

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

БР.ПМ-46.00.000 ПЗ

Група ПМ-19-1

ЦАПАН Іван

Васильович

2023

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

Інститут інженерної механіки

Кафедра Комп'ютеризованого машинобудування

Цапай Іван Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Технологія виготовлення деталі «Бугель поворотного затвора

ІА 99044-400 К 211.03.14»

(назва роботи)

ОПП «Прикладна механіка»

(назва освітньої програми)

131 – Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

І. В. Цапай

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник

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

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри КМВ

професор

(посада)

(підпис)

(дата)

В. Г. Панчук

(ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

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

м. Івано-Франківськ – 2023 рік

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної бакалаврської роботи на тему:
«ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ
«БУГЕЛЬ ПОВОРОТНОГО ЗАТВОРА ІА 99044-400 К 211.03.14»»

Розрахунково-пояснювальна записка: 52 сторінок, 12 рисунків, 19 таблиць, 20 посилань, 13 аркушів формату А4 додатків.

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

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження – деталь «Бугель поворотного затвора ІА 99044-400 К 211.03.14».

Мета роботи – розробити технологічний процес механічної обробки бугеля поворотного затвора, який дозволить виготовити деталь в умовах середньосерійного виробництва з мінімальними затратами, а також розробити конструкцію спеціального верстатного пристрою для фрезерування та пристрою для контрольної операції – контролю співвісності отворів.

Відповідно до поставленої мети у роботі проведено детальний аналіз конструкції деталі, методу отримання заготовки та базового маршруту механічної обробки бугеля. На основі результатів проведеного аналізу та рекомендацій літературних джерел розроблено раціональний маршрут механічної обробки бугеля для умов заданого типу виробництва. Обґрунтовано спосіб одержання заготовки, розраховано припуски, розраховано режими різання та нормування операцій. Для встановлення і закріплення бугеля на механообробній операції спроектовано верстатний пристрій із пневмоприводом для фрезерування лиски. Спроектовано також спеціальний пристрій для контролю співвісності між отворами Ø28Н9. В додатках наведено комплект технологічної документації.

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

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

Студент Цапай І. В.

ABSTRACT

of the qualifying bachelor's thesis on the topic:
"TECHNOLOGY OF MANUFACTURING PARTS
"ROTARY VALVE BOWL IA 99044-400 K 211.03.14""

Calculation and explanatory note: 52 pages, 12 figures, 19 tables, 20 references, 13 A4 sheets of annexes.

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

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

The subject of the research is the part "Rotary shutter bolt
IA 99044-400 K 211.03.14".

The purpose of the work is to develop a technological process of mechanical processing of the rotary valve bolt, which will allow the production of the part in conditions of medium series production with minimal costs, as well as to develop the design of a special machine tool for milling and a device for the control operation - control of the concentricity of the holes.

In accordance with the set goal, a detailed analysis of the structure of the part, the method of obtaining the workpiece and the basic route of mechanical processing of the bugle was carried out in the work. On the basis of the results of the analysis and the recommendations of literary sources, a rational route of mechanical processing of bugel was developed for the conditions of a given type of production. The method of obtaining the workpiece is substantiated, the allowances are calculated, the modes of cutting and normalization of operations are calculated. A machine tool with a pneumatic drive for coot milling has been designed to install and fix the bugle in the machining operation. A special device for controlling the alignment between holes $\text{Ø}28\text{H}9$ was also designed. A set of technological documentation is provided in the appendices.

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

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

Student Tsapai I.V.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень – бакалавр

Спеціальність 131 – Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В. Г. Панчук

“ ___ ” _____ 2023 року

**ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ**

Цапай Іван Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія виготовлення деталі «Бугель поворотного затвора
ІА 99044-400 К 211.03.14»

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

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

2. Термін подання студентом роботи 20.06.2023 р.

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

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

1) Конструкторсько-технологічний аналіз.

2) Проектування технології виготовлення деталі.

3) Проектування технологічного оснащення.

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

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

5.1. Креслення деталі (формат А2, 1 лист) та Креслення заготовки (формат А3, 1 лист).

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

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

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

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

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 17 травня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент _____ Цапай І.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

Зміст

Вступ	5
1 Конструкторсько-технологічний аналіз.....	6-14
1.1. Аналіз призначення і конструкції деталі	6-8
1.2. Аналіз технологічності деталі	9-10
1.3. Визначення організаційних умов виробництва	11-12
1.4. Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі	13-14
2 Проектування технології виготовлення деталі	15-37
2.1. Вибір заготовки	15-17
2.2. Вибір маршруту і операцій обробки деталі	18-21
2.3. Вибір засобів технологічного оснащення	22-24
2.4. Визначення міжопераційних припусків і розмірів обробки	25-29
2.5. Визначення режимів різання	30-33
2.6. Нормування технологічної операції	34-36
2.7. Аналіз техніко-економічних показників	37
3 Проектування технологічної оснастки	38-45
3.1. Пристрій для механічної обробки	38-40
3.2. Перевірка працездатності інструментів	41-42
3.3. Конструювання спеціального вимірного інструменту або контрольного пристрою.....	43-44
4 Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК	45-50
Перелік літературних джерел	51-52

					БР.ПМ-46.00.000 ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Цапай				Літ.	Аркуш	Акрушів
Перевір.	Роп'як				4	52	
Реценз.					ІФНТУНГ гр. ПМ-19-1		
Н. Контр.	Роп'як						
Затверд.	Панчук						

Вступ

Машинобудування є одною з ключових галузей сучасної економіки, від якої залежить рівень і темпи розвитку інших важливих галузей промисловості та народного господарства.

Технологія машинобудування – це наука про виготовлення виробів необхідної якості в заданій виробничою програмою кількості та в задані терміни з найменшою собівартістю. Вона має прикладний характер і тісний зв'язок з теорією різання, металорізальними верстатами та інструментами, технічними вимірюваннями і стандартизацією, матеріалознавством і термообробкою, системами автоматизації і програмування та економікою.

Технологія машинобудування має велику теоретичну основу: вчення про типізацію технологічних процесів, точність процесів механічної обробки, вибір заготовок і припусків на обробку, методи підвищення продуктивності технологічних процесів, теорію базування, вибір і проектування технологічної оснастки, різального і вимірної інструменту, розрахунок режимів різання, нормування технологічного процесу, розрахунок похибок обробки та аналізу технологічної точності виготовлення та складання.

Головним технологічним методом виготовлення деталей машин і механізмів є обробка різанням. Її трудомісткість у більшості галузей машинобудування значно перевищує трудомісткість ливарних, кувальних і штампувальних процесів разом взятих.

Обробка різанням металів має досить високу продуктивність, виняткову точність, універсальність і гнучкість. В цьому її переваги над іншими методами формоутворення поверхонь деталей машин.

					БР.ПМ-46.00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструкторсько-технологічний аналіз.

1.1. Аналіз призначення і конструкції деталі.

Деталь бугель ІА99044-400К входить в затвор поворотний ІА99044-400, який виготовляється на ПАТ "ІФАЗ". Служить для передачі крутного моменту з приводу через шпindel на запірний механізм затвора.

Більшість поверхонь деталі мають форму тіл обертання з спільною віссю. Конструкція деталі також містить лиски і паз.

Розштрений опис поверхонь деталі, службового призначення, конфігурації і розміри приведені в таблиці 1. 1.

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.	Ø110h14 (-0,87)	-	Ra12,5
2	Зовнішня циліндрична поверхня.	Допоміжна база. Служить для встановлення фланця приводу.	Ø108d11 -0,12 -0,34	-	Ra6,3
3	Плоска поверхня, обмежена зовнішньою і внутрішньою циліндричними поверхнями.	Допоміжна база. Служить для встановлення фланця приводу.	142h14(-1)	-	Ra6,3
4	Внутрішня циліндрична поверхня.	Вільна поверхня.	Ø90H14(+0,87)	-	Ra12,5
5	Фаска між плоскою і внутрішньою циліндричною поверхнею.	Вільна поверхня.	<45°	-	Ra12,5
6	Плоска поверхня, обмежена внутрішніми циліндричними поверхнями.	Вільна поверхня.	17±0,2	-	Ra12,5
7	Плоска поверхня, обмежена зовнішніми циліндричними поверхнями.	Допоміжна база. Служить для встановлення фланця приводу.	7±0,2	-	Ra12,5
8	Плоска поверхня, обмежена внутрішніми циліндричними поверхнями.	Допоміжна база. Служить для встановлення втулки кулачкової.	73±0,37	-	Ra6,3

					БР.ПМ-46.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6
9	Плоска поверхня, обмежена внутрішніми циліндричними поверхнями.	Допоміжна база. Служить для встановлення підшипника.	78±0,37	-	Ra6,3
10	Внутрішня циліндрична поверхня.	Допоміжна база. Служить для встановлення підшипника.	Ø70F9 ^{+0,104} _{-0,03}	-	Ra1,6
11- 12	Плоска поверхня, обмежена зовнішньою циліндричною і плоскою поверхнею.	Вільна поверхня.	55±0,37	-	Ra6,3
13-14	Плоскі поверхні (лиски), обмежені плоскими 10-11 і зовнішніми циліндричними поверхнями 1 і 2.	Вільні поверхні.	102h14 _(-0,87)	-	Ra12,5
15-16	Плоскі поверхні, обмежені плоскими 12-13, 16-17 і зовнішніми циліндричними поверхнями.	Вільні поверхні.	142h14 ₍₋₁₎	-	Ra12,5
17-18	Плоскі поверхні, обмежені плоскими 14-15, 20 і зовнішніми циліндричними поверхнями.	Вільні поверхні.	62±0,37	-	Ra12,5
19-20	Внутрішні циліндричні поверхні.	Основні бази. Служить для встановлення булєдя на важіль виробу через вісь.	Ø28H9 ^(+0,052)	0,1	Ra1,6
21	Плоска поверхня, обмежена плоскими 18-19 і внутрішньою циліндричною поверхнею 24-25.	Вільна поверхня.	45±0,31	-	Ra12,5
22	Внутрішня циліндрична поверхня.	Вільна поверхня.	Ø9 ^{+0,26}	-	Ra6,3
23	Внутрішня циліндрична різьбова поверхня.	Допоміжна база. Служать для кріплення маслянки.	M10x1-7H	-	Ra6,3
24	Фаска в отворі.	Вільна поверхня.	1×45°	-	Ra12,5

БР.ПМ-46.00.000 ПЗ

Арк.

7

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6
25-26	Внутрішня циліндрична поверхня.	Вільна поверхня. Служить для виходу шпинделя.	$\varnothing 52H14^{(+0,74)}$	-	Ra12,5
27-28	Внутрішні конічні поверхні.	Допоміжні бази. Служать для встановлення ущільнюючого кільця.	$\varnothing 60H14^{(+0,74)}$ $<15^{\circ} \pm 1^{\circ}$	-	Ra6,3
29	Внутрішня циліндрична поверхня.	Допоміжніа база. Служить для встановлення ущільнюючого кільця.	$\varnothing 60H14^{(+0,74)}$ $4^{+0,3}$	-	Ra12,5
30	Внутрішня циліндрична різьбова поверхня.	Допоміжна база. Служить для встановлення втулки різьбової.	M80×3-7H	-	Ra6,3
31	Фаска в отворі.	Вільна поверхня.	$\varnothing 77,2; <45^{\circ}$	-	Ra12,5
32	Галтель між фаскою 30 і внутрішньою циліндричною поверхнею 32.	Вільна поверхня.	R1 $5^{+0,3}$	-	Ra12,5
33	Внутрішня циліндрична поверхня.	Вільна поверхня. Служить для виходу інструмента.	$\varnothing 77,2^{+0,74}$ $5^{+0,3}$	-	Ra12,5
34	Галтель між внутрішніми циліндричними поверхнями 31 і 33.	Вільна поверхня.	R1,6 $5^{+0,3}$	-	Ra12,5
35	Внутрішня циліндрична поверхня.	Вільна поверхня.	$\varnothing 76,85^{+0,74}$	-	Ra12,5

Основні і найточніші поверхні: отвори 19-20 $\varnothing 28H9^{(+0,025)}$ Ra1,6, по яких деталь встановлена на вісь, отвір 10 $\varnothing 70F9^{+0,104}_{-0,03}$ Ra1,6, в який встановлений підшипник. Співвісність отворів 19 і 20 0,1 мм.

В процесі роботи затвора деталь передає навантаження від шпинделя на вал через важіль, для закривання і утримання в закритому положенні диска під тиском 2,5МПа, тому матеріалом для деталі служить вуглецева конструкційна якісна сталь – Сталь20 ГОСТ1050-88.

Хімічний склад і механічні властивості матеріалу Сталь 20 ГОСТ1050-88 наведені в таблицях 1.2 і 1.3.

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

C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
0,17-0,24	0,17-0,37	0,35-0,65	0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Таблиця 1.3 – Механічні властивості Сталі 40Х ГОСТ4543-71

σ_T	σ_B	$\Delta s. \%$	$\Psi. \%$	ан, Дж/см ²	НВ (не більше)	
не менше					гарячештапована	відпалена
245	412	25	20	-	159	245

					БР.ЛМ-46.00.000 ПЗ			Арк.
								8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

1.2 Аналіз технологічності деталі.

Послідовність обробки поверхонь деталі вказуєм в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Плани механічної обробки поверхонь.

№ пов.	Послідовність обробки (методи, вид); інструменти	Точність, шорсткість	Тип верстата; пристрій
1	2	3	5
1, 3, 15-16	Точіння; різець токарний прохідний відігнутий.	h14, Ra12,5 h14, Ra6,3 h14, Ra12,5	Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон.
2, 7	1) Точіння чорнове; різець токарний прохідний упорний. 2) Точіння чистове; різець токарний прохідний упорний.	d11, Ra6,3	Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон.
4, 6, 8, 9, 35	Розточування; Різець розточний для глухих отворів.	H14, Ra12,5 it14, Ra6,3 it14, Ra12,5	Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон.
5, 25-26	Розточування; Різець розточний для наскрізних отворів.	H14, Ra12,5 H14, Ra12,5	Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон.
27-28, 31-34	Розточування; Різець розточний канавочний.	H14, Ra6,3 H14, Ra12,5	Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон.
30	1) Розточування чорнове; різець розточний для глухих отворів. 2) Нарізання різьби; Різець тоарний різьбовий для внутрішньої метричної різьби.	7H, Ra6,3	Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон.
11-12, 13-14	Фрезерування; Набір дискових трьохсторонніх фрез.	h14, Ra6,3 it14, Ra12,5	Горизонтально-фрезерний верстат. Лещаата самоцентруючі з гвинтовим затиском.
17-18, 21	Фрезерування; Фреза кінцева.	H14, Ra12,5 it14, Ra12,5	Вертикально-фрезерний верстат. Лещаата самоцентруючі з гвинтовим затиском.
19-20, 22	Свердління; Свердло спіральне.	H14, Ra12,5 H12, Ra6,3	Вертикально-свердильний верстат. Пристрій свердильний.
23	1) Свердління; Свердло спіральне. 2) Нарізання різьби; Мітчик машинний для метричної різьби.	H14, Ra12,5	Вертикально-свердильний верстат. Пристрій свердильний.
24	Зенкування; Зенківка конічна.ець токарний прохідний відігнутий.	it14, Ra12,5	Вертикально-свердильний верстат. Пристрій свердильний.

Матеріал деталі – сталь 20 ГОСТ1050-88.

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

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

За здатністю обробки тиском даний матеріал належить до групи М1- вміст вуглецю до 2% і легуючих елементів до 0,35%, 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 [10]с.29-34 $V_{60}=155\text{м/хв}$; $V_{e60}=115\text{м/хв}$; $K_v=121/115=1,35$;

дане значення підтверджує добру оброблюваність різанням сталі 20 за рахунок меншої твердості і міцності порівняно з сталь45.

Більшість поверхонь деталі – поверхні типу тіл обертання, які мають спільну вісь, тому аналіз технологічності проводим з врахуванням особливостей обробки на верстатах з ЧПК згідно методики [2].с.14:

1. Конструкція деталі містить поверхні, які мають спільну вісь обертання: зовнішні циліндричні поверхні 1 і 2; внутрішні циліндричні поверхні 4, 10, 25-26, 29, 33, 35; внутрішні конічні поверхні 5, 27-28, 32; внутрішня циліндрична різьбова поверхня 30.
2. Конфігурація деталі дозволяє з одної установки обробити поверхні: 1-9, 25-35.
3. Обробка поверхні 1 на ділянці 55мм перервана лисками 13-14, на ділянці 45мм пазом 17-18, що спричиняє роботу інструменту на удар.
4. Місця спряжень циліндричних, конічних і криволінійних поверхонь мають різні радіуси.
5. В конструкції деталі є канавки: 27-29 для встановлення ущільнення, 31-34 для виходу різця, для обробку яких потрібно два різця.

										Арк.
										10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-46.00.000 ПЗ					

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 2,5 кг;

Таблиця 1.5 – Трудомісткість операцій обробки деталі

№ операції	Назва операції			T _о , хв	Φφ _к	T _{ш-к} (T _{шт}), хв
	№№ переходів	Розрахунок основного часу	i			
1	2	3	4	5	6	7
005.	Фрезерно-відрізна			2,74	1,84	5,04
1	$T_{o005}=0,19D^2=0,19\cdot 120^2$	1	2,74			
010.	Токарно-гвинторізна			8,09	1,8	14,6
1	$0,17Dl=0,17\cdot 120\cdot 55$	1	1,12			
2	$0,17Dl=0,17\cdot 120\cdot 142$	1	2,49			
3	$0,037(D^2-d^2)=0,037(120^2-100^2)$	1	0,31			
4	$0,037(D^2-d^2)=0,037(120^2-60^2)$	1	0,6			
5	$0,52dl=0,52\cdot 25\cdot 142$	1	1,35			
6	$0,52dl=0,52\cdot 45\cdot 142$	1	2,32			
015.	Токарно-гвинторізна			18,42	1,8	33,15
1	$0,17dl=0,17\cdot 120\cdot 85$	1	1,74			
2	$0,1dl=0,1\cdot 120\cdot 7$	1	0,14			
3	$0,037(D^2-d^2)=0,037(120^2-48^2)$	1	6,94			
4	$0,052(D^2-d^2)=0,052(60^2-52^2)$	1	3,9			
5	$0,17dl=0,17\cdot 120\cdot 7$	1	0,44			
6	$0,17dl=0,17\cdot 90\cdot 17$	1	0,18			
7	$0,17dl=0,17\cdot 75\cdot 73$	1	0,15			
8	$0,17dl=0,17\cdot 50\cdot 9$	1	0,08			
9	$0,1dl=0,1\cdot 70\cdot 6$	1	0,04			
10	$0,052(D^2-d^2)=0,037(77,2^2-72^2)$	1	3,2			
11	$0,052(D^2-d^2)=0,037(60^2-52^2)$	1	2,27			
12	$0,1dl=0,1\cdot 80\cdot 30$	1	0,44			
020.	Горизонтально-фрезерна			0,77	1,7	1,309
1	$7\cdot 1=7\cdot 110$	1	0,77			

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5	6	7
025.	Вертикально-фрезерна			0,63	1,7	1,071
1	$7l=7\cdot90$	1	0,63			
030.	Вертикально-свердлильна			0,29	1,8	0,522
1	$0,52dl=0,52\cdot28\cdot102$	2	0,29			
035.	Вертикально-свердлильна			0,93	1,5	1,395
1	$0,52dl=0,52\cdot8,4\cdot32$	1	0,34			
2	$0,52dl=0,52\cdot10,5\cdot1,5$	1	0,08			
3	$0,4dl=0,4\cdot10\cdot11$	1	0,51			

$$\sum T_{шт} = 57,19 \text{ хв};$$

Штучний час:

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

де: T_o – основний технологічний час, хв.;

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

Основні технологічні часи T_o і φ_k згідно [3] с. 146 додаток 1.

Середній штучний час:

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

де n- кількість операцій; $n=7$;

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

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

де: T_o – основний технологічний час, хв.;

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

Основні технологічні часи T_o і φ_k для операцій згідно [3] с.146 додаток 1.

1.3.2. Розрахунок програми випуску і партії деталей:

Число операцій обробки: $n=7$;

Сумарний штучний час:

$$\sum T_{шт} = 57,19 \text{ хв};$$

Середній штучний час:

$$T_{шт.сер.} = \sum T_{шт.} / n = 57,19 / 7 = 8,17 \text{ хв}; \quad (5)$$

Такт випуску деталей:

$$t_B = K_3 \cdot T_{шт.сер.} = 15 \cdot 8,17 = 122,55 \text{ хв}; \quad (6)$$

Річна програма випуску деталей:

– розрахункова:

$$N = F_d \cdot 60 / t_B = 4029 \cdot 60 / 122,45 = 1972,6 \text{ шт}; \quad (7)$$

– прийнята $N=1972$ шт;

Розрахункова кількість деталей в партії:

$$n_d = N \cdot a / F = 1972 \cdot 12 / 253 = 93,53 \text{ шт}; \quad (8)$$

Розрахункове число змін на обробку партії деталей:

$$C = T_{шт.сер.} \cdot n_d / 480 \cdot 0,8 = 8,17 \cdot 94 / 480 \cdot 0,8 = 1,98; \quad (9)$$

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

Прийнятий обсяг партії деталей:

$$n_{пр} = C_{пр.} \cdot 480 \cdot 0,8 / T_{шт.сер.} = 2 \cdot 480 \cdot 0,8 / 8,17 = 94 \text{ шт}; \quad (10)$$

						БР.ПМ-46.00.000 ПЗ	Арк.
							12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

1.4. Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі.

На базовому підприємстві ПАТ "ІФАЗ" бугель ІА99044-400К 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 бугель ІА99044-400К

№ 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 Ø120 мм в розмір L=146 мм; пила кругла.	3; 15-16	
010	Токарно-гвинторізна.		Токарно-гвинторізний верстат 16К20 (N=10 КВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø250 мм.
1	Підрізати торець; різець токарний прохідний відігнутий.	15-16	
2	Точити поверхню; різець токарний прохідний відігнутий.	1	
3	Свердлити отвір; свердло спіральне.	25-26	
4	Розсвердлити отвір; свердло спіральне.	25-26	
015	Токарно-гвинторізна.		Токарно-гвинторізний верстат 16К20 (N=10 КВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø250 мм. Центр обертвий.
1	Підрізати торець; різець токарний прохідний відігнутий.	3	
2	Точити поверхню; різець токарний прохідний відігнутий.	1	
3	Точити поверхні; різець токарний підрізний.	2; 7	

продовження таблиці 1.6

1	2	3	4
4	Розточити поверхні; різець токарний розточний для глухих отворів.	4; 6; 8-10; 35	
5	Розточити поверхні; різець токарний розточний для наскрізних отворів.	24-25	
6	Розточити канавку; різець токарний розточний канавочний.	30-32	
7	Розточити канавку; різець токарний розточний канавочний.	27-29	
020	Горизонтально-фрезерна.		Горизонтально-фрезерний верстат 6P82 (N=7,5 КВТ); Лещата самоцентруючі з гвинтовим затиском.
1	Фрезерувати поверхні; Набір фрез дискових трьохсторонніх.	16-19	
025	Вертикально-фрезерна.		Вертикально-фрезерний верстат 6P12 (N=7,5 КВТ); Лещата самоцентруючі з гвинтовим затиском.
1	Фрезерувати поверхні; Фреза кінцева.	16-17; 20	
030	Вертикально-свердлильна.		Вертикально-свердлильний верстат 2Н135 (N=5,5 КВТ); Пристрій свердлильний.
1	Свердлити отвори; Свердло спіральне.	18-19	
2	Зенкерувати отвори; Зенкер.	18-19	
3	Розвірчувати отвори; Розвіртка циліндрична.	18-19	
035	Вертикально-свердлильна.		Вертикально-свердлильний верстат 2Н135 (N=5,5 КВТ); Пристрій свердлильний.
1	Свердлити отвір; Свердло спіральне.	21	
2	Зенкувати отвори; Зенківка конічна.	23	
3	Нарізати різьбу в отворі; Мітчик для метричної різьби.	22	

2. Проектування технології виготовлення деталі.

2.1. Вибір заготовки.

Розрахунок маси заготовки і визначення коефіцієнта використання матеріалу.

Початкові дані:

- маса деталі $m_d=2,5$ кг;
- тип виробництва-середньосерійний;
- матеріал деталі – Сталь20 ГОСТ 1050-88;
- $\rho=7820$ кг/м³.

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

Базова заготовка – гарячекатаний прокат круглого профілю.

Згідно [7]с.584.Табл.4 при розмірах деталі $\varnothing 110$ мм $L=142$ мм діаметр заготовки з круглого прокату становить $\varnothing 115$ мм. Для торців припуск на сторону становить 2 мм. Приймаємо довжину заготовки довжиною $L=146$ мм.

Об'єм заготовки:

$$V=\pi \cdot D^2/4 \cdot L=3,14 \cdot 115^2/4 \cdot 146=1515717 \text{мм}^3; \quad (11)$$

Де D – діаметр заготовки, мм;

L – довжина заготовки, мм;

$$\text{Маса заготовки: } m=V \cdot \rho=1515717 \cdot 10^{-9} \cdot 7820=11,85 \text{кг}; \quad (12)$$

$$\text{Коефіцієнт використання матеріалу } K_{\text{вм}}=M_d/M_z=2,5/11,85=0,21;$$

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

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

Де M – витрати на матеріал заготовки;

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

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

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

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

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

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

Штучний час для відрізання круга $\varnothing 115$ мм довжиною $L=146$ мм на верстаті

8Г662 при подачі 25 мм/хв. становить: $T_{\text{шт}}=1,5 \cdot T_{\text{о}}=1,5 \cdot (115+8)/25=7,38$ хв;

$C_{\text{о.з.}}=16,5 \cdot 7,38/60=2,03$ грн.;

Витрати на матеріал згідно [2.с.30]:

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

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

$S_{\text{відх}}$ – ціна 1 т відходів;

Згідно базових даних для круглого прокату $\varnothing 115$ мм з Сталі20 ГОСТ 1050-88

$S=4,3$ грн.; $S_{\text{відх}}=600$ грн./т;

$M=11,85 \cdot 4,3-(11,85-2,5) \cdot 600/1000=45,14$ грн.;

$S_{\text{заг}}=45,14+2,03=47,17$ грн.;

					БР.ПМ-46.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

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.

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:

$C_{\pi} = V_1 + V_2 - V_3 - V_4 - V_5$ (17)

$$V_1 = \pi \cdot d^2 \cdot L / 4 = 3,14 \cdot 115^2 \cdot 142 / 4 = 1474190 \text{ мм}^3;$$

$$V_2 = \pi \cdot d^2 \cdot L / 4 = 3,14 \cdot 90^2 \cdot 17 / 4 = 108094 \text{ мм}^3;$$

$$V_3 = \pi \cdot d^2 \cdot L / 4 = 3,14 \cdot 77^2 \cdot 56 / 4 = 260639 \text{ мм}^3;$$

$$V_4 = \pi \cdot d^2 \cdot L / 4 = 3,14 \cdot 52^2 \cdot 24 / 4 = 50943 \text{ мм}^3;$$

$$V_5 = B \cdot H \cdot L = 110 \cdot 62 \cdot 45 = 306900 \text{ мм}^3;$$

$$C_{\pi} = 1474190 - 108094 - 260639 - 50943 - 306900 = 747614 \text{ мм}^3;$$

$$C_{\phi} = \pi \cdot d^2 \cdot L / 4 = 3,14 \cdot 110^2 \cdot 142 / 4 = 1348787 \text{ мм}^3;$$

$$C = 747614 / 1348787 = 0,554;$$

Згідно [8.с.243] степінь складності штамповки при $0,63 < C < 1$ ($0,32 < 0,554 < 0,63$) С2.

Згідно ГОСТ 7505-88 табл.19 клас точності – II (нормальна точність);

Згідно [8.с.248.Табл.49] назначаємо припуски на поверхні деталі (на сторону):
поверхня 1: $t=1,5$ мм; поверхні 3, 15-16: $t=1,6$ мм; поверхня 4: $t=1,5$ мм; поверхня 6: $t=1,4$ мм; поверхні 25-26: $t=1,4$ мм; поверхні 30, 35: $t=2$ мм; поверхня 8: $t=2$ мм; поверхні 17-18: $t=1,5$ мм; поверхня 21: $t=1,4$ мм;

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

На розміри заготовки, які утворились з врахуванням припусків назначаємо допуски згідно [8.с.245.Табл.47], внаслідок чого отримуємо розміри заготовки:

$$\text{Ø}114^{+1,2}_{-0,6} \quad \text{Ø}86^{+0,6}_{-1} \quad \text{Ø}72^{+0,6}_{-1} \quad \text{Ø}48,2^{+0,5}_{-1} \quad 17,2^{+1}_{-0,5} \quad 72,6^{+1}_{-0,6} \quad 146,2^{+1,2}_{-0,6} \quad 58^{+1}_{-0,6} \quad 45,2^{+1}_{-0,5}$$

Штамповочні наклони згідно [5.с.148]:

Зовнішній 3°; Внутрішній 5°;

Радіуси заокруглень згідно [5.с.145]:

Зовнішні 2мм; внутрішні 5мм;

Об'єм заготовки:

$V = V_1 + V_2 - V_3 - V_4 - V_5$ (18)

$$V_1 = 3,14 \cdot 114^2 \cdot 146,2 / 4 = 1491512 \text{ мм}^3;$$

$$V_2 = 3,14 \cdot 86^2 \cdot 17,2 / 4 = 99860 \text{ мм}^3;$$

$$V_3 = 3,14 \cdot 77^2 \cdot 55,4 / 4 = 257846 \text{ мм}^3;$$

$$V_4 = 3,14 \cdot 48,2^2 \cdot 18,4 / 4 = 33557 \text{ мм}^3;$$

$$V_5 = 114 \cdot 58 \cdot 45,2 = 298862 \text{ мм}^3;$$

$$V = 1491512 - 99860 - 257846 - 33557 - 298862 = 801387 \text{ мм}^3;$$

Маса заготовки: $m_z = 801387 \cdot 10^{-9} \cdot 7820 = 6,27$ кг;

Коефіцієнт використання матеріалу $K_{\text{вм}} = 2,5 / 6,27 = 0,4$;

					БР.ПМ-46.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		16

$$S_{\text{заг}} = (C/1000 \cdot Q \cdot K_t \cdot K_c \cdot K_v \cdot K_m \cdot K_p) - (Q - q) \cdot S_{\text{відх}}/1000 \quad (19)$$

Де С-базова вартість одної тони заготовок;

K_t, K_c, K_v, K_m, K_p – коефіцієнти, які залежать від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу і об'єму виробництва заготовок; згідно базових даних $C=5900$ грн;

Згідно [2.с.37-38]: $K_t=1; K_m=1; K_c=0,84; K_v=1,85; K_p=1;$

$$S_{\text{заг}} = (5900/1000 \cdot 6,27 \cdot 1 \cdot 0,84 \cdot 1,85 \cdot 1 \cdot 1) - (6,27 - 2,5) \cdot 600/1000 = 55,22 \text{грн};$$

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

Таблиця 2.1 - Техніко-економічні показники методів отримання заготовки для деталі бугель ІА99044-400К

Основні техніко-економічні показники	Варіанти отримання заготовки	
	Прокат круглого профілю	Штампована на кривошипному гаряче штампувальному пресі
Маса заготовки, кг	11,85	6,27
Коефіцієнт використання металу	0,21	0,4
Собівартість заготовки для однієї деталі, грн	47,17	55,22

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

Серед альтернативних методів найнижчий розхід матеріалу (6,27кг проти 11,85кг) і найвищий коефіцієнт використання K_{vm} (0,4 проти 0,21) в штампованій заготовці. Найнижча собівартість виготовлення в заготовки з круглого прокату (47,17грн проти 55,22грн), однак в середньо серійному виробництві доцільніше використовувати штамповану 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 штамповкою на кривошипному гарячекатаному пресі.

2.2. Вибір маршруту і операцій обробки деталі.

На базовому підприємстві ПАТ “ІФАЗ” бугель ІА99044-400К виготовляється в умовах дрібносерійного виробництва.

Таблиця 2.2 – Опис проектної технології обробки бугель ІА99044-400К.

№ 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	Токарно-гвинторізна.		Рис. 1
	Токарно-гвинторізний верстат мод. 16К20 (N=10 кВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø250 мм; центр обертовий.		
1	Підрізати торці з переустановленням; різець токарний прохідний відігнутий.	3; 15-16	
2	Точити поверхню з переустановленням; різець токарний прохідний відігнутий.	1	
015	Токарна з ЧПК.		Рис. 2
	Токарно-револьверний верстат з ЧПК мод. 1В340Ф30 (N=8,5 кВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø250 мм; центр обертовий.		
1	Підрізати торець начисто; різець токарний для контурного точіння $\varphi=45^\circ$.	3	
2	Точити поверхні; різець токарний для контурного точіння $\varphi=93^\circ$.	2; 7	
3	Розточити поверхні; різець токарний розточний для глухих отворів.	4; 6; 8-10; 35	
4	Розточити поверхні; різець токарний розточний для наскрізних отворів.	24-25	
5	Розточити канавку; різець токарний розточний канавочний.	30-32	
6	Розточити канавку; різець токарний розточний канавочний.	27-29	

					БР.ПМ-46.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

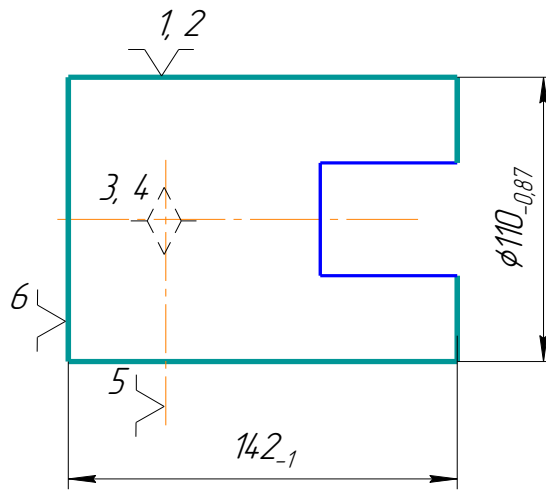


Рис.1 – Ескіз обробки деталі на операції 010

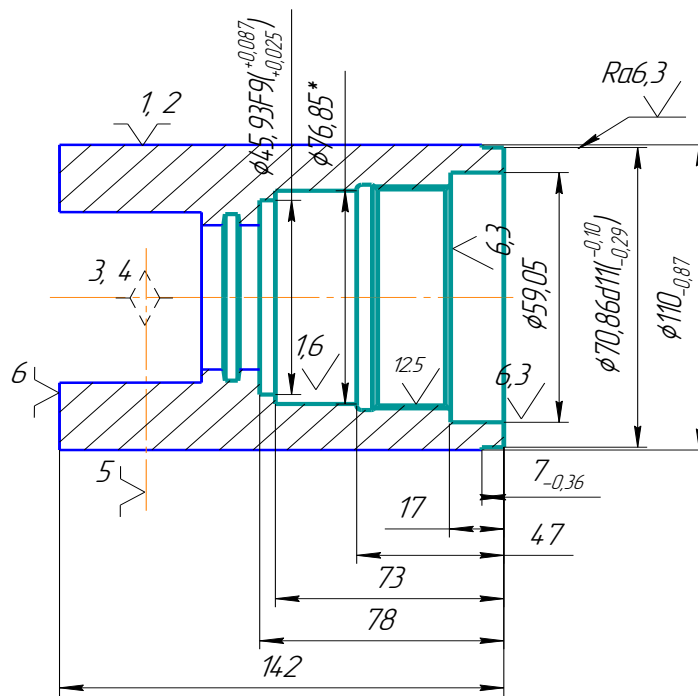


Рис.2 – Ескіз обробки деталі на операції 015

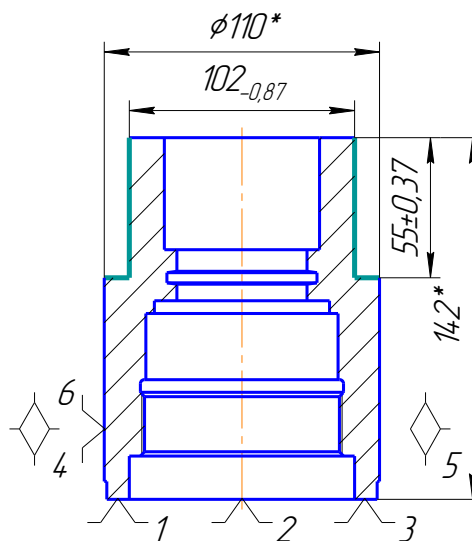


Рис.3 – Ескіз обробки деталі на операції 020

					БР.ПМ-46.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

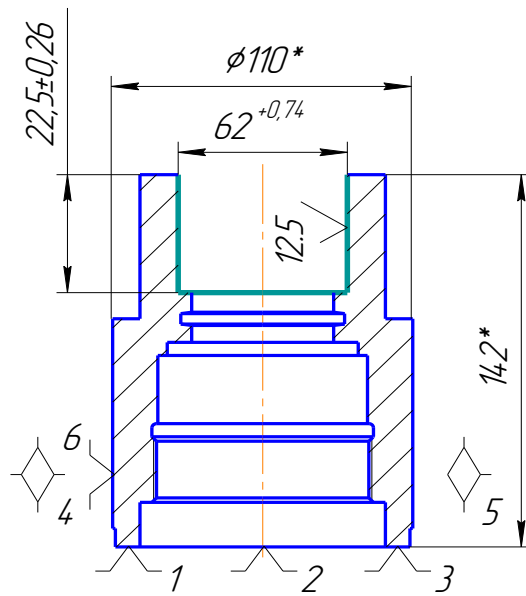


Рис.4 – Ескіз обробки деталі на операції 025

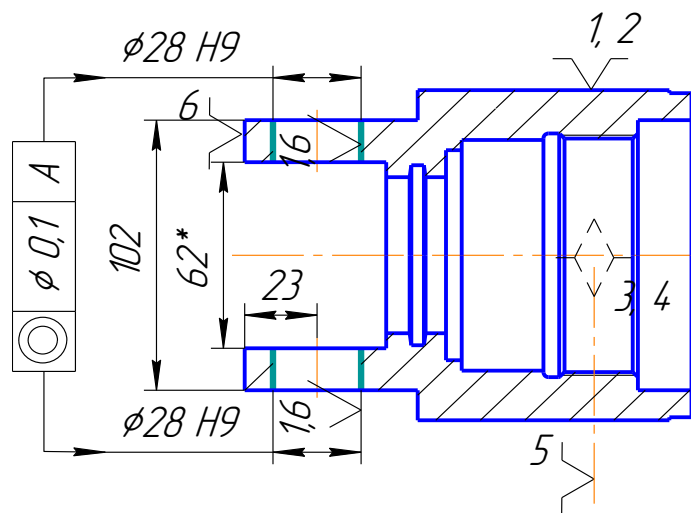


Рис.5 – Ескіз обробки деталі на операції 030

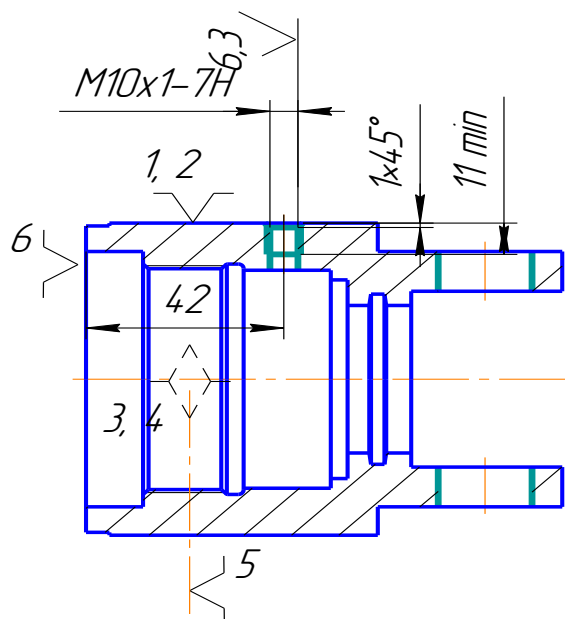


Рис.6 – Ескіз обробки деталі на операції 035

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{екс}^2 + \rho_{кор}^2} \quad (21)$$

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

$\rho_{екс}=1,4\text{мм}$ [8].с.185 табл.13;

$\rho_{кор}=\Delta\kappa \cdot L=0,6 \cdot 142=85\text{мкм}=0,085\text{мм}$;

$L=85\text{мм}$ – довжина базової поверхні;

$\Delta\kappa=1\text{мкм/мм}$ [3].с.71 табл.4.8;

$$\rho_3 = \sqrt{0,8^2 + 1,4^2 + 0,085^2} = 1,62\text{мм};$$

Похибка установки заготовки згідно [3].с.73:

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

де E_{σ} -похибка базування, мкм;

E_z -похибка закріплення заготовки в пристрої, мкм;

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

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

Похибка закріплення згідно [3].с.82.Табл.4.13 $E_z=70\text{мкм}$;

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

$E_{np}=50\text{мкм}$;

$$E_y = \sqrt{0^2 + 70^2 + 50^2} = 86\text{мкм} = 0,086\text{мм}$$

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

$\rho_{ост}=K_y \cdot \rho_3$,

де K_y -коефіцієнт уточнення форми;

для чорнового розточування $K_y=0,06$;

для чистового розточування $K_y=0,04$;

для тонкого розточування $K_y=0$;

після чорнового розточування $\rho_2=0,06 \cdot 1620=97,2\text{мкм}$;

після чистового розточування $\rho_3=0,04 \cdot 1620=64,8\text{мкм}$;

Похибка установки заготовки на проміжних переходах:

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

для тонкого розточування $E_3=E_{інд}$

Чорнове, чистове і тонке розточування проводиться з одної установки,

тому похибка індикації $E_{інд}=0$;

$E_2=0,05 \cdot 86=4,3\text{мкм}$; $E_3=0$;

Мінімальні значення припусків:

-тонке розточування: $2z_{\min 1}=2(30+30+64,8+0)=249,6\text{мкм}$;

-чистове розточування: $2z_{\min 2}=2(50+50+97,2+4,3)=403\text{мкм}$;

-чорнове розточування: $2z_{\min 3}=2(150+250+1620+86)=4212\text{мкм}$;

Розрахункові розміри, починаючи з кінцевого $\text{Ø}70\text{F}9_{+0,03}^{+0,104}$, визначаємо за формулою:

$$D_{pi}=D_{pi-1}-2z_{\min i}+1; \quad (23)$$

-готової поверхні: $D_{p1}=70,104\text{мм}$;

-для чистового розточування: $D_{p2}=70,104-0,2496=69,85\text{мм}$;

-для чорнового розточування: $D_{p3}=69,85-0,403=69,447\text{мм}$;

-для заготовки: $D_{p4}=69,447-4,212=65,235\text{мм}$;

Найбільші граничні розміри:

-готової поверхні: $D_{\max 1}=70,104\text{мм}$;

					БР.ПМ-46.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- після чистового розточування: $D_{\max 2}=69,85\text{мм}$;
- після чорнового розточування: $D_{\max 3}=69,447\text{мм}$;
- заготовки: $D_{\max 4}=65,235\text{мм}$;

Номінальні граничні розміри:

$$D_{\min i}=D_{\max i}-b_i,$$

(24)

де b_i -допуск на заданий розмір;

-готова поверхня: $b=0,074\text{мм}$ (по F9)

$$D_{\min 1}=70,104-0,074=70,03\text{мм};$$

-після чистового розточування: $b=0,19\text{мм}$ (по H11)

$$D_{\min 2}=69,85-0,19=69,66\text{мм};$$

-після чорнового розточування: $b=0,74\text{мм}$ (по H14)

$$D_{\min 3}=69,447-0,74=68,707\text{мм};$$

-заготовки: $b=1,6\text{мм}$ $D_{\min 4}=65,235-1,6=63,635\text{мм}$;

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

-для тонкого розточування:

$$2z_{\min \text{пр}1}=70,104-69,85=0,254\text{мм};$$

$$2z_{\max \text{пр}1}=70,03-69,66=0,37\text{мм};$$

-для чистового розточування:

$$2z_{\min \text{пр}2}=69,85-69,447=0,403\text{мм};$$

$$2z_{\max \text{пр}2}=69,66-68,707=0,953\text{мм};$$

-для чорнового розточування:

$$2z_{\min \text{пр}3}=69,447-65,235=4,212\text{мм};$$

$$2z_{\max \text{пр}3}=68,707-63,635=5,072\text{мм};$$

Результати розрахунку заносимо в таблицю

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

$$2z_{\min}=0,254+0,403+4,212=4,869\text{мм};$$

$$2z_{\max}=0,37+0,953+5,072=6,395\text{мм};$$

Загальний номінальний припуск:

$$2z_{\text{ном}}=2z_{\min}+BD_3-BD_d,$$

де BD_3 і BD_d -верхні відхилення по розмірах на заготовку і готову поверхню;

$$2z_{\text{ном}}=4,869+0,6-0,104=5,365\text{мм};$$

$$D_{\text{ном}}=D_{\text{дном}}-2z_{\text{ном}}=70,03-5,365=64,665\text{мм};$$

Перевірка правильності виконаних розрахунків:

$$2z_{\max \text{пр}1}-2z_{\min 1}=0,37-0,254=0,116; \quad b_2-b_1=0,19-0,074=0,116;$$

$$2z_{\max \text{пр}2}-2z_{\min 2}=0,953-0,403=0,55; \quad b_3-b_2=0,74-0,19=0,55;$$

$$2z_{\max \text{пр}3}-2z_{\min 3}=5,072-4,212=0,86; \quad b_4-b_3=1,6-0,74=0,86;$$

Результати розрахунку заносимо в таблицю 2.5.

На основі даних розрахунків будуємо схему графічного розташування припусків і допусків на обробку отвору $\varnothing 70F9^{+0,104}_{+0,03}$.

					БР.ПМ-46.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.5 – Розрахунок припусків на механічну обробку отвору $\text{Ø}70\text{F}9^{(+0,104)}_{(+0,03)}$

Технологічні переходи обробки поверхні	Елементи припуску, мкм				$2Z_{\min}$, мм	d_p , мм	δ , мм	Граничні розміри, мм		Граничні припуски, мм	
	Rz	T	p	E				d_{\min}	d_{\max}	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Заготовка	150	250	1620			65,235	1,6	63,635	65,235		
Розточування:											
-чорнове			97,2	86	2·2,106	69,447	0,74	68,707	69,447	2·2,106	2·2,536
-чистове			64,8	4,3	2·0,2015	69,85	0,19	69,66	69,85	2·0,2015	2·0,4765
-тонке			0	0	2·0,127	70,104	0,074	70,03	70,104	2·0,127	2·0,185

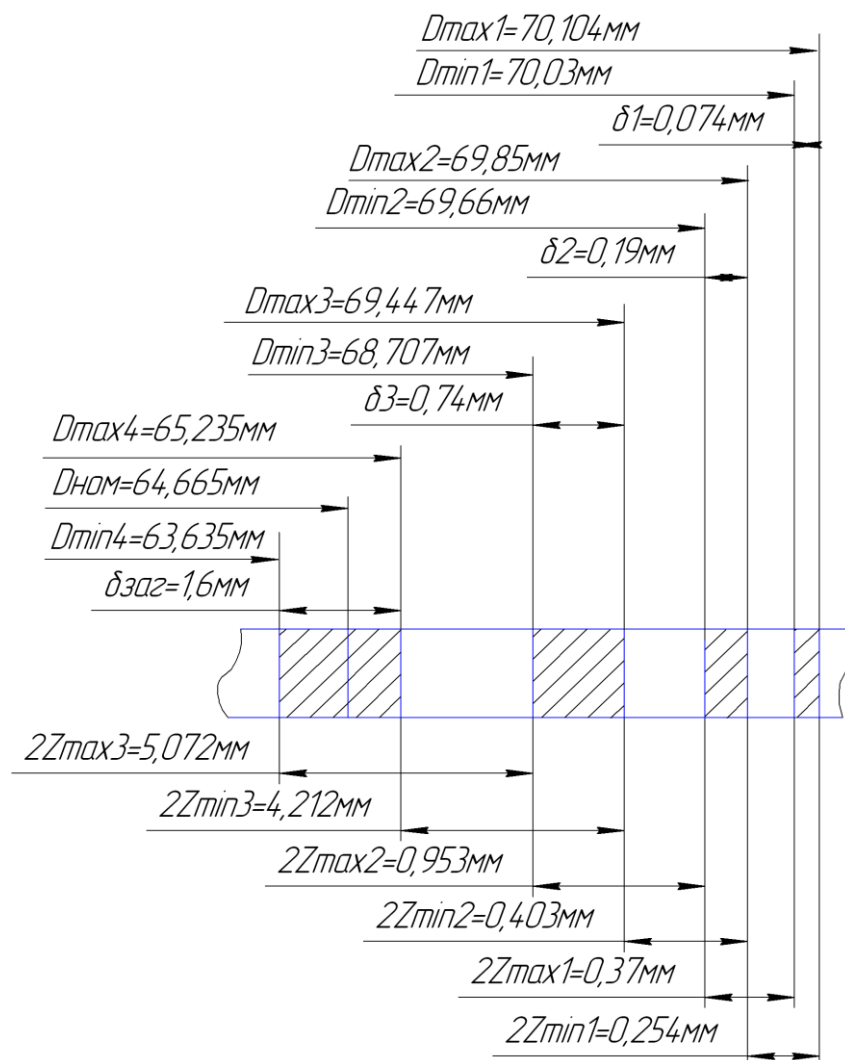


Рис.8 – Схема розміщення допусків і припусків на обробку поверхні $\text{Ø}70\text{F}9^{(+0,104)}_{(+0,03)}$

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

Таблиця 2.6 – Табличні припуски на розміри бугеля ІА99044-400К

№пов.	Розмір, мм	Припуск, мм	Допуск, мм
1	2	3	4
1	Ø110h14 _(-0,87)	2·2	0,87
2	Ø108d11 _{^{-0,12}_{-0,34}}	2·1,1	0,22
3	142h14 ₍₋₁₎	2,1	1
4	Ø90H14 _(+0,87)	2·2	0,87
5	<45°	2·3	0,087
6	17±0,2	1,9	0,4
7	7±0,2	7	0,4
8	73±0,37	2,5	0,74
9	78±0,37	5	0,74
10	Ø70F9 _{^{+0,104}_{-0,03}}	2·2,5	0,074
11-12	55±0,37	55	0,74
13-14	102h14 _(-0,87)	2·6	0,87
15-16	142h14 ₍₋₁₎	2,1	1
17-18	62±0,37	2·2	0,74
19-20	Ø28H9 _(+0,052)	2·14	0,052
21	45±0,31	1,9	0,62
22	Ø9 _(+0,26)	2·4,5	0,26
23	M10x1-7H	2·1	0,19
24	1×45°	2·1	0,25
25-26	Ø52H14 _(+0,74)	2·1,9	0,74
27-28	4H14 _(+0,3)	4	0,3
29	Ø60H14 _(+0,74)	5,6	0,74
30	M80×3-7H	2·2	0,4
31	Ø77,2	2·2	0,74
32	R1	2·2	0,25
33	Ø77,2 _(+0,74)	2·2	0,74
34	R1,6	2·2	0,25
35	Ø76,85 _(+0,74)	2·2	0,74

2.5. Визначення режимів різання

Проводимо розрахунок режимів різання розрахунково – аналітичним методом для тонкого розточування отвору $\varnothing 70F9^{(+0,104)}_{(+0,03)}$.

Операція 015. Токарна з ЧПК, перехід №6:

Початкові дані:

-обладнання: токарно-револьверний верстат з ЧПК 1В340Ф30;

-інструмент: різець розточний для глухих отворів, оснащений пластиною з твердого сплаву Т30К4:

Різець 2140-0004 Т30К4 ГОСТ 18882-73:

геометричні параметри: $\varphi=95^\circ$; $\varphi_1=10^\circ$; $\gamma=5^\circ$; $\alpha=12^\circ$; $l=10\text{мм}$;

$b \times h=16 \times 25\text{мм}$; $r=1\text{мм}$;

матеріал заготовки сталь 20 ГОСТ 1050-88 НВ159; $G_B=412\text{МПа}$;

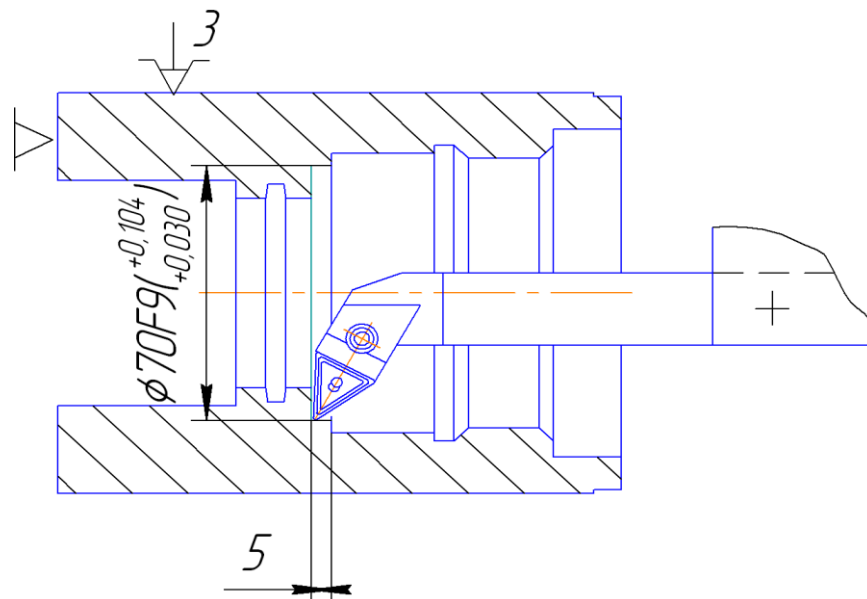


Рис. 9 – Ескіз обробки поверхні $\varnothing 70F9^{(+0,104)}_{(+0,03)}$ бугеля ІА99044-400К

- 1) Довжина обробки $l = 6\text{мм}$.
- 2) глибина різання рівна найбільшому припуску: $t=h=0,185\text{мм}$;
- 3) Вибираємо подачу: згідно [6], с. 268, табл. 14 $S = 0,13\text{мм/об}$;
- 4) період стійкості різця: при одноінструментальній обробці $T=60\text{хв}$ [6], с.264, табл.7;
- 5) Швидкість різання при розточуванні вираховується по формулі:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (25)$$

де: $C_v = 420$ [6], с. 269, табл. 17 – показник степеня;

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

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

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

Враховуємо поправочний коефіцієнт [6], с. 270, табл. 17, для внутрішнього точіння: $K_{вн} = 0,9$.

K_v - поправочний коефіцієнт на швидкість різання;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$$K_v = K_m \cdot K_r \cdot K_i \cdot K_\phi \cdot K_{\phi 1} \quad (26)$$

де: K_m – коефіцієнт, який враховує оброблюваний матеріал;
 K_i – коефіцієнт, який враховує інструментальний матеріал;
 K_ϕ – коефіцієнт, який враховує головний кут в плані;
 $K_{\phi 1}$ – коефіцієнт, який враховує головний кут в плані;
 K_r – коефіцієнт, який враховує радіус при вершині різця;
 n_v – показник степеня;

$\sigma_B = 412$ МПа – фактичні параметри, що характеризують оброблюваний матеріал.

$$K_r = 1 \text{ [6], с. 262, табл. 2;}$$

$$n_v = 1 \text{ [6], с. 262, табл. 2;}$$

$$K_m = K_r \cdot \left(\frac{750}{G_B}\right)^{n_v} = 1 \left(\frac{750}{412}\right)^1 = 1,82;$$

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

$$K_i = 1,4 \text{ [6], с. 263, табл. 6;}$$

$$K_\phi = 0,7; \quad K_{\phi 1} = 0,97; \quad K_r = 0,94 \text{ [6], с. 271, табл. 18;}$$

$$K_v = 1,82 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 0,7 \cdot 0,97 \cdot 0,94 = 1,626;$$

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

$$V = 420 \cdot 1,626 \cdot 0,9 / (60^{0,2} \cdot 0,185^{0,15} \cdot 0,13^{0,2}) = 520,87 \text{ м/хв.};$$

Частота обертів шпінделя, яка відповідає знайдений швидкості різання:

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

$$n = \frac{1000 \cdot 520,87}{3,14 \cdot 70,104} = 2366,23 \text{ хв}^{-1};$$

коректуємо частоту обертання згідно паспортних даних верстата $n=2000$ хв⁻¹;

Дійсна швидкість різання:

$$V = \pi \cdot D \cdot n / 1000 = 3,14 \cdot 70,104 \cdot 2000 / 1000 = 440,25 \text{ м/хв.} \quad (29)$$

Дійсна подача $S_{хв} = S_o \cdot n = 0,13 \cdot 2000 = 260$ мм/хв.;

Згідно паспортних данх верстата при безступінчатому регулюванні подач

дійсна подача становить: $S_{хв} = 250$ мм/хв.;

$$S_o = S_{хв} / n = 250 / 2000 = 0,125 \text{ мм/об};$$

сила різання:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н4} \quad (30)$$

де: $C_p = 300$ [6], с. 273, табл. 22 – коефіцієнт;

$x = 1$ [6], с. 273, табл. 22 – показник степеня;

$y = 0,75$ [6], с. 273, табл. 22 – показник степеня;

$n = -0,15$ [6], с. 273, табл. 22 – показник степеня

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{rp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp}, \quad (31)$$

$$K_{mp} = (G_B / 750)^n \quad (32)$$

де: $\sigma_B = 412$ МПа – параметри оброблюваного матеріалу;

$n = 0,75$ [6], с. 264, табл. 9 – показник степеня.

$$K_{mp} = (412 / 750)^{0,75} = 0,638;$$

					БР.ПМ-46.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{fp} = 1$ [6], с. 275, табл. 23;
 $K_{yp} = 1$ [6], с. 275, табл. 23;
 $K_{\lambda p} = 1$ [6], с. 275, табл. 23;
 $K_{rp} = 0,93$ [6], с. 275, табл. 23.

$K_p = 0,638 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,593$;

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,185^1 \cdot 0,125^{0,75} \cdot 440,25^{-0,15} \cdot 0,593 = 31,2 \text{ Н};$$

Потужність різання визначаємо за формулою:

$$N_{piz} = P_z \cdot V / 1020 \cdot 60 = 31,2 \cdot 440,25 / 1020 \cdot 60 = 0,22 \text{ кВт}; \quad (33)$$

Перевірка достатності потужності верстата за умовою: $N_{piz} < N_{шп}$

$$N_{шп} = N_{дв} \cdot \eta, \quad (34)$$

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

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

η -ККД верстата;

згідно паспортних даних верстата 16К20Т1 $N=10$ кВт; $\eta=0,75$;

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

в даному випадку $N_{piz} < N_{шп}$ ($0,22 < 7,5$), отже потужність даного верстата достатня для механічної обробки на даних режимах;

$$\text{Основний (машинний) час: } T_o = \frac{L_{pp}}{S_o \cdot n}, \text{ хв}; \quad (35)$$

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

$$L_{р.х.} = l_{piz} + l_1 + l_2, \text{ мм}; \quad (36)$$

де l_{piz} -довжина оброблюваної поверхні, мм; $l_{piz}=6$ мм;

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

Згідно [4] $l_1+l_2=3$ мм;

$$L = 6 + 3 = 9 \text{ мм}.$$

$$T_o = \frac{9}{250} = 0,036 \text{ хв};$$

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

Операція 010. Токарно-гвинторізна.

Перехід 2: чорнове точіння поверхні 1.

Початкові дані:

-обладнання: токарно-гвинторізний верстат 16К20;

-інструмент: різець токарний прохідний відігнутий, оснащений пластиною з твердого сплаву Т5К10:

Різець 2103-0711 Т5К10 ГОСТ 20872-80

геометричні параметри: $\varphi=45^0$; $\varphi_1=45^0$; $\alpha=15^0$; $b \times h=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм;

матеріал заготовки сталь 20 ГОСТ 1050-88 НВ159; $G_B=412$ МПа;

1) Довжина обробки $l=72$ мм;

2) Глибина різання $t=h=2$ мм;

3) Вибираєм подачу: згідно [10], с.23 $S=0,6$ мм/об;

4) Період стійкості різця: $T=60$ хв; [10], с. 26;

5) Швидкість різання: $V=V_n \cdot k$, м/хв; (37)

де V_n -нормативна швидкість різання;

K -поправковий коефіцієнт на швидкість різання;

$V_n=110$ м/хв; [10], с.30;

					БР.ПМ-46.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K=K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 ; \quad (38)$$

де K_1 -коефіцієнт, який враховує оброблюваний матеріал;

K_2 -коефіцієнт, який враховує матеріал інструменту;

K_3 -коефіцієнт, який враховує довжину обробки;

$K_1=1$ [10], с.32; $K_2=1$ [10], с.33; $K_3=1,05$ [10], с.34;

$K=1 \cdot 1 \cdot 1,05=1,05$;

$$V=V_n \cdot k=110 \cdot 1,05=115,5 \text{ м/хв}; \quad (39)$$

6) Частота обертання шпинделя:

$$n=1000 \cdot V/\pi \cdot D=1000 \cdot 115,5/3,14 \cdot 114=322,66 \text{ хв}^{-1}; \quad (40)$$

коректуємо частоту обертання згідно паспортних даних верстата: $n=315 \text{ хв}^{-1}$;

$$7) \text{ Дійсна подача } S_{\text{хв}}=S_o \cdot n=0,6 \cdot 315=189 \text{ мм/хв}; \quad (41)$$

$$8) \text{ Дійсна швидкість різання } V_d=\pi \cdot D \cdot n/1000=3,14 \cdot 114 \cdot 315/1000=112,76 \text{ мм/хв};$$

9) Потужність різання згідно [10], с.35:

$$P_z = P_{z\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (42)$$

$P_{z\text{табл}}=270\text{Н}$ [10], с.35; $K_1=0,75$, $K_2=1$ [10], с.36;

$$P_z = 270 \cdot 0,75 \cdot 1 = 202,5\text{Н};$$

$$N=P_z \cdot V/6120=202,5 \cdot 115,76/6120=3,83\text{кВт}; \quad (43)$$

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

$$N \leq N_{\text{шп}}$$

$$N_{\text{шп}}=N_{\text{дв}} \cdot \eta, \text{ кВт} \quad (44)$$

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

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

η -ККД верстата;

Згідно паспортних даних верстата 16К20Т1 $N_{\text{дв}}=10$ кВт, $\eta=0,75$;

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

В даному випадку $N < N_{\text{шп}}$ ($3,83 < 7,5$), отже обробка на даних режимах на верстаті 16К20 можлива.

$$10) \text{ Основний час:} \quad (45)$$

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

Де L -довжина робочого ходу, мм;

$i=2$ -кількість проходів;

S -хвилинна подача, мм/хв;

$$T_o = \frac{72 \cdot 2}{189} = 0,76\text{хв}.$$

$$L_{\text{р.х.}}=l+l_1+l_2 \quad (46)$$

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

l -довжина різання, мм;

l_1+l_2 -врізання і перебіг інструменту, мм;

$l_1+l_2=5$ мм;

$$L_{\text{р.х.}}=72+5=77 \text{ мм};$$

Результати розрахунку режимів різання заносимо в таблицю 2.7.

					БР.ПМ-46.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

2.6. Нормування технологічної операції.

Операція 015. Токарна з ЧПК.

Початкові дані:

-обладнання: токарно-карусельний верстат з ЧПК мод.1В340Ф30;

Найбільші розміри встановлюваної деталі:

Діаметр:

- над станиною: 400 мм;

- над супортом: 250 мм;

Довжина: 1000 мм.

1) Основний час:

$T_0=0,39+0,05+0,11+0,04+0,04+0,19+0,18+0,1+0,15+0,07+0,08+0,03+0,12+0,02+0,04+0,036+0,048+0,05+0,2=1,764$ хв;

2) Підготовчо-заключний час згідно [3].с.216:

-встановлення пристрою на верстаті 12 хв;

-встановлення інструментів в гнізда інструментального магазину в кількості 9 штук 18 хв;

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

-на встановлення керуючої програми 4хв;

$T_{п.з.}=12+18+10+4=44$ хв;

3) Час на встановлення і знімання деталі:

При установці в токарний пристрій з гвинтовим затиском деталі масою 2,5 кг

$T_{уст}+T_{зо}=0,23$ хв [3].с.197. табл.5.2;

4) Час на прийоми керування верстатом:

- включити верстат кнопкою 0,01хв; [3].с.203

-зміна інструмента в магазині $0,03 \cdot 9=0,27$ хв; [3].с.205

-переміщення інструменту до деталі і відведення $0,03 \cdot 9=0,27$ хв;

$T_{упр}=0,01+0,27+0,27=0,55$ хв;

5) Час на вимірювання:

При вимірюванні скобою розміру $\varnothing 108d11$ $t_1=0,12$ хв [3].с.207 табл.5.12;

Калібром розміру $\varnothing 70F9$ $t_2=0,17$ хв, $\varnothing 52H14$ $t_{23}0,12$ хв [3].с.206 табл.5.10;

$M80 \times 3-7H$ $t_4=0,17$ хв [3].с.208 табл.5.13;

Шаблони розмірів 5, $<45^\circ$ $t_5=0,07$ хв, 4, $<15^\circ$ $t_6=0,07$ хв;

Штангенциркулем розмірів $7 \pm 0,18$ $t_7=0,07$ хв, $17 \pm 0,21$ $t_8=0,09$ хв; $73 \pm 0,37$

$t_9=0,15$ хв; $73 \pm 0,37$ $t_{10}=0,37$ хв [3].с.208 табл.5.14;

При вимірюванні 50% деталей:

$T_{вим} = \frac{(0,12 + 0,17 + 0,12 + 0,17 + 0,07 + 0,07 + 0,07 + 0,09 + 0,15 + 0,37) \cdot 50}{100} = 0,7$ хв;

б) Допоміжний час:

$T_{доп}=T_{ус}+T_{зо}+T_{упр}+T_{вим}, хв. \quad (47)$

$T_{доп}=0,23+0,55+0,7=1,45$ хв;

7) Оперативний час:

$T_{оп}=T_{осн}+T_{доп}, хв.; \quad (48)$

$T_{оп}=1,764+1,45=3,214$ хв;

					БР.ЛМ-46.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8) Час на технічне обслуговування робочого місяця:

$$t_{зм}=6 \text{ [3]с.210}$$

$$T_{tex} = \frac{T_o \cdot t_{зз}}{T}, \quad (49)$$

Де T-період стійкості;

$$T_{tex} = \frac{1,764 \cdot 6}{60} = 0,18 \text{ хв};$$

9) Час на організаційне обслуговування робочого місяця:

$$\text{Згідно [3]с.223 } T_{орг} = \frac{1,4 \cdot T_{оп}}{100} = \frac{1,4 \cdot 3,2}{100} = 0,04 \text{ хв}; \quad (50)$$

10) Час на відпочинок і особисті потреби:

$$\text{Згідно [3]с.203 } T_{відп} = \frac{4 \cdot T_{оп}}{100} = \frac{4 \cdot 3,2}{100} = 0,13 \text{ хв}; \quad (51)$$

11) Штучний час:

$$T_{шт} = T_o + T_{доп} + T_{об} + T_{відп}, \text{ хв.}; \quad (52)$$

$$T_{шт} = 1,764 + 1,45 + 0,18 + 0,04 + 0,13 = 3,56 \text{ хв.};$$

12) Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт.к.} = \frac{T_{пз}}{n} + T_{шт.}, \text{ хв}; \quad (53)$$

$$T_{шт.к.} = \frac{44}{94} + 3,56 = 4,03 \text{ хв};$$

Норми часу і режими різання заносимо в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 – Зведена таблиця режимів різання і норм часу на технологічний процес механічної обробки бугеля ИА99044-400К

Номер, назва і зміст операції, переходу	Розміри поверхні		Режими різання						Норми часу				
	D/B	L	t	So	V _H	V	n	N	T _о	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. Токарно-гвинторізна.													
1)Підрізати торці 3; 15-16;	114	14	1,3	0,6	121,3	143,18	400	2,8	0,08	1,1	2,31	<u>22</u> 94	
	114	28	2,1	0,6	121,3	112,76	315	3,2	0,17				
2)Точити зовнішній діаметр 1 з перевстановленням	114	72	2	0,6	115,5	112,76	315	3,83	0,76				
015. Токарна зЧПК													
1)Підрізати торець 3 начисто;	110	72	0,8	0,4	209	112,76	500	1,2	0,39				
2)Точити поверхні 2; 7;	110	8	1	0,4	209	172,7	500	1,5	0,05				
3)Розточити поверхні 4,	90	16,2	2	0,4	115	113,04	400	2,3	0,11	1,45	3,54	<u>44</u> 94	
6,	90	4,5	1,1	0,4	115	113,04	400	2,1	0,04				
5,	81	4,2	3	0,4	115	101,74	400	2,7	0,04				
30,	75	27	1,5	0,4	115	94,2	400	2,2	0,19				
БР.ПМ-46.00.000 ПЗ													Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									35

Продовження таблиці 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
35,	76,85	26	2	0,4	115	96,5	400	2,3	0,18			
8,	76,85	14,4	2	0,4	115	96,5	400	2,3	0,1			
10,	69,45	4,2	3	0,4	115	109,04	500	3,2	0,15			
9 начорно;	69,45	11,6	1	0,4	115	109,04	500	1,9	0,07			
4)Розточити поверхні 25-26;	52	21,7	1,9	0,5	115	102,87	630	2,5	0,08			
5)Розточити поверхні 6,	90	4,5	0,8	0,3	232	226,08	800	1,4	0,03			
30,	76,85	27	0,9	0,3	232	193	800	1,4	0,12			
10,	69,85	5	0,48	0,3	232	175,46	1000	1,3	0,02			
9 начисто;	69,85	9	0,5	0,3	232	175,46	1000	1,3	0,04			
6)Розточити поверхню 10тонко;	70,1	5	0,19	0,125	520,87	440,25	2000	0,22	0,036			
7)Розточити канавку 31-34;	77,2	0,9	5	0,1	155	152,72	630	1,1	0,048			
8)Розточити канавку 27-29;	60	4	4	0,1	155	150,72	800	1,1	0,05			
9)Нарізати різьбу М80×3-7Н	80	25	1,6	3	186	178,35	710	1	0,2			
020. Горизонтально- фрезерна. Фрезерувати поверхні 16-19.	200	42	55	1	224	197,8	315	5,16	0,48	0,39	0,96	<u>36</u> 94
025. Вертикально- фрезерна. Фрезерувати поверхні 17-18, 21;	40 40	110 110	2 40	1 1	65 65	62,8 62,8	500 500	2,3 2,1	0,52 0,6	0,44	1,72	<u>30</u> 94
030. Свердлильна з ЧПК. 1)Свердлити отвір 18-19;	26	102	13	0,24	47,87	40,82	500	3,55	0,91			
2)Зенкерувати отвір 18-19;	27,8	102	0,9	0,5	100,5	87,29	1000	1,5	0,22	0,28	3,24	<u>34</u> 94
3)Розвірчувати отвір 18-19;	28	102	0,1	1,1	7	5,54	63	0,2	1,6			
035. Свердлильна з ЧПК. 1)Свердлити отвір 21;	9	16,5	4,5	0,09	22,4	20,06	710	0,5	0,36			
2)Зенкувати фаску 23;	11	1	1	0,09	22,4	24,5	710	0,3	0,06	0,24	0,72	<u>34</u> 94
3) Нарізати різьбу М10х1-7Н в отворі 22;	10	11	0,5	1	11,8	9,89	315	0,2	0,1			

2.7. Техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу.

1) Коефіцієнт використання матеріалу заготовки:

$$K_{\text{мбаз}}=0,21; \quad K_{\text{мпр}}=0,4;$$

2) Планова річна економія основного матеріалу:

$$E_{\text{м}}=M_{\text{д}} \cdot N \cdot (K_{\text{мпр}}^{-1} - K_{\text{мбаз}}^{-1}), \text{ кг}; \quad (54)$$

$$E_{\text{м}}=2,5 \cdot 1974 \cdot (0,4 - 0,21)=937,65 \text{ кг};$$

3) Трудомісткість процесу за штучним часом:

$$\sum T_{\text{шт.баз.}}=57,19 \text{ хв}; \quad \sum T_{\text{шт.пр.}}=10,49 \text{ хв};$$

4) Планова річна економія часу:

$$E_{\text{т}}=(\sum T_{\text{шт.баз.}} - \sum T_{\text{шт.пр.}}) \cdot N, \text{ хв.}; \quad (55)$$

$$E_{\text{т}}=(57,19 - 10,49) \cdot 1974=92185,8 \text{ хв.}; \quad E_{\text{т}}=1536,43 \text{ год.};$$

5) Коефіцієнт використання верстатів за основним часом:

$$K_{\text{о}} = \frac{\sum T_{\text{о}}}{\sum T_{\text{шт}}} \quad (56)$$

$$K_{\text{обаз}} = \frac{31,87}{57,19} = 0,557;$$

$$K_{\text{опр}} = \frac{7,284}{10,49} = 0,694;$$

6) Коефіцієнт використання верстатів за потужністю:

$$K_{\text{н}} = \frac{\sum N_{\text{р}}}{\sum N_{\text{в}}} \quad (57)$$

$$K_{\text{н баз}} = \frac{2,7 + 3,5 + 2,6 + 3,1 + 3,9 + 2,1 + 2,3}{7,5 + 10 + 10 + 7,5 + 7,5 + 5,5 + 5,5} = 0,363;$$

$$K_{\text{н пр}} = \frac{3,83 + 3,2 + 5,16 + 2,3 + 3,55 + 0,5}{10 + 8,5 + 7,5 + 7,5 + 4,5 + 4,5} = 0,436;$$

Таблиця 2.8 – Порівняння варіантів технологічного процесу механічної обробки бугеля ІА99044-400К

Найменування показників	базовий варіант	проектний варіант
1) Коефіцієнт використання матеріалу Кв.м.	0,21	0,4
2) Планова річна економія основного матеріалу Ем, кг	-	937,65
3) Трудомісткість процесу за штучним часом $\sum T_{\text{шт}}$	57,19	10,49
4) Планова річна економія часу Ет, год	-	1536,43
5) Коефіцієнт використання верстатів за основним часом К _о	0,557	0,694
6) Коефіцієнт використання верстатів за потужністю К _н	0,363	0,436

3. Проектування технологічної оснастки.

3.1. Пристрій для механічної обробки.

3.1.1. Призначення, будова і робота пристрою.

Пристрій призначений для базування і закріплення деталі бугель ІА99044-400К при фрезеруванні лиски в розміри 102_{-0,87} і 55±0,74. Пристрій встановлюється на столі горизонтально-фрезерного верстата 6Р82Г плитою 1; базується напрямними шпонками 39 по пазах стола верстата, які кріпляться до плити гвинтами 16 з шайбами 32; плита кріпиться болтами 15 з гайками 19 і шайбами 34.

Для транспортування пристрою передбачені рим-болти 30 в отворах плити М8. На плиті встановлений корпус 2, який кріпиться гвинтами 13 з шайбами 31 і штифтами 40.

На плиті 1 встановлена напрямна колодка 12, яка кріпиться гвинтами 18 з шайбами 34; нерухома призма 27 кріпиться гвинтами 18 з шайбами 34.

В напрямній колодці встановлена рухома призма 28, яка з'єднана з штоком пневмоциліндра 11 штифтами 40.

В корпусі 2 встановлений фіксатор 4 з рукояткою 5, пружина 29, кришка 3.

Пневмоциліндр встановлений лапами і кріпиться болтами 10 з шайбами 29.

Установи 44 з щупами 45 кріпляться гвинтами 16 з шайбами 32 і штифтами 40.

Розподільчий кран 43 кріпиться гвинтами 17 і шайбами 33.

Пневмоциліндр складається з корпуса 7, кришок передньої 8 і задньої 9, поршня 10, штока 11, лап 6. Деталі з'єднані шпильками 37, 38, гайками 20 і шайбами 34. Для ущільнення деталей пневмоциліндра передбачені ущільнюючі кільця 24-26. Для подачі стиснутого повітря передбачені рукави 46 і з'єднання з гайок 22, втулок 23, шайб 35 і штуцерів 42.

Пристрій працює таким чином:

Деталь встановлюється на установчу поверхню плити 1 до упора в призму 27. Фіксатор 4 під дією сили розтиску пружини 29 впирається в паз 16-17, фіксуючи необхідне положення оброблюваних поверхонь відносно паза 16-17. При повороті рукоятки розподільчого крана 43 за годинниковою стрілкою стиснуте повітря подається в поршневу порожнину пневмоциліндра. Поршень з штоком переміщається вперед і притискає деталь рухомою призмою до нерухомої.

При повороті рукоятки розподільчого крана проти годинникової стрілки стиснуте повітря подається в штокову порожнину пневмоциліндра. При цьому призма звільнює деталь.

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

$$K_{\text{пр}} = (\sum_{\text{заг}} - \sum_{\text{о}}) / \sum_{\text{заг}} \cdot 100, \% \quad (58)$$

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

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

$\sum_{\text{заг}} = 46$ шт; $\sum_{\text{о}} = 12$ шт;

$$K_{\text{пр}} = [(46 - 12) / 46] \cdot 100\% = 73,91\%$$

					БР.ПМ-46.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

установчих і затискних елементів пристрою;

$$f_1=f_2=0,16 \text{ [6] с.85, табл.10;}$$

$$P_z = \frac{1020 \cdot 60 \cdot N}{V}, H; \quad (60)$$

$N=5,16 \text{ кВт}$ (для двох фрез); $V=197,8 \text{ м/хв.};$

$$P_z = \frac{1020 \cdot 60 \cdot 5,16}{197,8} = 1596,52 H;$$

$$R_{Ph}=P_h=1,2 \cdot P_z=1,2 \cdot 1596,52=1915,82 H;$$

$$R_{Pv}=P_v=0,25 \cdot P_z=0,25 \cdot 1596,52=399,13 H; [6] с.292, табл.42;$$

Необхідна сила затиску з врахуванням коефіцієнта запасу:

$$W=K \cdot [R_{Ph}+R_{Pv}/(f_1+f_2)] \quad (61)$$

$$k=k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \quad (62)$$

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[6]с.84-85: $k_0=1,5$; $k_1=1$; $k_2=1,6$; $k_3=1$; $k_4=1$; $k_5=1$; $k_6=1$;

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

$$W=2,5 \cdot [1915,82+399,13/(0,16+0,16)]=7907,75 H;$$

3.1.3. Силовий розрахунок механізму і приводу.

Для даного пристрою необхідна сила на штоці пневмоциліндра:

$$Q=W=7909,75 H. \quad (63)$$

Для даної сили затиску при подачі стиснутого повітря $p=0,63 \text{ мПа}$ в поршневу порожнину з стандартного ряду згідно [6] с.91, табл. 17 вибираєм пневмоциліндр двохсторонньої дії з діаметром поршня $D=160 \text{ мм}$, діаметром штока $d=40 \text{ мм}$, довжина робочого ходу поршня $L=40 \text{ мм}$, силою затиску $Q=11400 \text{ Н}$.

Дійсна сила затиску пристрою при подачі стиснутого повітря в поршневу порожнину $W=Q=11400 \text{ Н}$. (64)

					БР.ПМ-46.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

3.2. Перевірка працездатності інструментів.

3.2.1. Різальний інструмент.

Операція 015. Токарна з ЧПК, перехід №3: чорнове розточування поверхні 10 – Ø69,44^{+0,74}:

Початкові дані:

-обладнання: токарно-револьверний верстат з ЧПК 1В340Ф30;

-інструмент: різець розточний для глухих отворів, оснащений пластиною з твердого сплаву Т30К4:

Різець 2140-0004 Т30К4 ГОСТ 18882-73:

геометричні параметри: $\varphi=95^\circ$; $\varphi_1=10^\circ$; $\gamma=5^\circ$; $\alpha=12^\circ$; $l=50$ мм;

$b \times h=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=200$ мм;

матеріал державки різця сталь 45 ГОСТ 1050-88 НВ241...285; $G_B=610$ мПа; допустиме напруженням на згин $G_{зг}=172$ мПа;

Різець кріпиться в різцетримач верстата. Виліт різця $l=50$ мм.

Сила різання згідно розрахунків п. 2.5 $P_z=69,47$ Н;

Провіряємо жорсткість державки різця:

максимальне навантаження

$$P_{\max} = \frac{BH^2 \cdot \sigma_{зг}}{6l} = \frac{16 \cdot 25^2 \cdot 172}{6 \cdot 50} = 5733,2 \text{ Н}; \quad (65)$$

максимальне навантаження, допустиме жорсткістю різця

$$P_{\max \text{ доп}} = \frac{3fEJ}{l^3} = \frac{3 \cdot 0,1 \cdot 25000 \cdot 20833,3}{50^3} = 1249,9 \text{ Н}; \quad (65)$$

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

J – момент інерції прямокутного січення державки;

$$J = \frac{BH^3}{12} = \frac{16 \cdot 25^3}{12} = 20833,3 \text{ мм}^4; \quad (66)$$

Різець володіє достатньою міцністю і жорсткістю, так як

$$P_{\max} > P_z < P_{\max \text{ доп}} \quad (5733,2 > 69,47 < 1249,9).$$

3.2.2. Контрольно-вимірювальний інструмент.

Розрахунок виконавчих розмірів скоби для контролю розміра поверхні 2 – Ø108d11^(-0,12)_(-0,34).

Верхнє і нижнє відхилення для вала: $es=-0,12$ мм, $ei=-0,34$ мм.

Найбільший граничний розмір вала:

$$d_{\max} = d_{\text{ном}} + es = 108 - 0,12 = 107,88 \text{ мм}. \quad (67)$$

Найменший граничний розмір вала:

$$d_{\min} = d_{\text{ном}} + ei = 108 + (-0,34) = 107,66 \text{ мм}. \quad (68)$$

Згідно ГОСТ 24853-81 приймаєм: $Z1=28$ мкм; $Y1=0$; $H1=15$ мкм;

$H_p=4$ мкм.

					БР.ПМ-46.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Таблиця 3.1 – Визначення розмірів і допусків робочого калібра для контролю розміра $\varnothing 108d11\left(\begin{smallmatrix} -0,12 \\ -0,34 \end{smallmatrix}\right)$ бугель ІА99044-400К

Контрольований розмір	Позначення	Значення, мм
Номінальний	d	108
Мінімальний	d_{\min}	107,66
Максимальний	d_{\max}	107,88
Допуск	T	0,22
Квалітет	k	11
Допуски і відхилення калібра	Позначення	Значення, мм
Допуск калібра	H_1	0,015
Відхилення середини допуску прохідного калібра від вихід спрацьованого прохідного калібра за межу	Z_1	0,028
	Y_1	0
Робочий калібр	Розмір (формула), мм	Допуск (формула), мм
Прохідний калібр новий	$d_{\max} - z_1 - H_1/2 = 107,88 - 0,028 - 0,015/2 = 107,844$	$H_1 = 0,015$
Прохідний калібр спрацьований	$d_{\max} - y_1 = 107,88 - 0 = 107,88$	$H_1 = 0,015$
Непрохідний калібр	$d_{\min} - H_1/2 = 107,66 - 0,015/2 = 107,652$	$H_1 = 0,015$

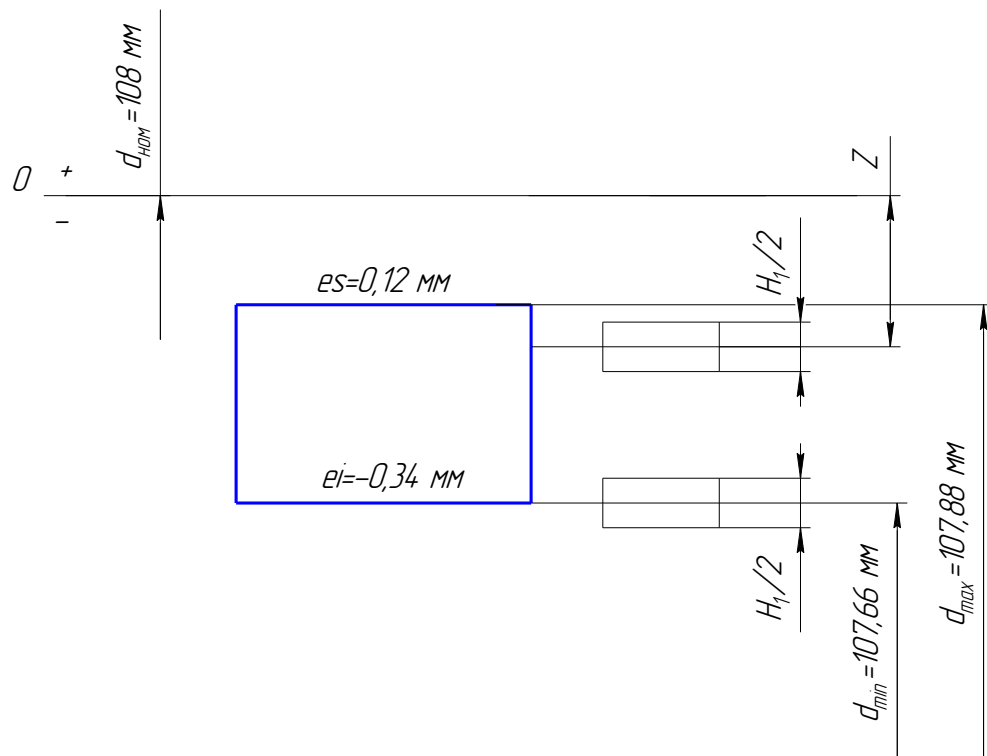


Рис. 11 – Схема розташування допусків робочих поверхонь скоби для контролю розміра $\varnothing 108d11\left(\begin{smallmatrix} -0,12 \\ -0,34 \end{smallmatrix}\right)$

					БР.ПМ-46.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			42

3.3. Конструювання спеціального контрольного пристрою:

3.3.1. Призначення, будова і робота пристрою.

Пристрій призначений для контролю співвісності 0,1 мм між отворами $\text{Ø}28\text{H}9^{(+0,025)}$.

Пристрій складається з штатива 3, на який встановлений корпус 1, шайби 16, рукоятка 4, центровик 5 з втулкою розрізною 8, гайкою 8 і шайбою 10, втулка розрізна 7, гайка 9.

В отвір корпусу 1 запресована вісь 6 з посадкою $\text{Ø}6\text{H}7/\text{p}6$. На вісь 6 встановлений корпус 2, який фіксується шпонкою 17, пружина 13, гайка 12 з шайбою 15.

На корпусі 2 встановлений індикатор 18, який фіксується болтом 11 з гайкою 12 і шайбою 14.

Пристрій працює таким чином:

В отвори деталі $\text{Ø}28\text{H}9^{(+0,025)}$ пристрій встановлюється розрізними втулками 7, одна з яких встановлена на конічну поверхню штатива, друга на конічну поверхню центровика 5.

При закручуванні гайок 8 і 9 розрізні втулки 7 розтискаються по конічних поверхнях штатива 3 і центровика 5 до упора в отвори деталі $\text{Ø}28\text{H}9$. При цьому вибирається зазор і пристрій фіксується на деталі. Під дією пружини голоска індикатора притискається до циліндричної поверхні центровика 5 $\text{Ø}29\text{h}6_{(-0,013)}$.

При повертанні корпусу 1 навколо вісі штатива 3 покази індикатора 18 визначають фактичний допуск співвісності.

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

$$K_{\text{пр}} = (\sum_{\text{заг}} - \sum_{\text{о}}) / \sum_{\text{заг}} \cdot 100, \% \quad (69)$$

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

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

$\sum_{\text{заг}} = 18$ шт; $\sum_{\text{о}} = 10$ шт;

$$K_{\text{пр}} = (18 - 10) / 18 \cdot 100\% = 44,44\%$$

					БР.ПМ-46.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3.2. Розрахунок пристрою на точність.

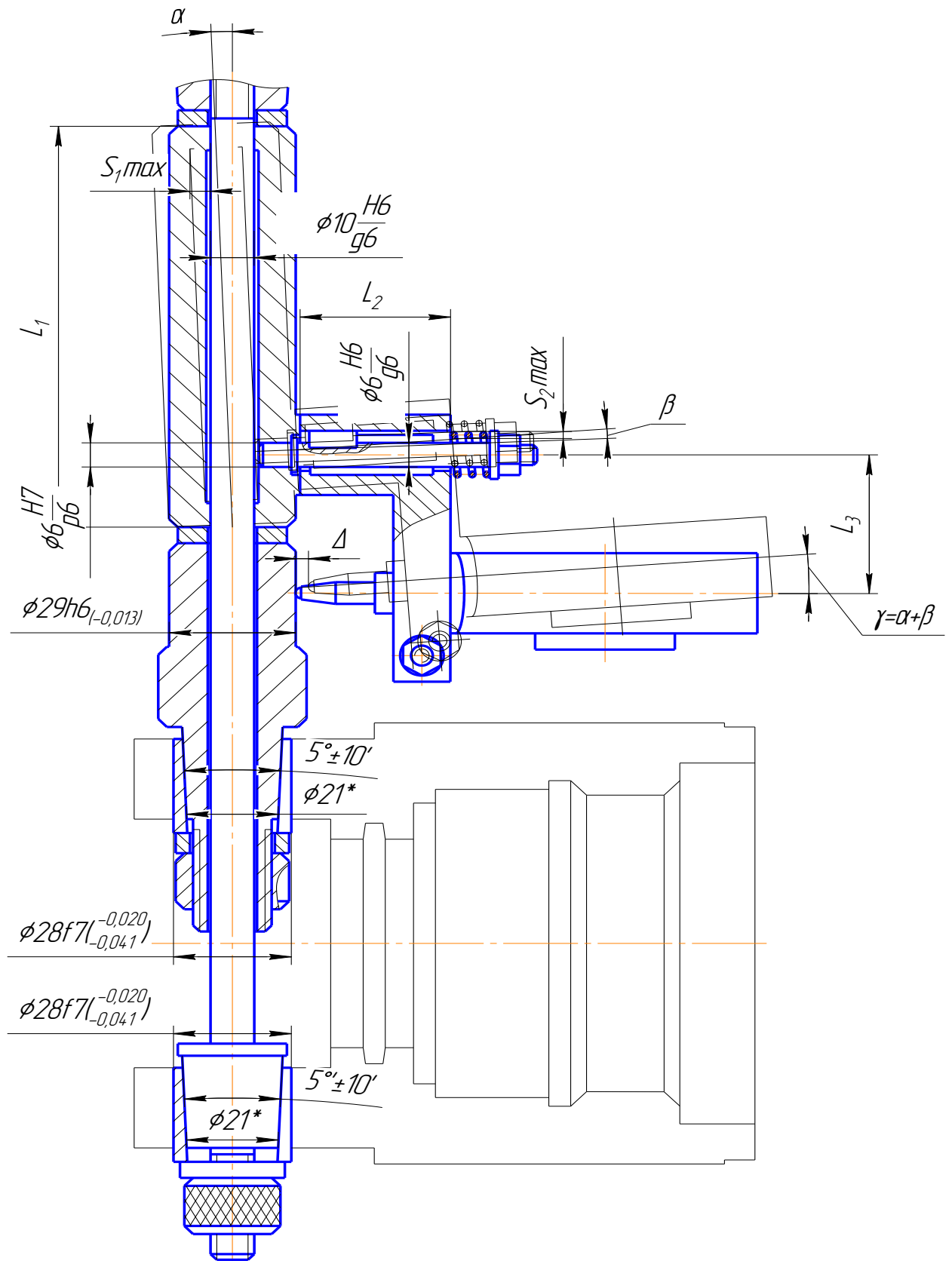


Рис.12 – Схема формування похибки вимірювання контрольного пристрою при контролі співвісності 0,1мм між отворами $\varnothing 25H9^{(+0,025)}$ бугеля ІА99044-400К.

					БР.ПМ-46.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			44

Точність вимірювання пристрою залежить від зазору $S_{\max 1}$ між корпусом 1 і штативом 3, внаслідок чого корпус повертається відносно вісі штатива на кут α , і зазору між корпусом 2 і віссю 6 $S_{\max 2}$, внаслідок чого корпус 2 повертається відносно вісі 6 на кут β .

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

$$\varepsilon_{\text{вим}} = 1,2 \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{3\beta}^2 + \Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_M^2}; \quad (70)$$

Похибка, властива даному пристрою:

$$\Delta_M = \Delta = \Delta_1 + \Delta_2 \quad (71)$$

Де Δ – максимальне зміщення індикатора при повороті на кут $\gamma = \alpha + \beta$;

Δ_1 – максимальне зміщення індикатора при повороті на кут α внаслідок зазору $S_{\max 1}$;

Δ_2 – максимальне зміщення індикатора при повороті на кут β внаслідок зазору $S_{\max 2}$;

$$\Delta_1 = S_{\max 1} \cdot L_2 / L_1; \quad (72)$$

$$\Delta_2 = S_{\max 2} \cdot L_3 / L_2; \quad (73)$$

$L_1 = 100 \text{ мм}$; $L_2 = 35 \text{ мм}$; $L_3 = 30 \text{ мм}$ (дивись графічну частину);

(дивись графічну частину);

$$S_{\max} = ES + ei; \quad (74)$$

де ES – верхнє відхилення поля допуску отвору;

ei – нижнє відхилення поля допуску валу;

Для посадки $\varnothing 10H6/g5$: $ES = 0,009 \text{ мм}$; $ei = 0,011 \text{ мм}$;

Для посадки $\varnothing 6H6/g5$: $ES = 0,008 \text{ мм}$; $ei = 0,009 \text{ мм}$;

$S_{\max 1} = 0,009 + 0,011 = 0,02 \text{ мм}$;

$S_{\max 2} = 0,008 + 0,009 = 0,017 \text{ мм}$;

$\Delta_1 = 0,02 \cdot 35 / 100 = 0,007 \text{ мм}$;

$\Delta_2 = 0,017 \cdot 30 / 35 = 0,015 \text{ мм}$;

$\Delta_M = \Delta = 0,007 + 0,015 = 0,022 \text{ мм}$;

Згідно [1]. с. 56:

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

Похибка вимірювання індикатора 1МИГ згідно [7] с. 562 $\varepsilon_{3.\beta} = 0,0018 \text{ мм}$; $\Delta_1 = 0$;

$$\varepsilon_{\text{вим}} = 1,2 \sqrt{0 + 0 + 0,0018^2 + 0 + 0,022^2} = 0,026 \text{ мм}.$$

Отримане значення порівнюємо з допуском $T = 0,1 \text{ мм}$ згідно [2]. с. 56:

$$\varepsilon_{\text{вим}} \leq (0,1 \dots 0,3) T \quad (75)$$

В даному випадку

$\varepsilon_{\text{вим}} = 0,26 \cdot T$ ($0,026 / 0,1 = 0,26$), отже пристрій придатний для вимірювання даного параметру.

					БР.ЛМ-46.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

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

Операція 015. Токарна з ЧПК.

Обладнання: Токарно-револьверний верстат з ЧПК 1В340Ф30.

1. Вибір оснастки:

Пристрій токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø250мм;

Інструмент:

Різець токарний для контурного точіння:

$\varphi=93^\circ$; $\varphi_1=15^\circ$; $\alpha=15^\circ$; $b \times h=25 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм; $l=50$ мм.

Різець 2103-0711 Т15К6 ГОСТ 20872-80;

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

Різець 2101-0955 Т15К6 ГОСТ 20872-80;

Різець розточний для наскрізних отворів $\varphi=60^\circ$; $L=210$ мм; $l=140$ мм:

Різець 2121-0108 Т5К10 ГОСТ 20874-80;

Різці розточні для глухих отворів $\varphi=92^\circ$; $L=210$ мм; $l=140$ мм:

Різець 2123-0114 Т5К10 ГОСТ 20875-80;

Різець 2141-0114 Т15К6 ГОСТ 20875-80;

Різець 2141-0114 Т30К4 ГОСТ 20875-80;

Різець розточний канавочний $\varphi=93^\circ$; $L=210$ мм; $l=140$ мм:

Різець 2130-0058 Т5К10 ГОСТ 18884-73;

Різець розточний канавочний $\varphi=75^\circ$; $L=210$ мм; $l=140$ мм:

Різець 2136-0057 Т5К10 ГОСТ 18885-73;

Різець для внутрішньої різьби $\varphi=60^\circ$; $L=210$ мм; $l=140$ мм:

Різець 2662-0009 Т5К10 ГОСТ 18885-73;

2. Вибір системи координат верстата з ЧПК, деталі та інструмента.

Для керування рухом формоутворення інструмента потрібно визначити взаємне розміщення заготовки та інструмента в робочому просторі верстата.

Це пов'язано з тим, що точність розмірів деталі витримують відносно початку координатної системи верстата, а не відносно базуючих поверхонь пристрою.

Розташування окремих поверхонь і конструктивних елементів в об'ємі деталі задають у системі координат деталі, яку зв'язують із системою координат верстата.

Тому під час обробки заготовок на верстатах з ЧПК використовують три системи координат: систему координат верстата (СКВ) ХУ, систему координат деталі (СКД) Х_д, У_д, систему координат вихідної точки Ов.т.

Вісь Х збігається з віссю обертання шпинделя, а її додатній напрям відповідає напрямку виходу свердла з заготовки. Початок СКВ називають його нульовою точкою Ов (див. рис.1.4).

Відносно Ов в керуючій програмі задаються абсолютні переміщення робочих органів.

Систему координат вихідної точки вибираємо в робочій зоні верстата.

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.

					БР.ПМ-46.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

1 – 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:

$$Z_N = L_{max} + R + H + l, \quad (77)$$

В даному випадку різці токарні розточні $L=210$ мм; $l=140$ мм; $m=8$ мм; $b_1=32$ мм.
 $H=142$ мм; $l=3$ мм; $R=0$ мм. Тоді:

$$X_N = 210 + 200 + 142 + 3 = 555 \text{ мм.}$$

$$Y_N = 150 + 50 + 152 + 3 = 355 \text{ мм.}$$

4) Кодування інформації.

На токарно-гвинторізному верстаті 1В340Ф30 використовують пристрій числового програмного керування (ПЧПК) апаратного типу (NC) 2П32-3. Коди режимів роботи системи ЧПК, що задаються адресою G, і допоміжні коди, що задаються адресою M по ІСО-7біт, наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Коди режимів роботи системи ЧПК та допоміжні коди

Код	Найменування
G01	Лінійна інтерполяція (нормальний розмір)
G17	Вибір площини обробки XY
G25	Початок відрахунку координат
G33	Нарізання різьби
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

Програма обробки для токарної операції з ЧПК 015 приведена в таблиці 4.4.

Таблиця 4.3 – Таблиця кодів обертів і подач для верстата мод. 1В340Ф30

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

Таблиця 4.4 – Карта програмування токарної операції 015

Карта програмування														
деталь			операція					верстат				Система ЧПК		
ТУМ-150В.51.00.005			010 Токарна з ЧПК					16К20Т1						
№ о. т.		№ кадра	Підг. Ф-кція	Геометрична інформація				Технологічна інформація				№ кор	Кін Код	Пояснення
Кон-тур	Екві-дис-танта			х	у	і	к	F	S	T	M			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0		001	G01	500	200	0	0			01	06	101		
1		002		142	58	358	142	14	12		03, 08			
2		003		142	40	0	18	14	12					
3		004		500	200	358	160				05, 09			
0		005		500	200	0	0			02	06	102		
1		006		144	54	356	146	14	12		03, 08			
2		007		135	54	9	0	14	12					
3		008		135	57	0	3	14	12					
4		009		500	200	356	143				05, 09			
0		010		500	200	0	0			03	06	103		
1		011		144	26	358	174				03, 08			
2		012		74	26	70	0	16	13					
3		013		40	26	34	0	16	13					
4		014		43	23	3	3							
5		015		144	23	101	0							
6		016		500	200	356	177				05, 09			
0		017		500	200	0	0			04	06	104		
1		018		142	45	358	155	15	11		03, 08			
2		019		125,8	45	16,2	0	15	11					
3		020		125,8	40,5	0	3	15	11					
4		021		122,8	37,5	3	3	15	11					
5		022		69,5	37,5	53,5	0	15	11					
6		023		83	24	13,5	13,5							
7		024		62,5	24	21,5	0							
8		025		62,5	37,5	0	13,5	14	12					
9		026		71	29	8,5	8,5	14	12					
10		027		66,5	29	4,5	0	14	12					
11		028		71	26	4,5	3							
12		029		71	32	0	6	14	12					
13		030		66,5	32	4,5	0	14	12					
14		031		71	29	4,5	3							
15		032		71	34,3	0	5,3	14	12					
16		033		66,5	34,3	4,5	0	14	12					
17		034		80	24	13,5	10,5							
18		035		62,5	24	17,5	0	14	12					
19		036		62,5	34,3	0	10,3	14	12					
20		037		144	10	81,5	24,3							
21		038		500	200	356	190				05, 09			

продовження таблиці 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0		039	G01	500	200	0	0	15	14	05	06	105		
1		040		144	10	356	144	15	14		03, 08			
2		041		127	36	17	0							
3		042		127	45	0	9	15	14					
4		043		129	47	2	2	15	14					
5		044		129	38,4	0	3,5	16	15					
6		045		69	38,4	60	0	16	15					
7		046		67	34,9	2	10,9							
8		047		64	34,9	3	0	16	15					
9		048		70	24	6	10,9	16	15					
10		049		64	24	6	24,9							
11		050		64	34,9	0	190							
12		051		144	10	80	0							
13		052		500	200	356	365				05, 09			
0		053		500	20	0	0	15	18	06	06	106		
1		054		144	35	356	2	15	18		03, 08			
2		055		71	35	80	3							
3		056		64	35	0	0							
4		057		67	32	3	158							
5		058		144	32	84	0							
6		059		500	200	356	164	09	13		05, 09			
0		060		500	200	0	0	09	13	07	06	107		
1		061		144	36	356	350	09	13		03, 08			
2		062		97	36	47	353							
3		063		97	38,6	0	0							
4		064		97	34	0	0							
5		065		144	34	47	164							
6		066		500	200	356	0				05, 09			
0		067		500	200	0		10	14	08	06	108		
1		068		144	24	356	176	10	14		03, 08			
2		069		52	24	92	0	10	14					
3		070		52	30	0	6							
4		071		52	22	0	8							
5		072		144	22	92	0							
6		073		500	200	356	178				05, 09			
0		074		500	200	0	0			09	06	109		
1		075		144	40	356	160				03, 08			
2		076		123	40	21	0	14	14					
3		077		97	40	26	0	14	14					
4		078		97	35	0	5							
5		079		144	200	47	165							
6		080		500	200	356	0				05, 09			

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-46.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

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-46.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документація</u>						
A1			БР.ПМ.-46.02.000 СК	Складальне креслення	Х	
<u>Складальні одиниці</u>						
		1	БР.ПМ.-46.02.001	Плита	1	
		2	БР.ПМ.-46.02.002	Корпус	1	
<u>Деталі</u>						
		3	БР.ПМ.-46.02.003	Кришка	1	
		4	БР.ПМ.-46.02.004	Фіксатор	1	
		5	БР.ПМ.-46.02.005	Рукоятка	1	
		6	БР.ПМ.-46.02.006	Лапа	2	
		7	БР.ПМ.-46.02.007	Корпус	1	
		8	БР.ПМ.-46.02.008	Кришка передня	1	
		9	БР.ПМ.-46.02.009	Кришка задня	1	
		10	БР.ПМ.-46.02.010	Поршень	1	
		11	БР.ПМ.-46.02.011	Шток	1	
		12	БР.ПМ.-46.02.012	Колодка напрямна	1	
<u>Стандартні вироби</u>						
				Болти ГОСТ 5927-73		
		13		M5x20.58.05	8	
		14		M16x40.58.05	4	
БР.ПМ.-46.02.000 СП						
Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Дата
Разраб.		Цапаї І.В.				
Пров.		Роп'як Л.Я.				
Реценз.						
Н.контр.		Роп'як Л.Я.				
Утв.		Панчук В.Г.				
Пристрій фрезерний				Лит.	Лист	Листов
				Н	1	3
ІФНТУНГ ПМ-19-1						

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документація</i>						
A1			БР.ПМ-46.03.000 СП СК	Складальне креслення		
				<i>Складальні одиниці</i>		
		1	БР.ПМ-46.03.001	Плита	1	
		2	БР.ПМ-46.03.002	Корпус	1	
				<i>Деталі</i>		
		3	БР.ПМ-46.03.003	Штатив	1	
		4	БР.ПМ-46.03.004	Рукоятка	1	
		5	БР.ПМ-46.03.005	Центровик	1	
		6	БР.ПМ-46.03.006	Вісь	1	
		7	БР.ПМ-46.03.007	Втулка розрізна	1	
		8	БР.ПМ-46.03.008	Гайка	1	
		9	БР.ПМ-46.03.009	Гайка	1	
		10	БР.ПМ-46.03.010	Шайба	1	
				<i>Стандартні вироби</i>		
		11		Болт М5х20,58 ГОСТ 7798-70	1	
		12		Гайка М5.56 ГОСТ 5915-70	2	
		13		Пружина №223 ГОСТ 3224-75	1	
БР.ПМ-46.03.000 СП						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Цапаї І.В.				Лит.	Лист
Пров.	Роп'як Л.Я.				н	1
Реценз.						2
Н.контр.	Роп'як Л.Я.				ІФНТУНГ	
Утв.	Панчук В.Г.				ПМ-19-1	
Пристрій контрольний						

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

1	7
---	---

	І Ф Н Т У Н Г		
	Бугель IA99044-400K		

«Затверджую»

**КОМПЛЕКТ
технологічної
документації**

Зав.кафедрою КМВ

Панчук В. Г.

Технологічний процес
механічної обробки
бугель IA99044-400K

Розробив: . Цапай І.В.

Перевірів: Роп'як Л.Я.

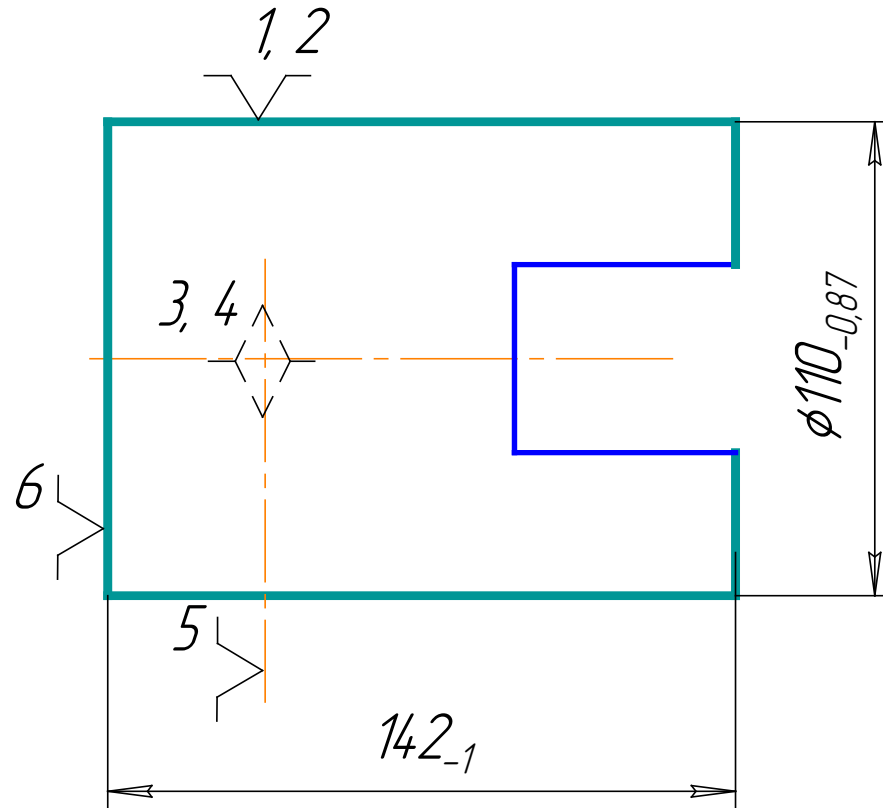
Акт № __ від «__» _____ 2023 р

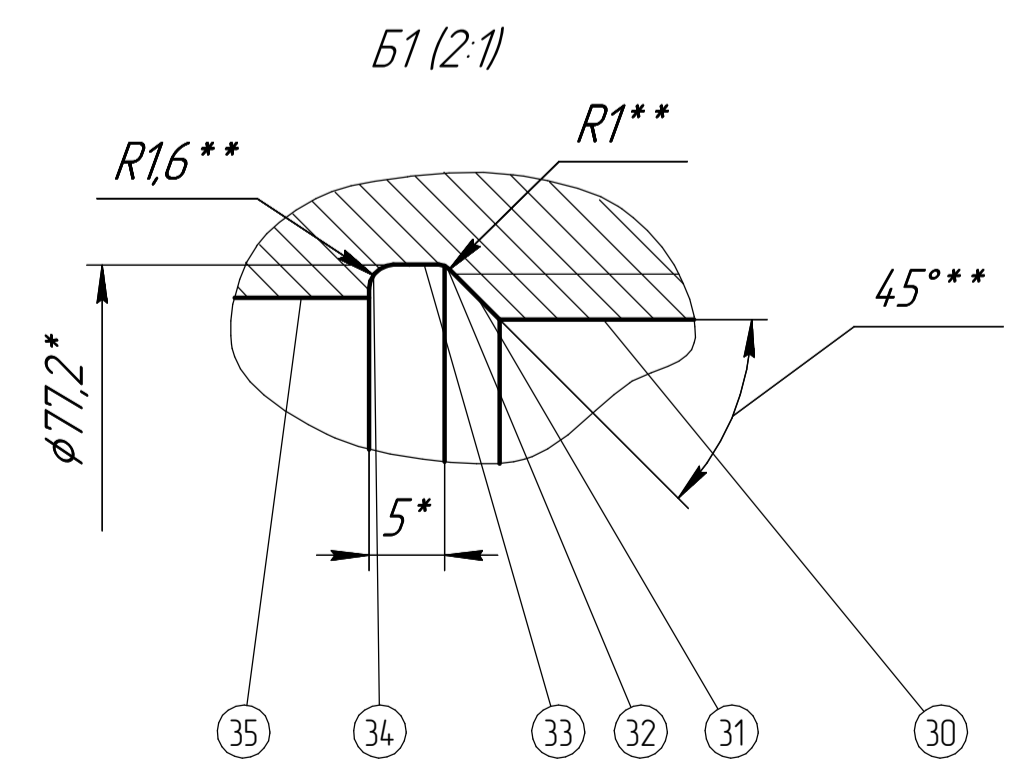
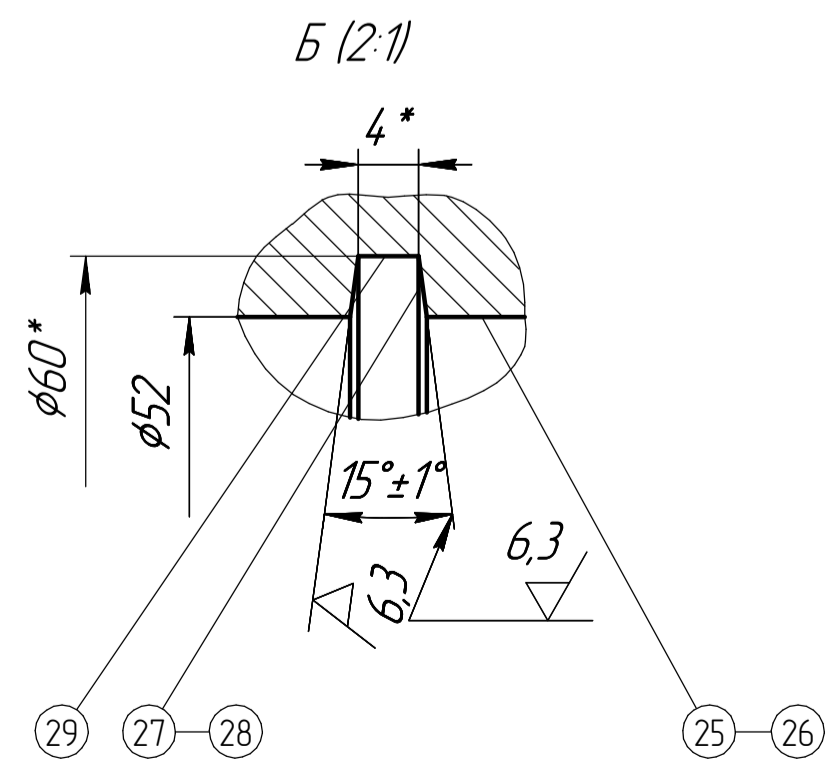
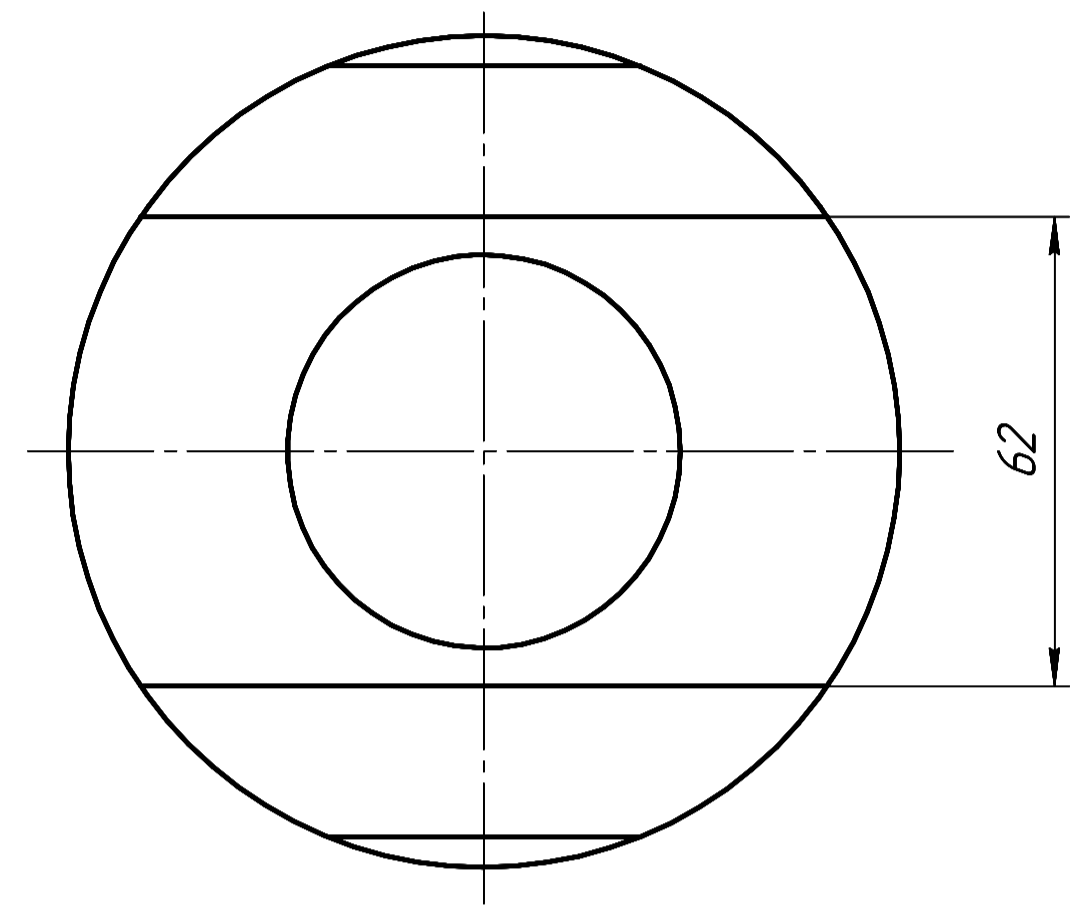
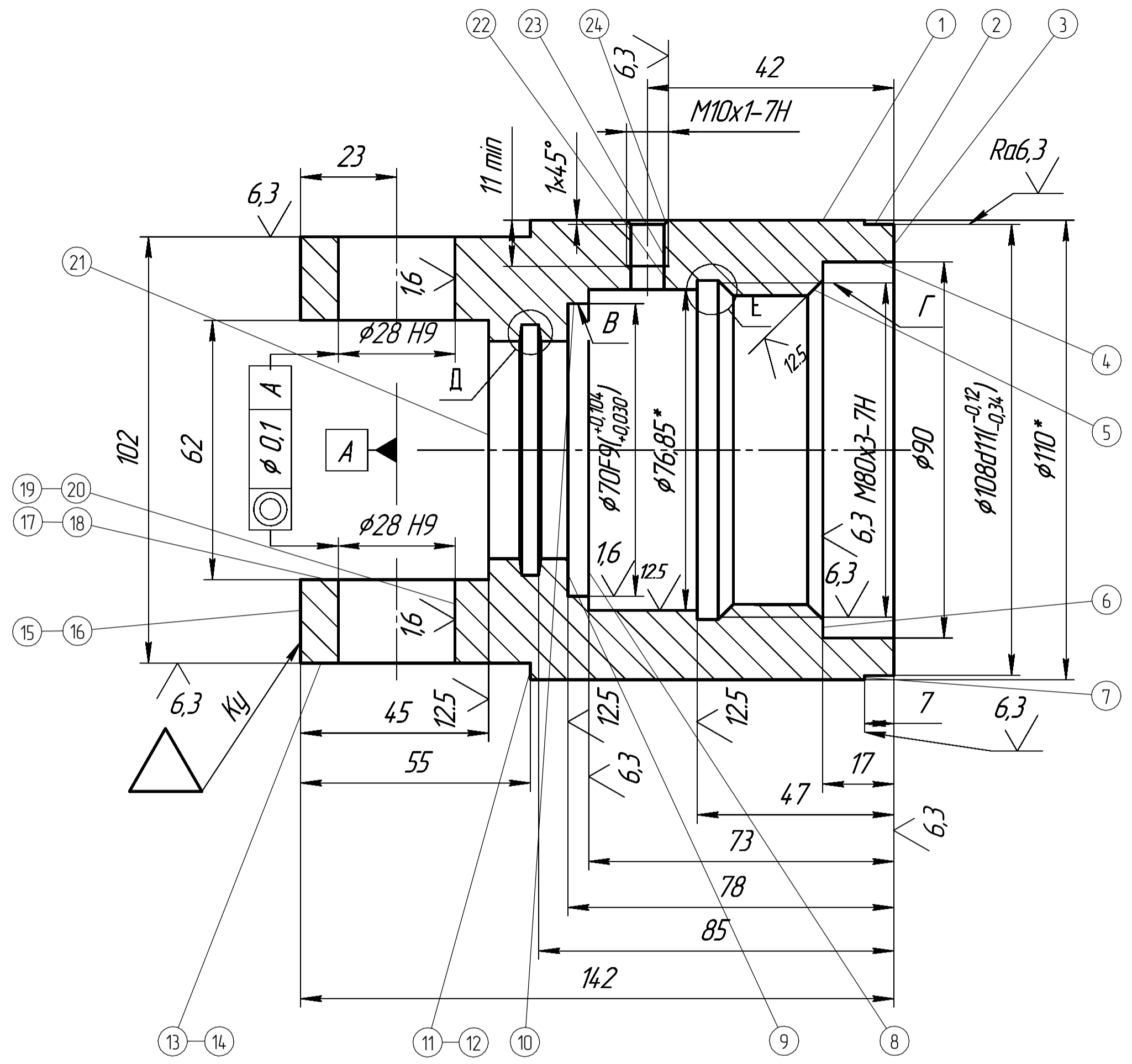
--	--

Дубл.															
Взам.															
Оригінал											Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
												2	1		
Розроб.	Цапай			ІФНТУНГ	ИА99044-400К										
Перевір.	Роп'як														
Затверд.	Панчук														
Н.Контр.	Роп'як			Бугель								П			
Номер і назва операції			Матеріал			Твердість		ОВ	МД	Профіль і розміри			МЗ	КООД	
010.Токарно-гвинторізна			Сталь20 ГОСТ1050-88			НВ159		кз	2,5	Ø114x146,2			6,27	1	
Обладнання, пристрій ЧПК			Позначення програми			То	Тд	Т п.з.	Т шт.	МОР					
Токарно-гвинторізний 16К20			-			0,7	0,92	21	1,75	Без охолодження					
Р		Ш	Д або В	L	t	i	S	n	V	Тд	То				
Р			мм	мм	мм		мм (мм/хв.)	1/хв.	мм/хв.	хв.	хв.				
001	1.Встановити деталь в патрон, закріпити.														
T02	Патрон 7100-0009 ГОСТ2675-80														
03															
004	2.Підрізати торець 3.														
T05	Різець 2102-0055 Т5К10 ГОСТ 18873-73;														
06															
P07			114	14	1,3	1	0,6	400	143,18	0,25	0,08				
08															
009	3.Точити поверхню 1 до упора в кулачки.														
T10	Різець 2102-0055 Т5К10 ГОСТ 18873-73;														
11															
P12			114	72	2	1	0,6	315	112,76	0,3	0,38				
13															
OK															

Дубл.															
Взам.															
Оригінал															
										Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	
										ИА99044-400К					2
Розроб.	Цапай								Бугель						
Перевір.	Роп'як														
Затверд.	Панчук														
Р		III	D або B	L	t	i	S	n	V	Tд	To				
Р			мм	мм	мм		мм (мм/хв.)	1/хв.	м/хв.	хв.	хв.				
01															
002	<i>4.Перевстановити деталь.</i>														
03															
004	<i>5.Підрізати торець 3.</i>														
T05	<i>Різець 2102-0055 Т5К10 ГОСТ 18873-73;</i>														
06															
P07			114	14	1,3	1	0,6	400	143,18	0,25	0,08				
08															
009	<i>6.Точити поверхню 1 до упора в кулачки.</i>														
T10	<i>Різець 2102-0055 Т5К10 ГОСТ 18873-73;</i>														
11															
P12			114	72	2	1	0,6	315	112,76	0,3	0,38				
13															
014	<i>7.Зняти деталь.</i>														
15															
016	<i>8.Ставити клеймо виконавця.</i>														
T17	<i>Молоток 7850-0103 Ц15хр. ГОСТ 2310-77</i>														
18															
019	<i>5.Покласти деталь в тару</i>														
T20	<i>Тара технологічна І-533.</i>														
ОК															

Дубл.																
Взамін.																
Підпис										Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		
													1	1		
Розробив	Цапай			ІФНТУНГ	ИА99044-400К											
Перевірів	Роп'як															
													Бугель		Н	010
Н. контр.																





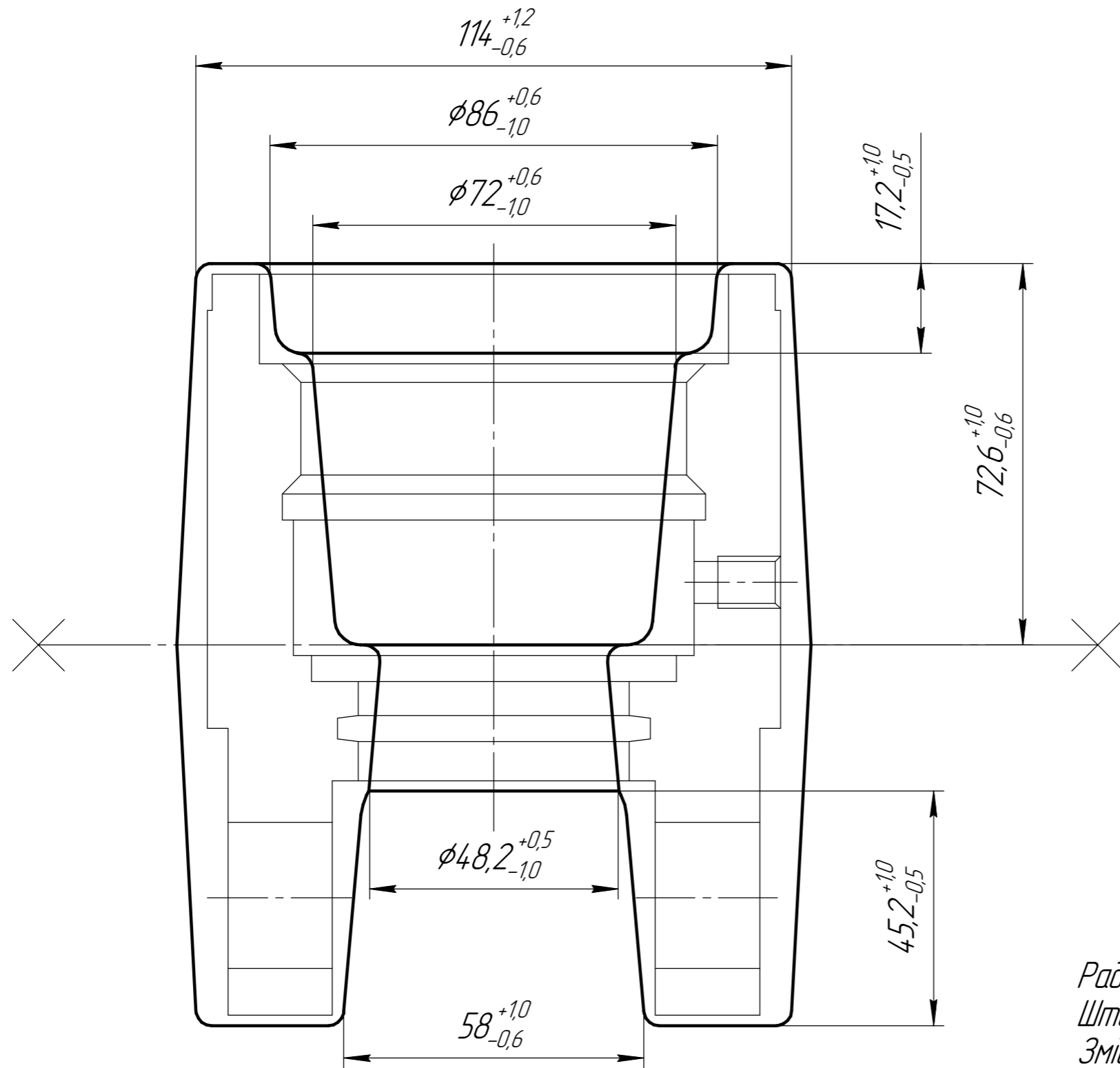
1. * Размер для справок.
2. ** Размер обеспечить инструментом.
3. Неуказанные предельные отклонения размеров: валов - по h14, отверстий - по H14, остальных - $\pm \frac{IT14}{2}$.

Перв. исполн.	Справ. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.

БР.ПМ-46.00.000						
Бугель				Лист	Масса	Масштаб
Сталь 20 ГОСТ 1050-74				A	2,5	1:1
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Листов	1
Разраб.	Цапаи И.В.					
Пров.	Роп'як Л.Я.					
Т.контр.	Роп'як Л.Я.					
Реценз						
Н.контр.	Роп'як Л.Я.					
Утв.	Панчик В.Г.					
Копировал				Формат А2		

БР.ПМ-46.00.0003

✓ (✓)



Радіуси заокруглень: зовнішні R2, внутрішні R5.
 Штамповочні уклони: зовнішні 2°, внутрішні 3°.
 Зміщення штампів 0,5 мм.

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дѣл.

Взам. инв. №

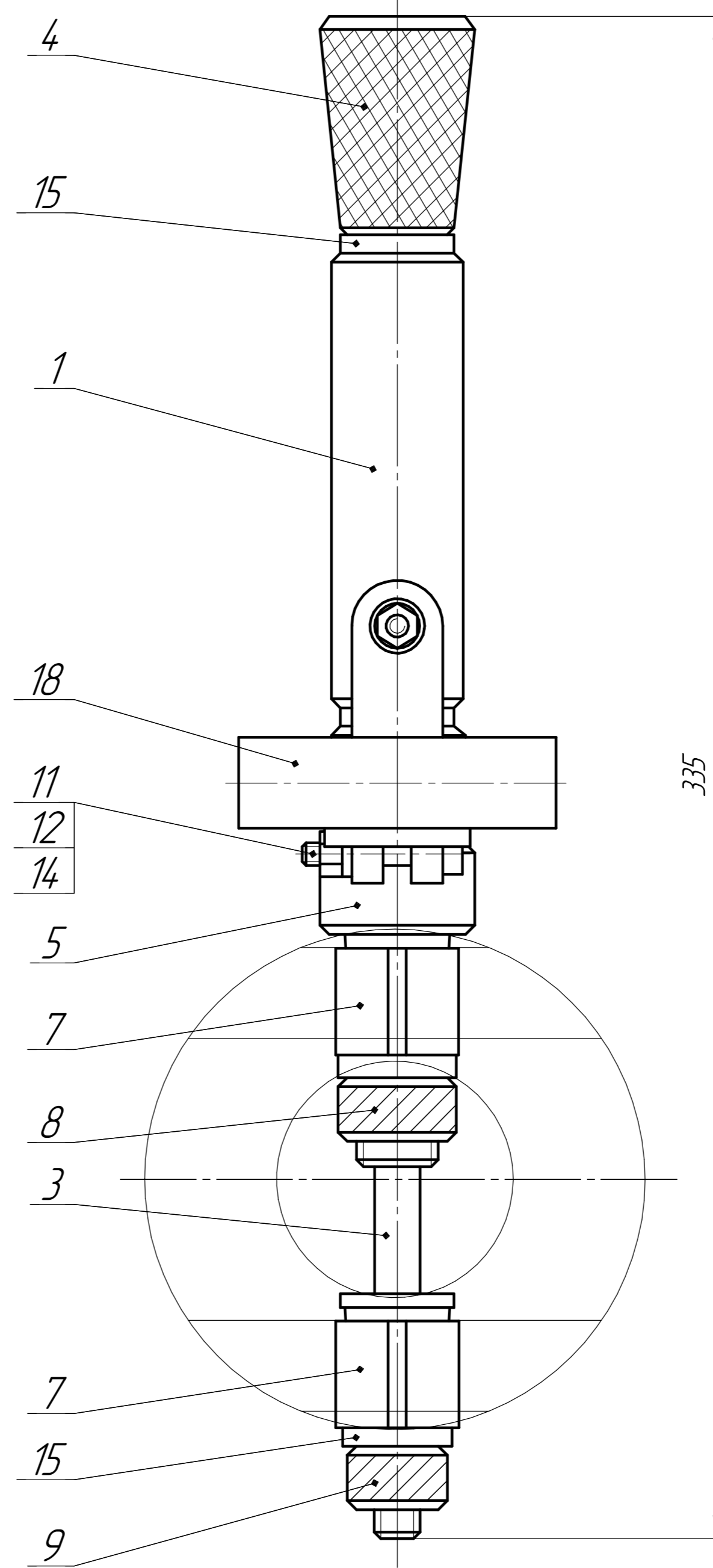
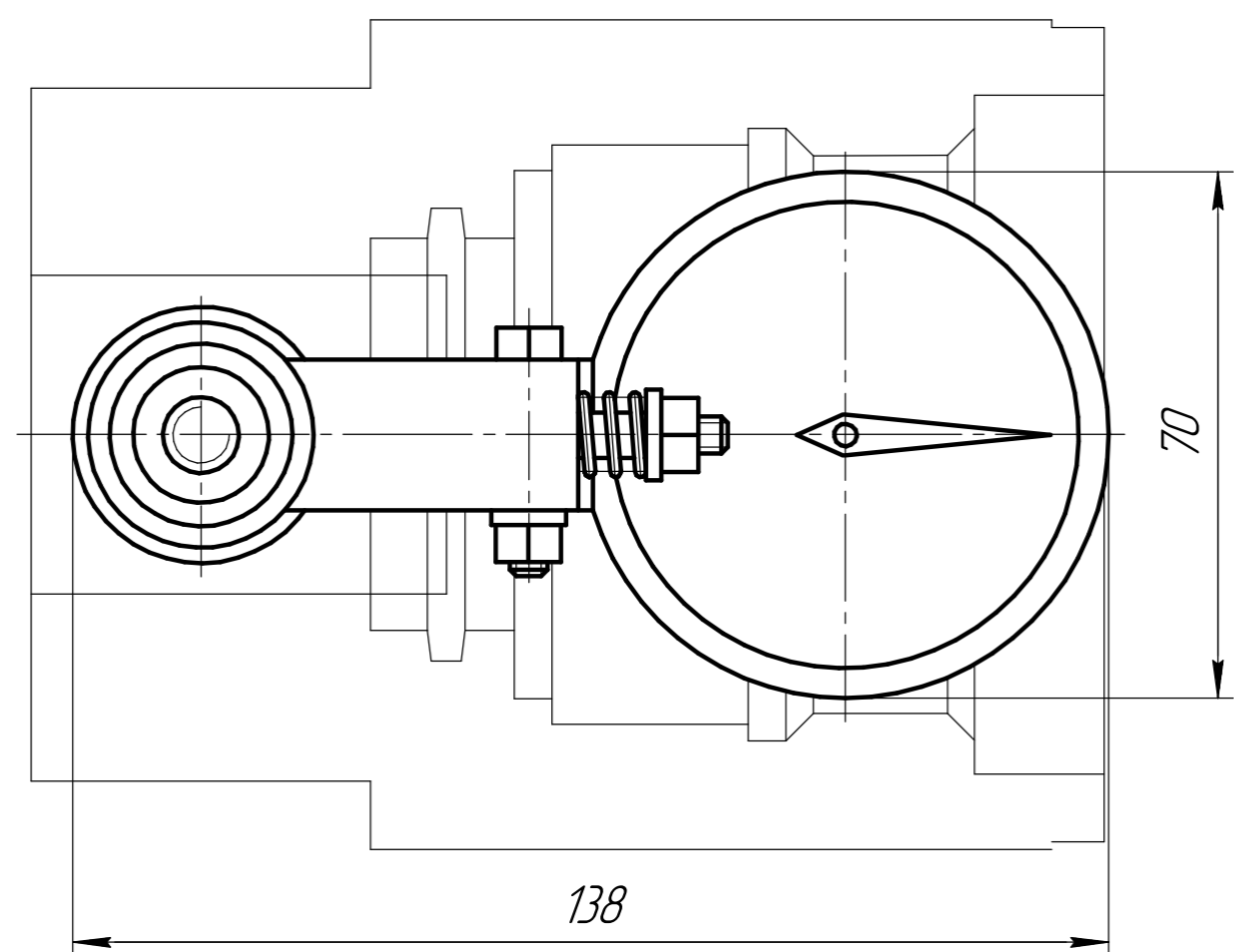
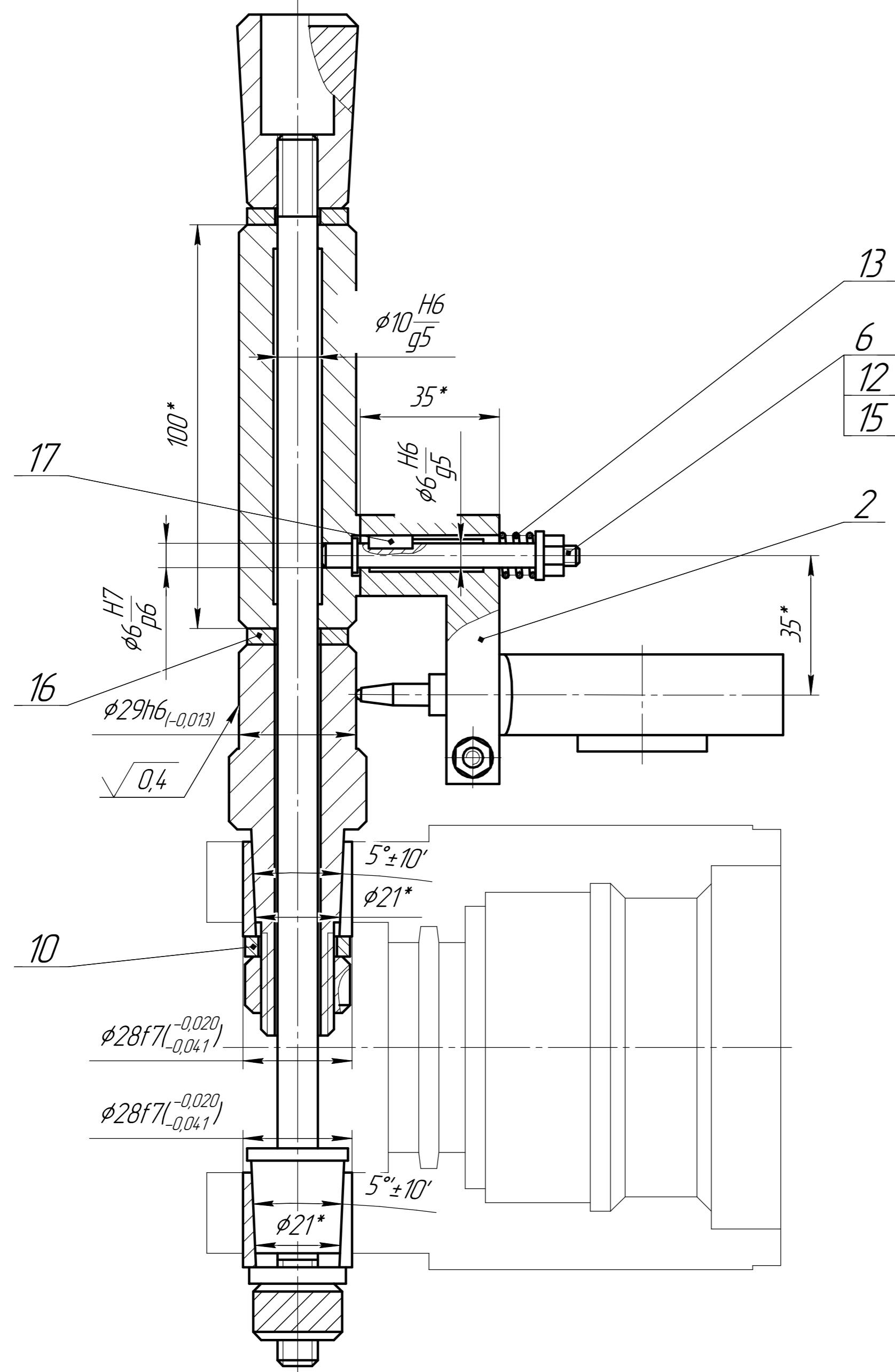
Подп. и дата

Инд. № подл.

					БР.ПМ-46.00.0003		
					Заготовка дугеля		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Цапаї І.В.				6,27	1:1
Проб.		Роп'як Л.Я.					
Т.контр.		Роп'як Л.Я.			Лист	Листов	1
Реценз.					Сталь 20 ГОСТ 1050-88		
Н.контр.		Роп'як Л.Я.			ІФНТУНГ ПМ-19-1		
Утв.		Панчук В.Г.			Копировал		

Копировал

Формат А3

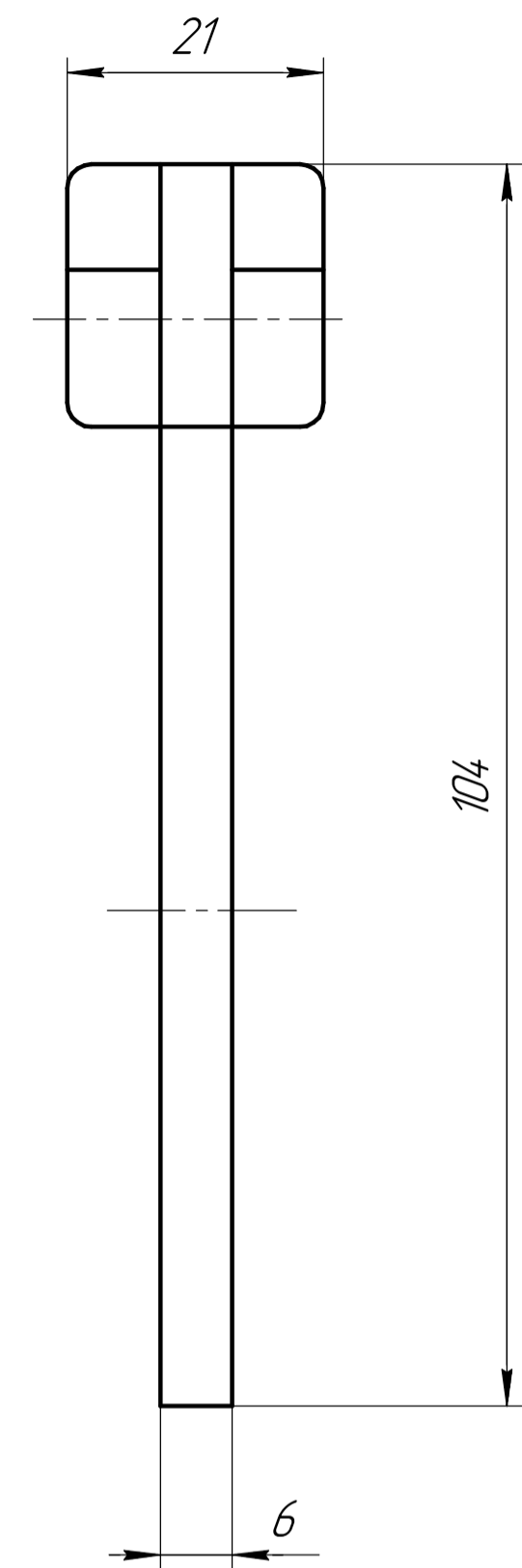
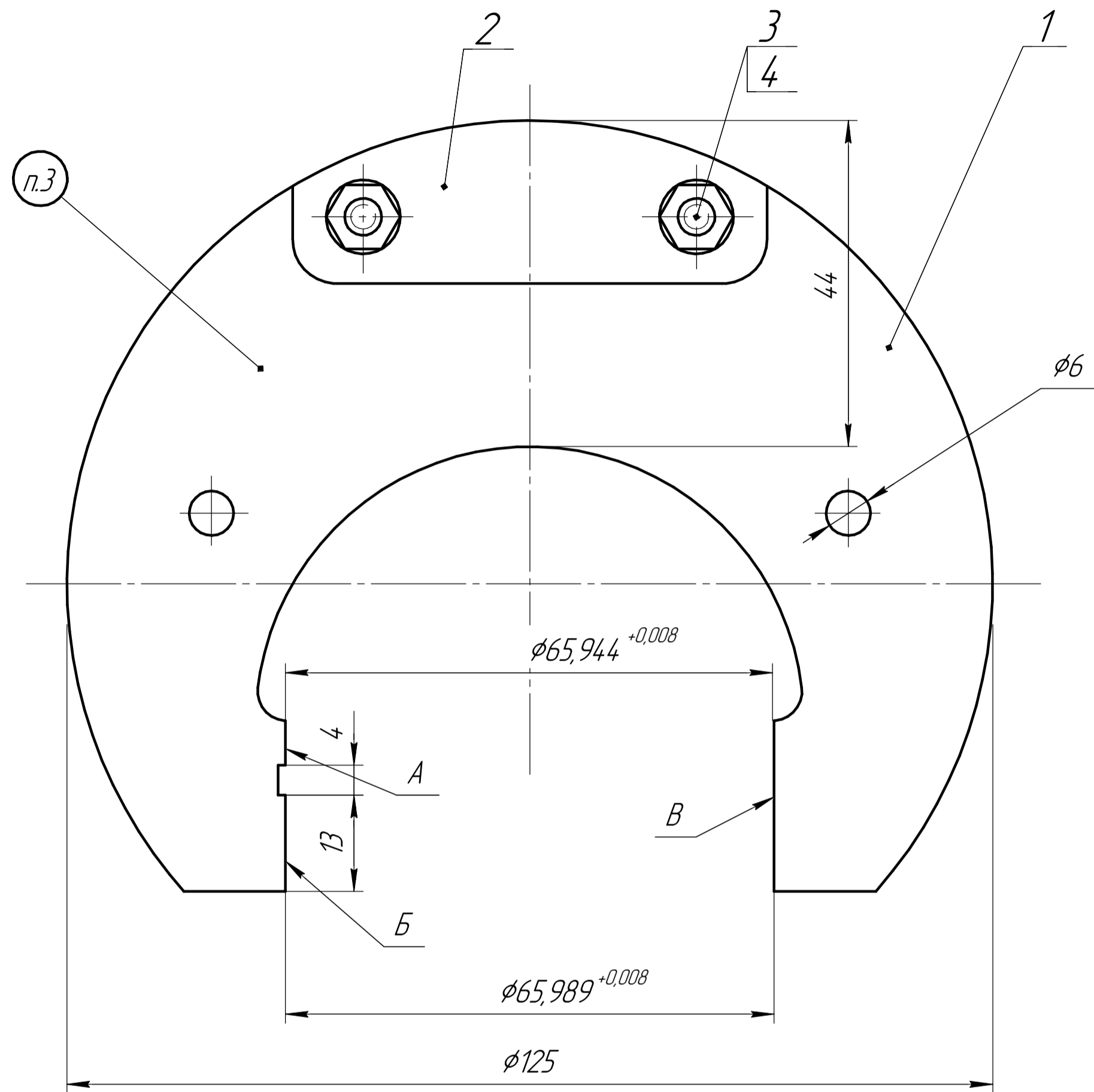


Пристрій призначений для контролю співвідносності 0,1 мм між отворами $\phi 28H9$ бугеля ІА 99044-400К.
 Похибка мікрометра 0,0018 мм.
 Похибка вимірювання пристроєм 0,012 мм.

1. *Разміри для довідок.
 2. Маркувати.

				БР.ПМ-4.6.03.000СК			
Вид	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.		Ціпак І.В.					1:1
Проб.		Роп'як Л.Я.			Лист		Листов 1
Т.контр.		Роп'як Л.Я.					
Реценз.							ІФНТЧНГ
Н.контр.		Роп'як Л.Я.					ПМ-19-1
Утв.		Панчук В.Г.					Формат А1

Лист № 1
 Вид № 1
 Дата
 Підп. і дата
 Взам. інв. №
 Інв. № днів
 Справ. №
 Перв. примірник



Калібр-скоба прызначена для контролю дыяметра $\phi 108d111_{-0,34}^{-0,12}$.

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

Інв. №	Інв. № дроб.	Інв. №	Інв. №
Інв. №	Інв. №	Інв. №	Інв. №
Інв. №	Інв. №	Інв. №	Інв. №
Інв. №	Інв. №	Інв. №	Інв. №
Інв. №	Інв. №	Інв. №	Інв. №
Інв. №	Інв. №	Інв. №	Інв. №
Інв. №	Інв. №	Інв. №	Інв. №
Інв. №	Інв. №	Інв. №	Інв. №
Інв. №	Інв. №	Інв. №	Інв. №
Інв. №	Інв. №	Інв. №	Інв. №

				БР.ПМ-46.04.000Д			
Ізм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Разраб.	Цапаі І.В.					0,6	2:1
Проб.	Роп'як Л.Я.				Лист	Листав	1
І.контр.	Роп'як Л.Я.				Сталь 20Х ГОСТ 4354-81		
Реценз.					ІФНТУНГ		
Н.контр.	Роп'як Л.Я.				ПМ-19-1		
Утв.	Панчик В.Г.				Копірувал		
				Формат А2			