=45$ мм; $L_2=180$ мм;

$$S_{\max} = ES + e_i; \quad (82)$$

де ES – верхнє відхилення поля допуску отвору;

e_i – нижнє відхилення поля допуску валу;

Для посадки $\varnothing 12H5/g5$: $ES=0,006$ мм; $e_i=0,007$ мм;

$$S_{\max} = 0,006 + 0,009 = 0,015 \text{ мм};$$

$$\Delta_M = \Delta = 0,015 \cdot 45/180 = 0,00375 \text{ мм};$$

$$\varepsilon_{\text{вим}} = 1,2 \cdot \sqrt{0,0021^2 + 0 + 0,000025^2 + 0,0018^2 + 0 + 0,00375^2} = 0,0028 \text{ мм}.$$

Отримане значення порівнюємо з допуском $T=0,02$ мм згідно [1]. с. 56:

$$\varepsilon_{\text{вим}} \leq (0,1 \dots 0,3)T \quad (83)$$

В даному випадку

$\varepsilon_{\text{вим}} = 0,3 \cdot T$ ($0,0028/0,01=0,28$), отже пристрій придатний для вимірювання даного параметру.

									Арк.
									44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

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

Операція 020. Токарна з ЧПК.

Обладнання: Токарно-гвинторізний верстат з ЧПК 1А616Ф3.

1) Вибір оснастки:

Пристрій токарний самоцентруючий трикулачковий патрон D=200 мм:
Патрон 7100-0039 ГОСТ2675-80.

Інструмент:

Різці токарні для контурного точіння: $\varphi=93^\circ$; $\varphi_1=30^\circ$; $\alpha=15^\circ$; $b \times h=16 \times 16$ мм;
 $r=0,5$ мм; $L=125$ мм; $l=32$ мм:

Різець 2103-0657 Т5К10 ГОСТ 20872-80.

Різці токарні для контурного точіння: $\varphi=45^\circ$; $\varphi_1=45^\circ$; $\alpha=15^\circ$; $b \times h=16 \times 16$ мм;
 $r=0,5$ мм; $L=125$ мм; $l=32$ мм:

Різець 2101-0955 Т5К10 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 для затискання деталі відстанями $x_d=0$, $u_d=0$, $x_v=0$, $u_v=0$.

Координати опорних точок наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4. 1 – Координати опорних точок при виконанні операції 020

Точка №п/п	Координати в СКВ, мм		Точка №п/п	Координати в СКВ, мм	
	X	Y		X	Y
1	343	20	1	306	30
2	300	20	2	280	30
3	310	34	0; 3	500	200
4	300	34			
5	300	20			
0; 6	500	200			

3) Розрахунок координатних переміщень.

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

$$Z_n = L + R + H + l, \quad (84)$$

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.

Приймаєм інструмент у якого максимальний налагоджувальний розмір L_{max} .

$$\text{Тоді: } Z_n = L_{max} + R + H + l, \quad (85)$$

Для різця 2103-0657 Т5К10 ГОСТ 20872-80 довжина $L=125$ мм;

Поперечний розмір $b+m=16+8=24$ мм; $H=330$ мм; $D=50,8$ мм; $R=0$ мм; $l=3$ мм.

Тоді: $X_n=24+167+330+3=524$ мм; $Y_n=125+171,4+25,4+3=325$ мм.

4) Кодування інформації.

На токарно-гвинторіжному верстаті 1А616Ф3 використовують пристрій числового набору і цифрової індикації Ф5147.

									Арк.
									45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ				

5. Науково-дослідна частина.

Опис програми AutoCAD.

Автоматизувати процес створення проектно-конструкторської документації – заповітна мрія конструкторів та креслярів, які традиційно виконували ці документи “вручну” або на кульмані.

Збільшення об’ємів проектно-конструкторських робіт, складність об’єктів, що проектуються, необхідність скорочення термінів розробки технічної документації та підвищення її якості обумовили все більш широку автоматизацію проектно-конструкторських робіт з використанням сучасних ЕОМ. Найбільш функціонально повним і популярним пакетом, що реалізує поставлені задачі, на сьогодні є САПР – гнучка програма автоматизованого проектування для підготовки графічної, конструкторської документації, та геометричного моделювання. За кордоном вона називається CAD (Computer Aided Design).

Пакет AutoCAD 2002 є програмним продуктом, що призначений для автоматизації проектно-конструкторських робіт. Серед інших аналогічних графічних пакетів (Компас, 3d Studio).

AutoCAD розроблена компанією AutoDesk, спочатку вона використовувалась в ролі “електронного кульмана”, тобто вона була універсальним графічним пакетом для плоского викреслювання, об’ємного моделювання та фотореалістичної візуалізації за допомогою ЕОМ. Пізніше вона стала відкритим графічним середовищем для функціонування створених для неї великої кількості додатків, які призначені для розв’язування конкретних проектних і технічних задач в різних галузях застосування.

Перша версія AutoCAD побачила світ у 1982 році, зараз уже 15 версія застосовується в 125 країнах світу.

AutoCAD – потужна система векторної комп’ютерної графіки. Це означає, що вся вихідна інформація про графічні елементи зберігається і обробляється в системі у вигляді наборів координат, а відповідні алгоритми використовують математичний апарат аналітичної геометрії. Зображення на екрані – растрове.

AutoCAD включає в себе такі функціональні можливості:

- робота з підшивками креслень.

Протягом роботи над проектом розроблювачі витрачають значний час на комплектацію аркушів по розділах проекту, їхню нумерацію і марки.

За допомогою нового диспетчера підшивок стає можливим ефективно керувати всім комплектом креслень, що відносяться до проекту;

- побудова таблиць.

У багатьох випадках аркуші проекту складаються з табличних даних (специфікацій, експлікацій, легенд і т.п.). Побудова таких таблиць і внесення в них змін за допомогою стандартних команд AutoCAD вимагає занадто багато часу і зусиль. У AutoCAD 2002 передбачена спеціальна команда, за допомогою якої можна швидко генерувати таблиці і заповнювати табличні дані через стандартні офісні додатки;

- виконання надписів.

Нанесення текстової інформації (номера аркушів, граfi основного напису і т.д.) дотепер залишалось досить трудомісткою непростою задачею. Нова команда

					БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

ПОЛЕ спрощує задачу нанесення і зміни надписів. При зміні вмісту полів текстові значення змінюються автоматично в одному чи відразу в багатьох кресленнях. Це не тільки заощаджує час, але і зменшує ймовірність помилок у проекті;

– публікація підшивок.

Диспетчер підшивок допомагає прискорити відправлення проекту замовнику і при цьому бути упевненим у тому, що жоден всі листи є в наявності і їхня нумерація не переплутана. А можливість печатки у фоновому режимі дозволяє не зупиняти основні роботи ні на хвилину.

Інтегровані засоби перевірки й узгодження проектування складаються з безлічі повторюваних фаз узгодження і внесення змін. Часто ці операції роблять вручну, за допомогою олівця і папера. Застосовуючи новий засіб AutoCAD, можна замінити ручні позначки електронними, котрі потім можна переглядати в AutoCAD для усунення зауважень. Така електронна технологія перевірки й узгодження заощаджує час і зменшує кількість помилок .

					БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 машинобудування: 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.
16. Станочные приспособления. Справочник в 2 томах. Том 1. Под ред. Н. Вардашкина, – М.: Машиностроение, 1984, 592 с.

					БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

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

					БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

ДОДАТКИ

					БР.ПМ-20-025.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

1	7
---	---

	І Ф Н Т У Н Г	ПМз-20-1К			
	Плунжер				

«Затверджую»

Зав.кафедрою КМВ

**КОМПЛЕКТ
технологічної
документації**

Технологічний процес
механічної обробки
плунжер ТГМ-150В.52.03.015

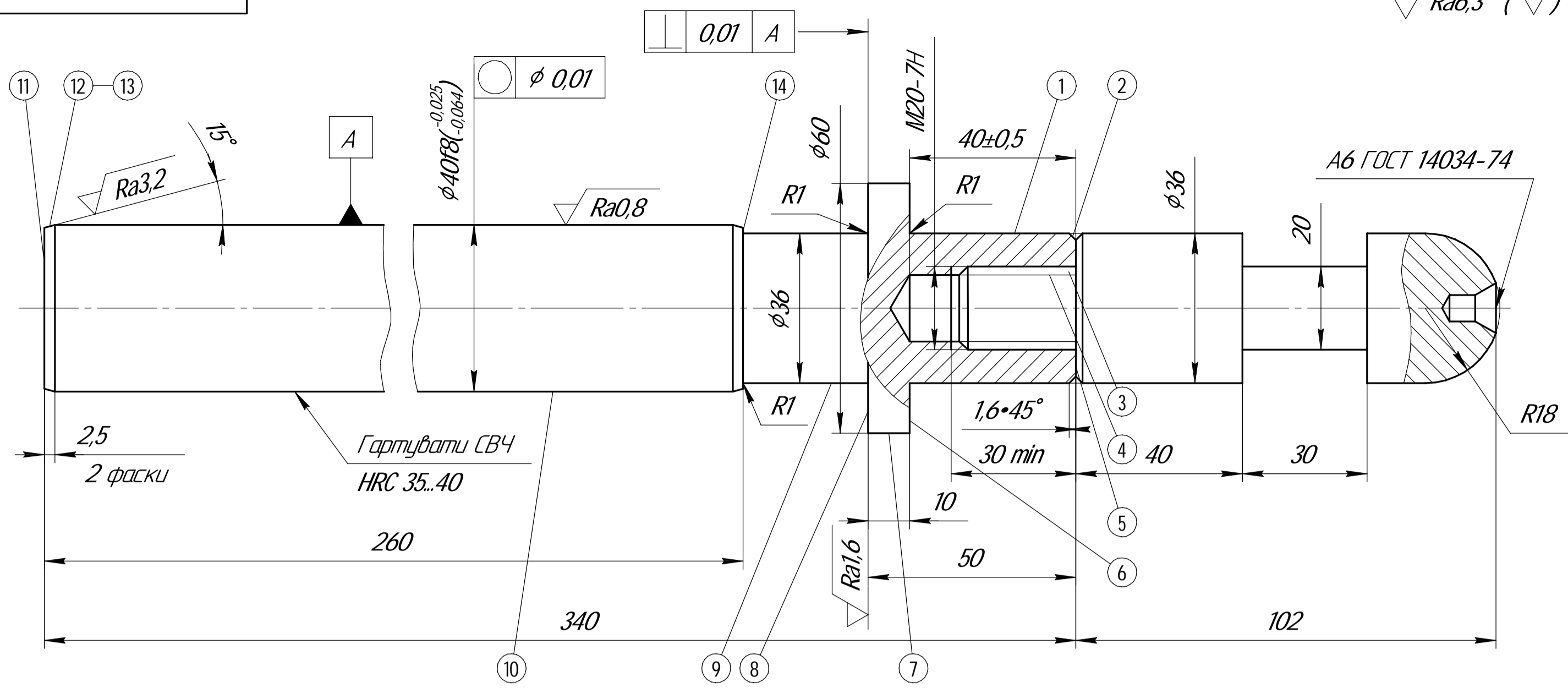
Розробив: ст.гр.ПМз-20-1К
Митрофайло . . .
Перевірів:
Роп'як Л. Я.

Акт № __ від «__» _____ 20__ р

Дубл.													
Взам.													
Оригінал										Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис
												2	
Розроб.	Митрофайло							Плунжер					
Перевір.	Роп'як												
Затверд.	Роп'як												
Р		Ш	Д або В	L	t	i	S	n	V	Тд	То		
Р			мм	мм	мм		мм (мм/хв.)	1/хв.	м/хв.	хв.	хв.		
01													
002	4.Нарізати різьбу М20-7Н в отворі 4.												
Т03	Мітчик 2620-1739 Р6М5 ГОСТ2366-71; Патрон М16-М30 ГОСТ 8522-86; Втулка 6100-0146 ГОСТ 13598-85												
04													
Р05			20	30	1,3	1	2,5	200	12,56	0,09	0,14		
06													
007	5.Зняти деталь.												
08													
009	6.Ставити клеймо виконавця.												
Т10	Молоток 7850-0103 Ц15хр. ГОСТ 2310-77												
11													
012	7.Покласти деталь в тару												
Т13	Тара технологічна І-533.												
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
ОК												5	

Формат		Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документація</i>							
A1				БР.ПМ-20-025.00.00.000 СК	Складальне креслення	×	
<i>Складальні одиниці</i>							
		1		БР.ПМ-20-025.00.01.000	Корпус	1	
<i>Деталі</i>							
		2		БР.ПМ-20-025.00.00.001	Фланець	1	
		3		БР.ПМ-20-025.00.00.002	Колодка напрямна	2	
		4		БР.ПМ-20-025.00.00.003	Призма	2	
		5		БР.ПМ-20-025.00.00.004	Важіль	2	
		6		БР.ПМ-20-025.00.00.005	Тяга	1	
		7		БР.ПМ-20-025.00.00.006	Шток	1	
		8		БР.ПМ-20-025.00.00.007	Вісь	2	
<i>Деталі</i>							
		9			Болт М10х50.58.05	6	
					ГОСТ 7808-71		
					Гвинт ГОСТ 10151-74		
		10			М10х50.58.05	6	
		11			М10х70.58.05	2	
		12			М16х70.58.05	2	
				БР.ПМ-20-025.00.00.000 СП			
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разрад.		Матрофайло				Лит.	Лист
Пров.		Роп'як				Н	1
Реценз.						Листов	
Н.контр.		Роп'як				2	
Утв.		Панчук				ІФНТУНГ	
Пристрії						зр.ПМз-20-1К	
розточний							
<i>Копировав</i>						<i>Формат А4</i>	

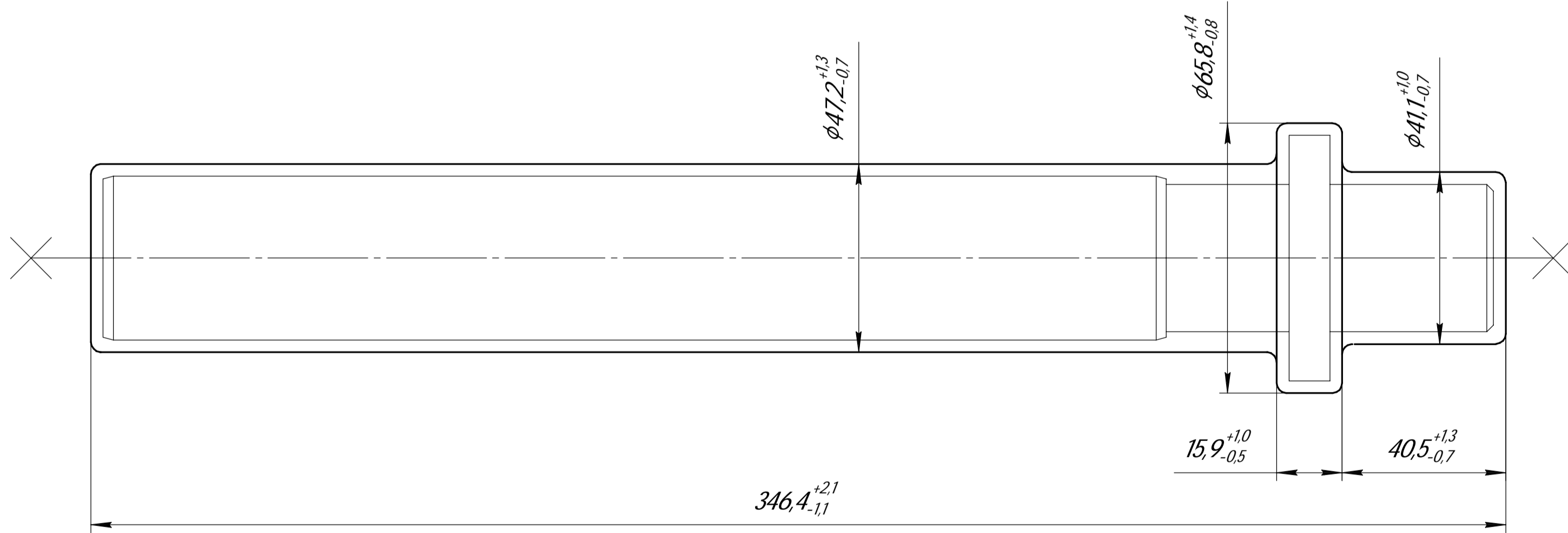
ТГМ-150В.52.03.015



1. НВ 241-285.
2. H14, h14, ± 2 .
3. Перед згвинчуванням на різьбову поверхню нанести шар клею епоксидного.

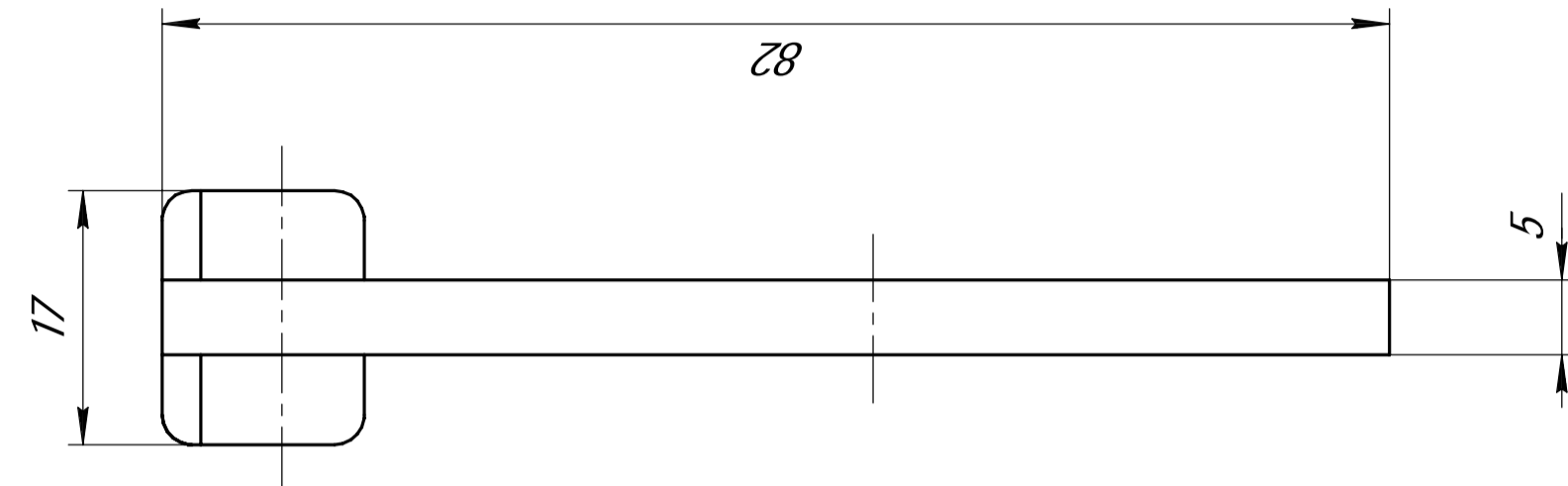
ТГМ-150В.52.03.015				
Зм.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата
Розроб.	Митрофанко			
Перев.	Рот'як			
Техніч.	Рот'як			
Реценз.				
Нормат.	Рот'як			
Затв.	Ланчик			
Вал				
Сталь 45 ГОСТ 1050-88				
		Лит	Маса	Масштаб
			3,18	1:1
		Архи	Архив	1
		ІФНТЧНГ		
		зр. ПМЗ-20-1К		

БР.ПМ-20-025.00.00.000 3

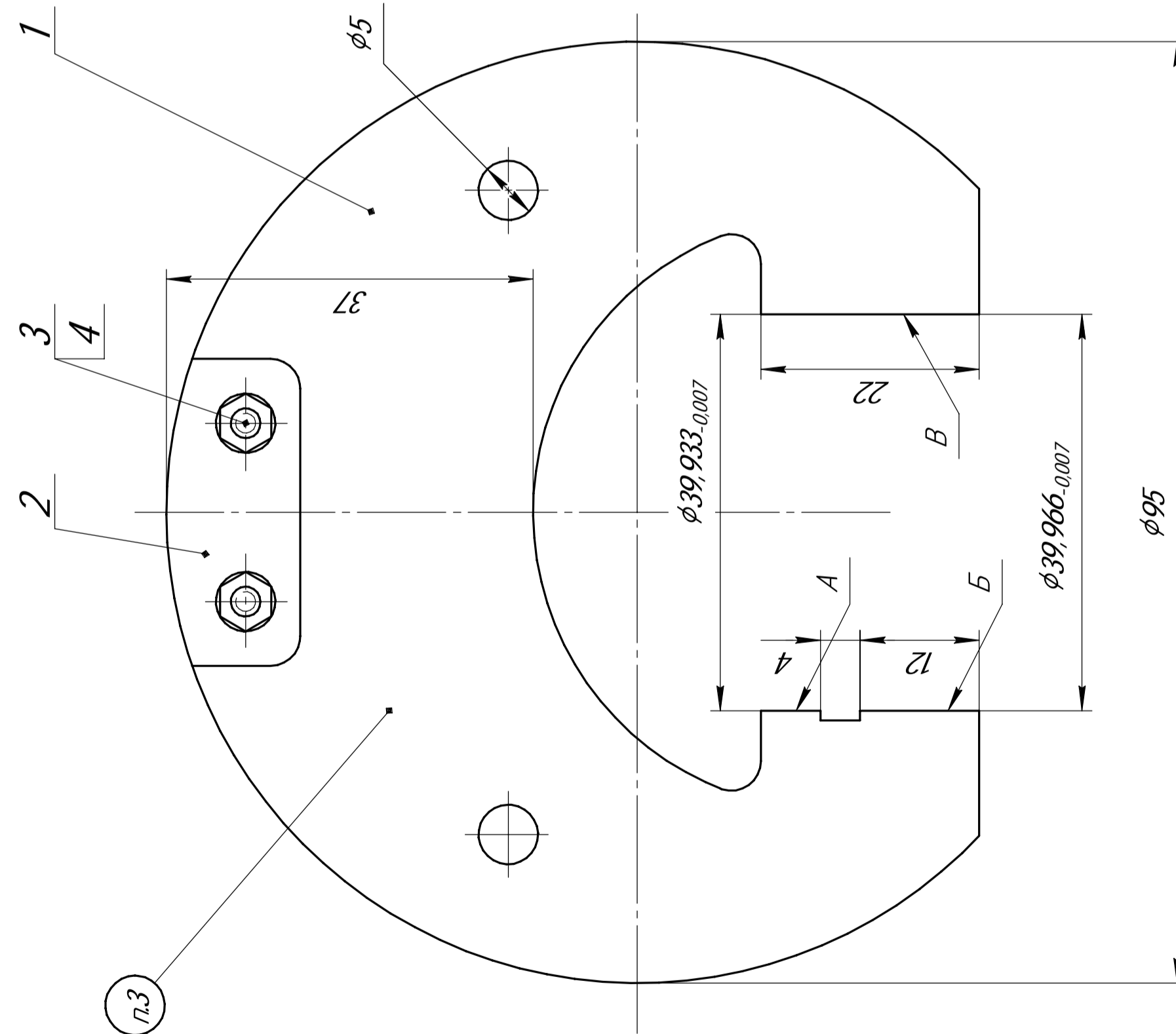


Радіуси заокруглень: зовнішні R2, внутрішні R5.
Штамповочні уклони: зовнішні 2°.
Зміщення штампів 0,4 мм.

БР.ПМ-20-025.00.00.000 3				
Зм.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата
Розроб.	Митрофанко			
Перев.	Рот'як			
Техніч.	Рот'як			
Реценз.				
Нормат.	Рот'як			
Затв.	Ланчик			
Заготовка плунжеера				
Сталь 45 ГОСТ 1050-88				
		Лит	Маса	Масштаб
			4,81	1:1
		Архи	Архив	1
		ІФНТЧНГ		
		зр.ПМЗ-20-1К		

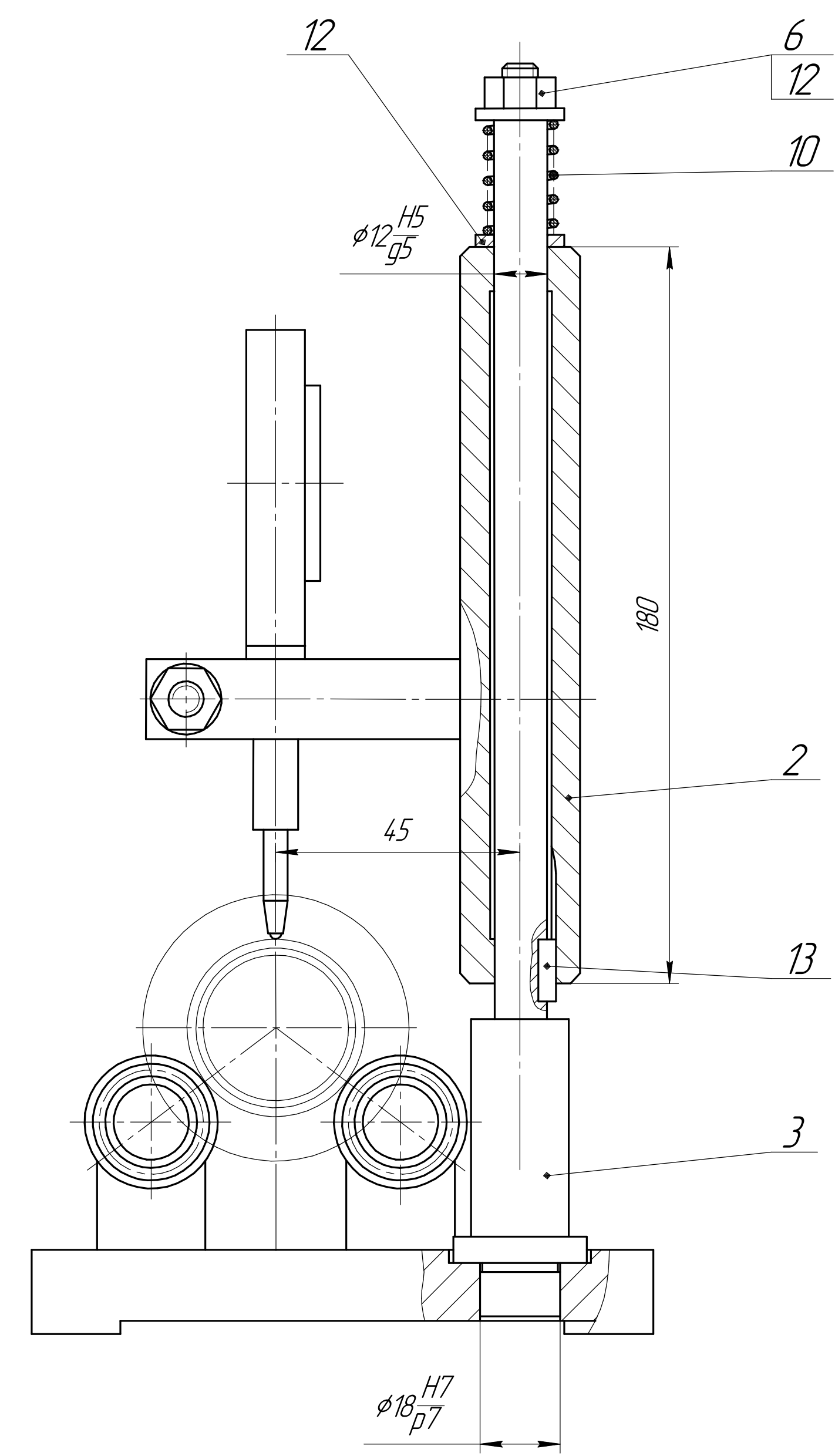
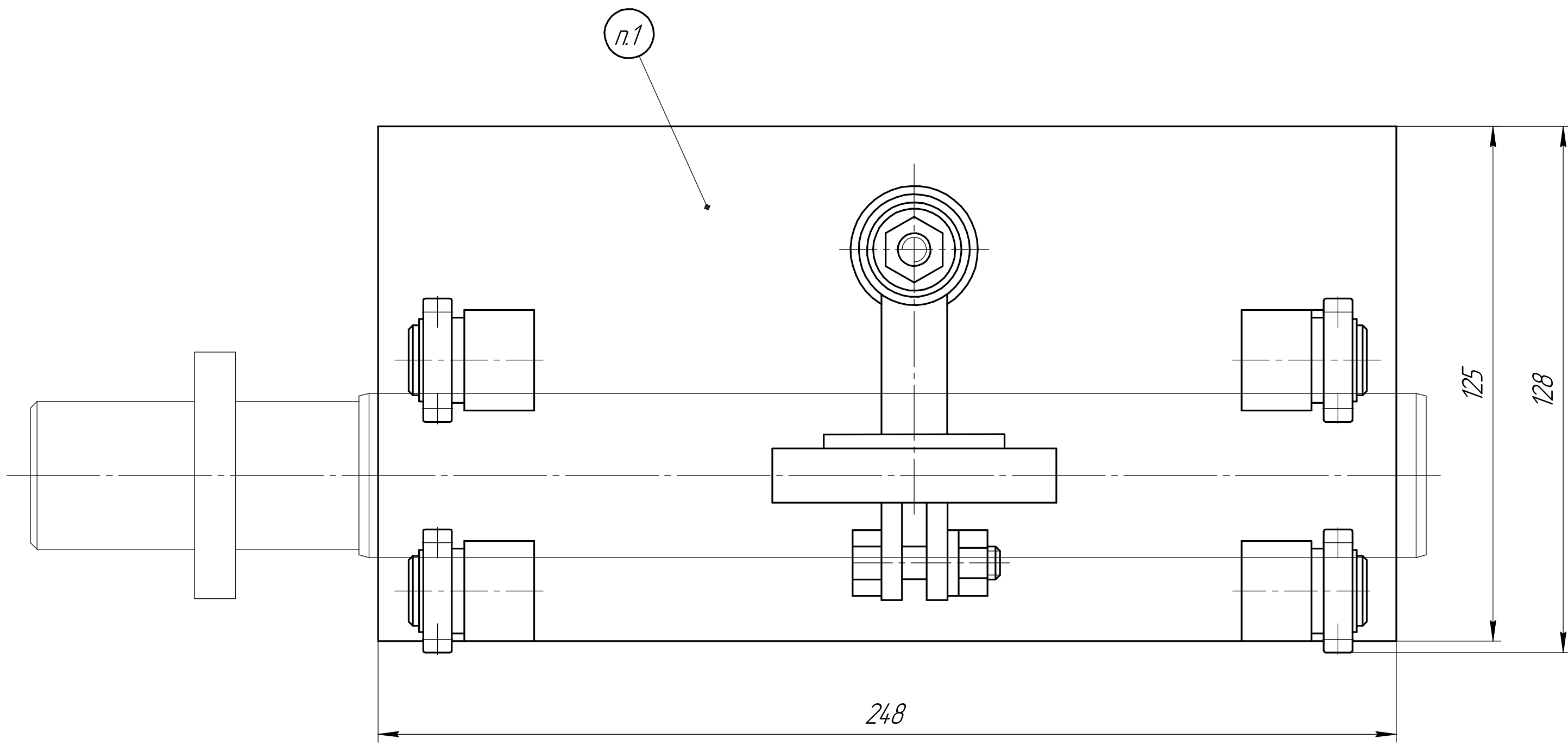
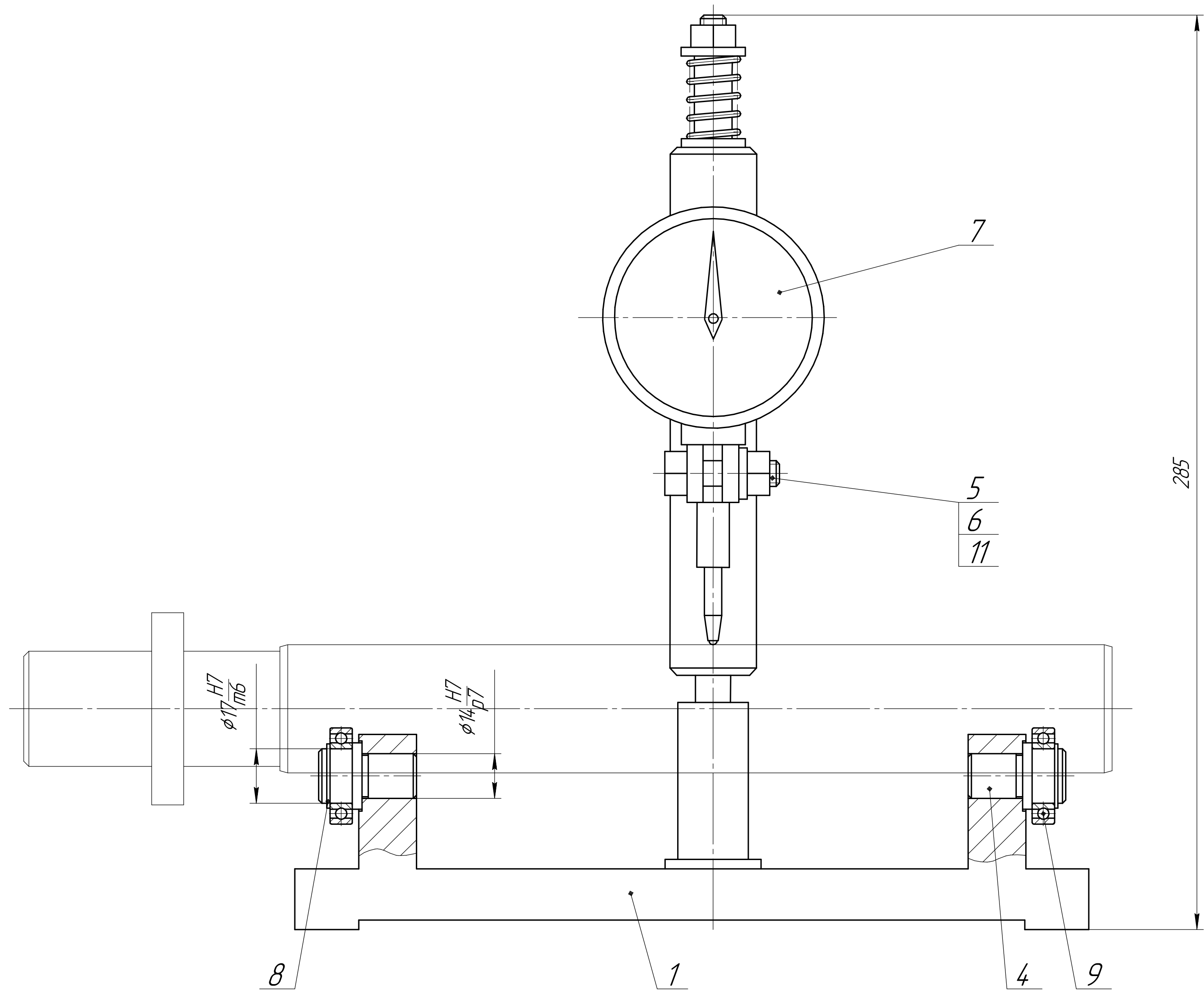


1. H14, h14, ± 2 .
2. Поверхні А, Б, В цементувати h 0.8-1.2 мм; HRC 30...35.
3. Маркувати.



БР.ПМ-20-025.00.00.000 3К

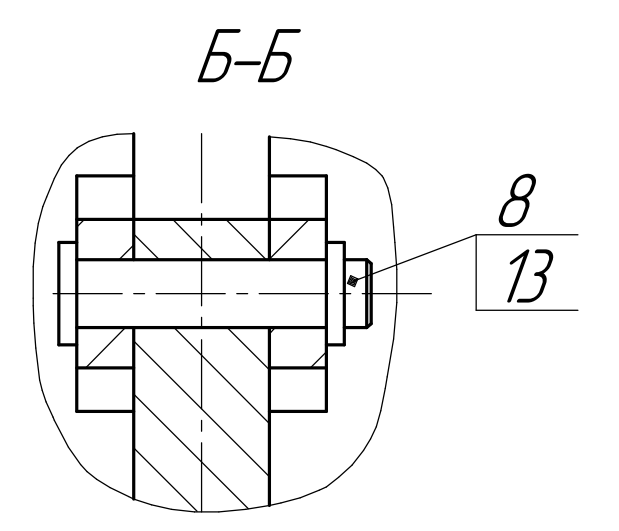
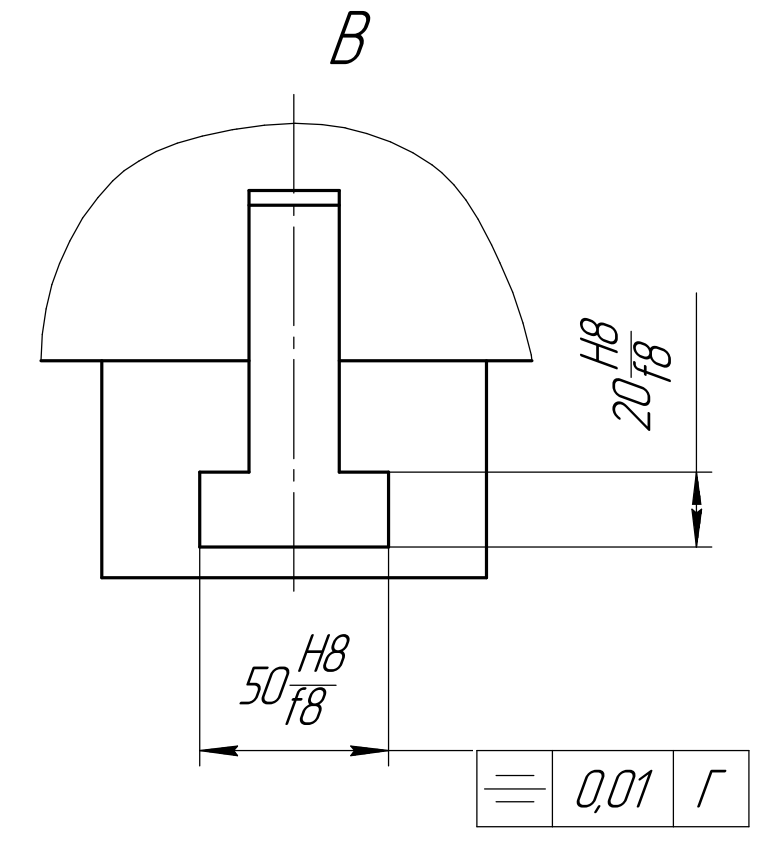
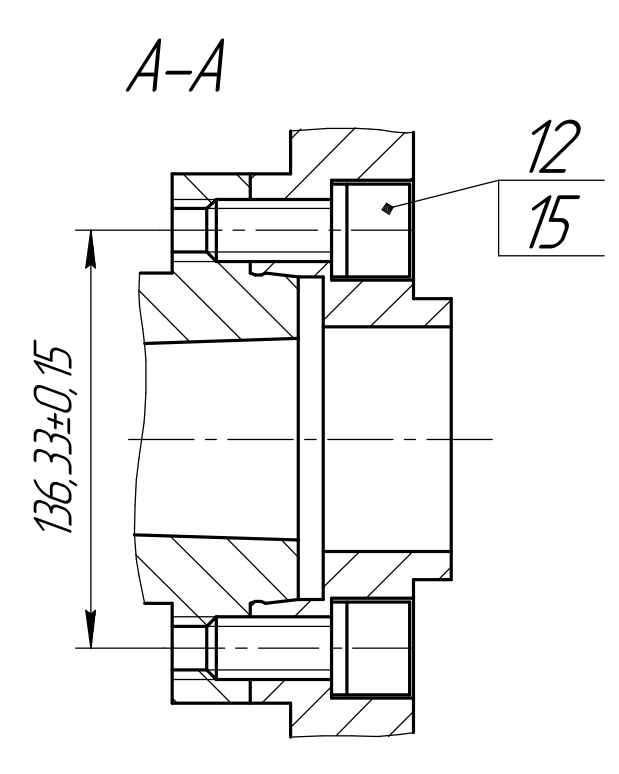
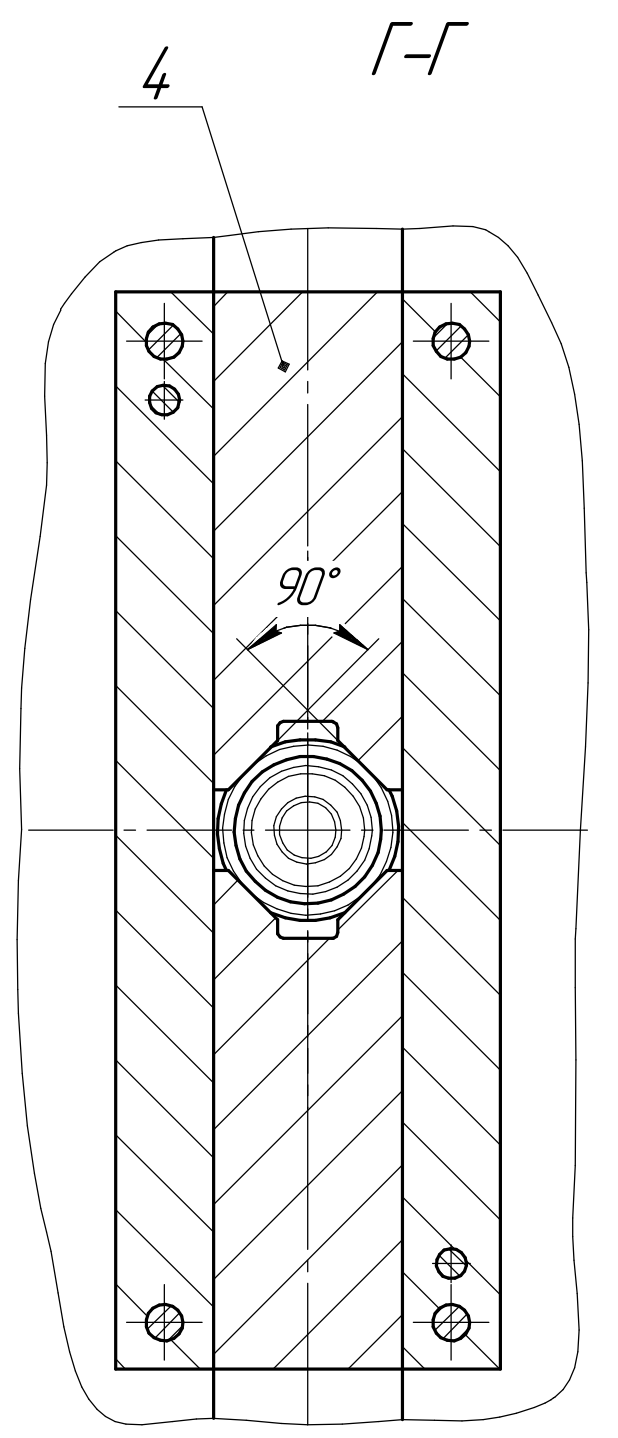
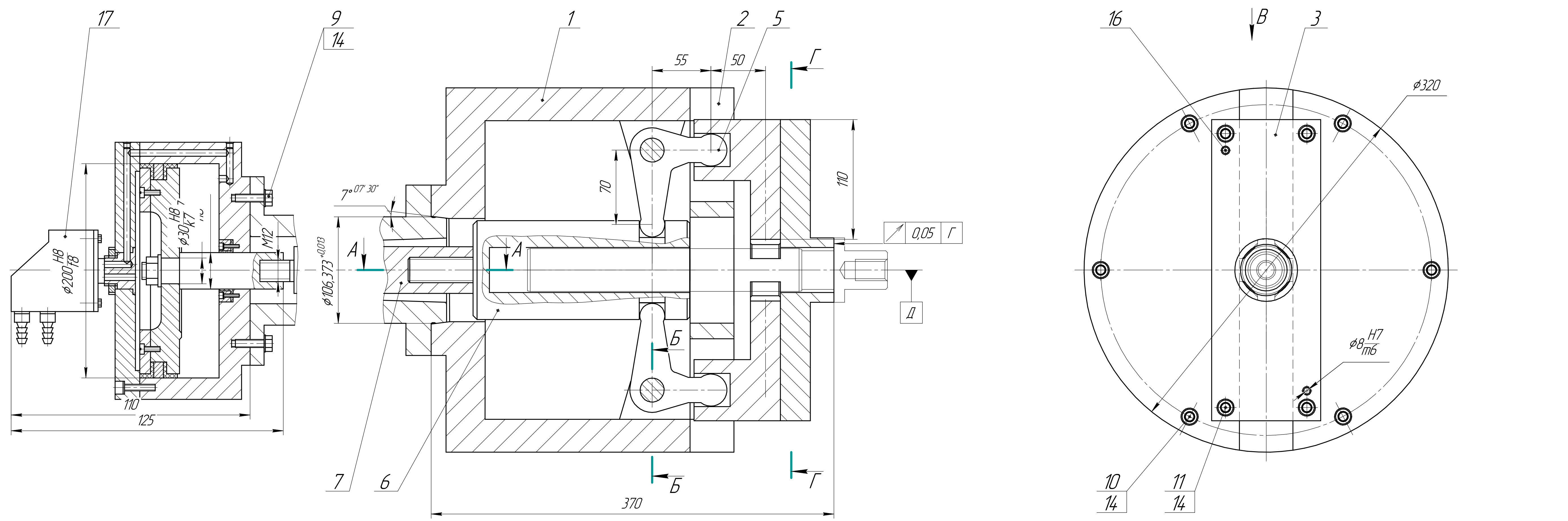
БР.ПМ-20-025.00.00.000 3К				
Зм.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата
Розроб.	Митрофанко			
Перев.	Рот'як			
Техніч.	Рот'як			
Реценз.				
Нормат.	Рот'як			
Затв.	Ланчик			
Калібр-скода				
Сталь 20Х ГОСТ 4354-81				
		Лит	Маса	Масштаб
			0,2	2:1
		Архи	Архив	1
		ІФНТЧНГ		
		зр. ПМЗ-20-1К		



Пристрій призначений для контролю круглості поверхні $\phi 40_{h8}$ плунжера ТТМ-150В.52.03.015.
 Похибка мікрометра 0,0018 мм.
 Похибка вимірювання пристрою 0,0029 мм.

1 Маркування.

					БР.ПМ-20-025.00.00.000 СК			
Зм.	Арх.	№ докум.	Підп.	Дата	Пристрій контрольний	Лист	Маса	Масштаб
Розроб.	Матрофанко							1:1
Перев.	Роп'як					Архив	Архив	1
Т.контр.	Роп'як					ІФНТУНГ		
Реценз.	Роп'як					гр. ПМЗ-20-1К		
Н.контр.	Роп'як							
Затв.	Панчик							



Технічна характеристика

1. Пристрій призначений для установки і закріплення плунжера ТГМ-150В.52.03.015 при обробці отвору М20-7Н на верстаті 1А616Ф3.
2. Тип приводу - пневматичний.
3. Зусилля затиску пристрою $W=22681$ Н.
4. Робочий тиск в пневмережі $p=0,63$ МПа.
5. Довжина робочого ходу призми 15 мм.
6. Довжина робочого ходу пневмоприводу 25 мм.

				БР.ПМ-20-025.00.00.000 СК				
Зм.	Арх.	№ докум.	Підп.	Дата	Пристрій розточний	Лист	Маса	Масштаб
Розроб.	Матроодило							1,2
Перев.	Роп'як					Архив	Архив	1
Реценз.	Роп'як					ІФНТУНГ		
Нормир.	Роп'як					зр. ПМ3-20-1К		
Затв.	Павчук							