

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»  
Приладобудівний факультет  
Кафедра виробництва приладів**

До захисту допущено:  
Завідувач кафедри  
Професор, д.т.н. Антонюк В.С.  
«08» червня 2020 р.

**Дипломний проект**

**на здобуття ступеня бакалавра**

**за освітньо-професійною програмою «Автоматизація та компютерно  
інтегрованні технології виробництва приладів»**

**спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»**

**на тему: «Автоматизована ділянка механічної обробки корпусу гіромотора»**

Виконав :  
студент IV курсу, групи ПБ-61  
Друзев Максим Сергійович



Керівник:  
Професор, д.т.н.  
Антонюк Віктор Степанович



Рецензент:  
Доцент, д.т.н.  
Киричук Юрій Володимирович



Засвідчую, що у цьому дипломному  
проекті немає запозичень з праць інших  
авторів без відповідних посилань.

Студент Drusev

Київ – 2020 року

## ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ДП 6103.1702.000 ПЗ	Пояснювальна записка	80	
3	A1	ДП 6103.1702.001 СК	Корпус гіромотора	1	
4	A1	ДП 6103.1702.002 СК	Заготовка	1	
5	A1	ДП 6103.1702.003 СК	Пристрій токарний	1	
6	A1	ДП 6103.1702.004 СК	Пристрій фрезерний	1	
7	A1	ДП 6103.1702.005 СК	Пристрій контрольний	1	
8	A1	ДП 6103.1702.006 СК	План ходу інструмента	1	
9	A1	ДП 6103.1702.007 СК	Пристрій РТК	1	
10	A1	ДП 6103.1702.008 СК	Захват	1	
11	A1	ДП 6103.1702.009 СК	Деталювання	1	
12	A1	ДП 6103.1702.010 СК	План ділянки цеха	1	
13	A4	ДП 6103.1702.011 СП	Специфікація токарний пристрій (оправка)	1	
14	A4	ДП 6103.1702.012 СП	Специфікація фрезерний пристрій	1	
15	A4	ДП 6103.1702.013 СП	Специфікація контрольний пристрій	2	

				ДП.ПБ6103.1702.001 ПЗ		
	ПБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Друзев М.С.			Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.	Антонюк В.С.				1	1
Консульт.					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВП Гр. ПБ-61	
Н/контр.						
Зав.каф.	Антонюк В.С.					

**Пояснювальна записка**  
**до дипломного проекту**  
**на тему: «Автоматизована дільниця механічної обробки**  
**корпуса гіромотора»**

Київ – 2020 року

**Національний технічний університет України**  
**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

**Приладобудівний факультет**

**Повна назва кафедри**

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 151«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерно-інтегровані технології  
виробництва приладів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Професор, д.т.н. Антонюк В.С.

«08» черня 2020 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на дипломний проект студенту**

**Друзєв Максим Сергійович**

1. Тема проекту «Автоматизована ділянка механічної обробки корпусу гіромотора», керівник проекту Професор, д.т.н. Антонюк Віктор Степанович, затверджені наказом по університету від «25» травня 2020 р. №1180-с
2. Термін подання студентом проекту 03 червня 2020р.
3. Вихідні дані до проекту: креслення корпусу гіромотора.
4. Зміст пояснювальної записки:
  1. Технологічна частина 1.1 Постановка задачі проектування ділянки механічного цеху 1.2 Опис конструкції деталі. 3 Розрахунок технологічності
  - 1.4 Вибір заготовки 1.5 Визначення типу виробництва 1.6 Розробка технологічних процесів 1.6.1 Аналіз заводського технологічного процесу 1.6.2.Розробка операційної технології 1.6.3 Вибір обладнання 1.6.4 Вибір інструмента 1.6.5 Вибір пристосування 1.6.6 Розрахунок припусків та межопераційних розмірів 1.6.7 Розрахунок режимів різання та технічних нормувань 1.6.8 Розробка технічної документації 1.7 Проектування пристосувань 1.7.1 Проектування токарного пристосування 1.7.2

Проектування фрезерного пристосування 1.7.3 Проектування контрольного пристосування 1.7.4.Розробка захвату маніпулятора 1.7.5.Розробка програми для верстату з ЧПК 1.8 Проектування ділянки механічного цеху.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо). Креслення корпусу гіромотора. Креслення заготовки. Складальний кресленик токарного пристосування. Складальний кресленик фрезерного пристосування. Складальний кресленик контрольного пристосування. Складальний кресленик захвату маніпулятора. Еквідестанту руху інструменту згідно завдання на обробку. Планування руху маніпулятора з захватом. Спроектвана ділянка цеху. Деталювання. Маршрутні карти. Керуючі програми. Специфікації.

6. Консультанти розділів проекту\*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Розрахунки заготовки	21.05.2020	
2	Проектування токарного пристосування	23.05.2020	
3	Проектування фрезерного пристосування	25.05.2020	
4	Проектування контрольного пристосування	27.05.2020	
5	Проектування захвату маніпулятора	29.05.2020	
7	Проектування ділянки цеху	30.05.2020	
8	Планування РТК маніпулятора	31.05.2020	
9	Оформлення пояснювальної записки ДП	02.06.2020	
10	Подача дипломного проекту до передзахисту	03.06.2020	

Студент



Друзев Максим Сергійович

Керівник



Антонюк Віктор Степанович

\* Якщо визначені консультанти. Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

## Зміст

	Арк.
Анотація.....	4
Аннотация.....	5
Annotation .....	6
Вступ.....	7
1. Технологічна частина.....	9
1.1 Постановка задачі проектування автоматизованої ділянки механічного цеху .....	10
1.2 Опис конструкції деталі «Корпус гіромотора».....	12
1.4 Вибір заготовки .....	19
1.5 Визначення типу виробництва.....	21
1.6 Проектування технологічних процесів .....	25
1.6.1 Аналіз заводського технологічного процесу.....	25
1.6.2.Розробка операційної технології.....	26
1.6.3 Вибір обладнання .....	27
1.6.4 Вибір інструмента.....	35
1.6.5 Вибір пристосування .....	36
1.6.6 Розрахунок припусків та межопераційних розмірів .....	38
1.6.7 Розрахунок режимів різання та технічних нормувань.....	42
1.6.8 Розробка технічної документації .....	52
1.7 Проектування пристосувань .....	54
1.7.1 Проектування токарного пристосування.....	54
1.7.2 Проектування фрезерного пристосування .....	57
1.7.3 Проектування контрольного пристосування.....	59
1.7.4.Розробка захвату маніпулятора .....	61
1.7.5.Розробка програми для верстату з ЧПК .....	68
1.8 Проектування ділянки механічного цеху.....	72

Висновок.....	73
Література.....	74
Додатки .....	78
Додаток А – Маршрутні карти .....	
Додаток Б – Креслення.....	
Додаток В – Керуючі програми .....	
Додаток Г – Специфікації .....	

## Анотація

Тема дипломного проекту – проектування автоматизованої ділянки механічного цеху виготовлення складних деталей типу “ Корпус гіромотора ”.

Проект містить в собі технологічно-конструкторську і додатки та графічну частину.

На основі технологічно-конструкторської документації виконано розрахунки технологічності виробу, режимів оброблення, технічного нормування, припусків та міжопераційних розмірів.

Графічна частина включає: креслення деталі, пристосування (токарне, фрезерне, контрольне, захват робота), а також креслення плану автоматизованої ділянки механічного цеху.



## **Аннотация**

Тема дипломного проекта – проектирование автоматизированного участка а механического цеха изготовление сложных деталей типа “ Корпус гиromотора ” .

Проект включает в себя технологическо-конструкторскую, приложения и графическую часть.

На основе технологическо-конструкторской части проиведены расчеты технологичности изделия, режимов резания, технического нормирования, припусков и межоперационных размеров.

Графическая часть включает: чертеж детали; приспособления (токарное, фрезерное, контрольное, схват робота), а так же чертеж автоматизированного участка механического цеха.

### **Annotation**

The project deals with the designing of atomized manufacturing workshop in order to make a «korpus giromotora» type part.

The project consists of technological-designing, graphic documentations and appendix.

It was carried out manufacturability analysis, metal-cutting calculation, and technical normalization calculation, machining allowance and interoperational dimensions calculations in the technological-designing part.

Graphic documentations consist of part drawing, drawings of devices (turning device, milling device, control device, robot grip) and part of atomized machine shop drawing.

## Вступ

Однією з ознак розвитку підприємств є підвищення конкурентоспроможності, модернізація виробництва, впровадження нових технологій та обладнання. Провідна роль у цих процесах належить галузі приладобудування.

Приладобудування є високотехнологічною та найбільш наукомісткою галуззю машинобудування, що спеціалізується на виробництві засобів виміру, аналізу, обробки і представлення інформації, автоматичних та автоматизованих систем управління, а також пристроїв регулювання [1]

Проектування технологічних процесів механічної обробки деталей та складання з них приладів, в даний час приділяє велику увагу виробництву високоякісної продукції з високою швидкістю виробництва та оптимальною собівартістю. Ці параметри у велико-серійному та масовому виробництві досягаються завдяки механізації та автоматизації технологічних процесів із застосуванням обертових та багатопозиційних машин, автоматів в автоматичних лініях для обробки, а також механізованих та автоматизованих комплексів чи ліній для складання.

Але використання автоматів, полуавтоматів та автоматизованих ліній не завжди вигідно через високу вартість обладнання, а також через трудомісткість процесу переналагодження при переході від виготовлення одного типу продукції до іншого.

Вартість приладів при малій серійності непомірно зростає.

Тому основне направлення автоматизації при обробці заготовок невеликими партіями пов'язано з використанням станків з числовим програмним керуванням (ЧПК).

Використання верстанів з ЧПК підвищує точність обробки деталей складної форми, та значно знижує допоміжний час.

В умовах нормального використання один верстат з ЧПК може замінити 2-6 одиниць універсального обладнання.

Наступним кроком в автоматизації серійного виробництва є створення та ефективне використання роботизованого технологічного комплексу (РТК), який складається з верстатів з ЧПК, промислового робота та засобів оснащення.

Найвищим рівнем РТК є гнучкий виробничий модуль (ГВМ), що здатен автоматично адаптуватися до змін у програмі виробництва та дозволяє оброблювати будь які по формі і розмірам деталі в рамках технологічної можливості обладнання.

Метою роботи є :

- проектування автоматизованої ділянки цеху механічної обробки;
- розробка технологічних процесів виготовлення деталей;
- проектування пристосувань;

В дипломному проекті спроектована ділянки механічного цеху по виготовленню виробу типу “Корпус гіромотора”.

## **1. Технологічна частина**

## **1.1 Постановка задачі проектування автоматизованої ділянки механічного цеху**

У гнучких автоматизованих виробництвах реалізуються основні напрямки науково-технічного прогресу в промисловості:

- інтеграція управління, проектування і виготовлення виробів на основі високого рівня автоматизації;
- вдосконалення організації виробництва і його підготовки;
- впровадження ЕОМ для вирішення проектних і виробничих завдань.

При розробці нових автоматизованих виробництв на перший план висувається обґрунтування доцільності капіталовкладень, вибір обладнання, ефективність проектування при умови, що обґрунтована номенклатура виробів які будуть виготовлятися в умовах гнучкої виробничої системи.

У більшості випадків гнучких виробничих систем формуються на базі верстатів з ЧПК, що в значній мірі сприяє впровадженню групових методів обробки.

Використання дорогого устаткування з ЧПК, промислових роботів і групових методів в серійному і дрібносерійному виробництві повинно передбачати моделювання і побудову схеми оптимального руху потоків предметів праці по робочих позиціях.

При проектуванні необхідно врахувати:

- габарити і масу виробу;
- виробничу програму;
- відпрацювання конструкцій виробів на технологічність;
- розробка технологічного процесу виготовлення виробів;
- визначення кількості основного обладнання;
- встановлення технічних норм часу на виготовлення виробів;
- проектування контролю якості виробів;
- проектування технологічного оснащення;

- розрахунок виробничих потужностей;
- розробка плану розміщення обладнання;
- розробка виробничих маршрутів виготовлення виробів.

Найважливішим фактором, який визначає форми і методи організації, планування і управління на підприємстві, є тип виробництва.

Під типом виробництва розуміється класифікаційна характеристика виробництва у широті номенклатури, обсягу, регулярності і стабільності випуску виробів.

Розрізняють три основних типи виробництва:

- масове
- серійне
- одиничне.

При одиничному виробництві номенклатура виробів широка при малому об'ємі випуску. Повна неповторність випуску виробів при їх виготовленні окремими екземплярами або малими партіями. Переважання універсального обладнання, що обслуговується робітниками високої кваліфікації.

Масове виробництво характеризується вузькою номенклатурою виробів і великим об'ємом випуску. Кожне робоче місце виконує одну операцію яка повторюється. Має повна стабільність виробничих умов на робочих місцях, що дозволяє: вузько спеціалізувати робочі місця і оснащувати їх спеціальною високопродуктивною оснащенням.

Для даного дипломного проекту обрано серійний тип виробництва. Спроектована автоматизована ділянка цеху буде випускати 10000 штук виробів.

Для обраного типу характерна відносна стабільність виробничих умов на робочих місцях, що визначається регулярної повторюваністю випуску продукції серіями.

Підвищена точність заготовок через значне зниження в серійному

виробництві припусків на обробку.

В серійному виробництві виробничі ділянки створюються в основному за предметно-технологічними та предметними ознаками.

## **1.2 Опис конструкції деталі «Корпус гіромотора»**

В розробленому дипломному проєкті деталь типу «Корпус гіромотора», представлена на кресленику ПБ6102.1702.001.

«Корпус гіромотора» – деталь, яка відноситься до класу корпусних деталей приладів – основних несучих деталі, які призначені для розміщення в них складальних одиниць і деталей. Вони повинні забезпечувати сталість, точності відносного положення деталей і механізмів як у статичному стані так і при експлуатації приладів.

Для деталі «Корпус гіромотора» характерна наявність точно оброблених отворів координированих між собою і щодо базових поверхонь кріпильних та інших отворів. Конструктивно корпуса цієї групи можуть бути у виді плат або трикутників, циліндричної коробчатої форми, рамочного типу.

Деталі «Корпус гідромотора» використовується як підвісом гідромотора і входить у комплекс деталей з яких складають гіроскопічний прилад, який у вигляді компонентів, як в системах навігації, так і в системах орієнтації і стабілізації використовують в космічних апаратів авіаційному та морському транспорті та інших галузях.

Деталь «Корпус гіромотора» виготовлено зі сплаву алюмінію АК74 ДСТУ 2839-94 .

В таблицях 1.1 і 1.2, відповідно, приведено хімічний склад і механічні властивості алюмінієвого сплаву АК74 ДСТУ 2839-94.

Таблиця 1.1 - Хімічні властивості алюмінієвого сплаву АК74 ДСТУ 2839-94.



Марка	Вміст хімічних елементів, %								
	Al	Mg	Cu	Mn	Ni	Fe	Si	Zn	Ti
AK 74	87	2,6...3,9	3,6	<0,2	2,2	1,6	1,5	<0,3*	<0,1*

\* сума домішок не більше 0.12

Табл.1.2 - Механічні властивості алюмінієвого сплаву АК74 ДСТУ 2839-94.

Твердість по Брюнелю, НВ	Відносне подовження $\delta$ , %	Межа міцності $\sigma_b$ , МПа	Температура плавлення, $^{\circ}\text{C}$
350...450	9	380	660

Таблиця 1.5 –Хімічний склад швидкорізальних сталей

Марка сталі	Вміст елементів, %				
	C	Cr	W	V	Mo
P18	0,7...0,8	3,8...4,4	17,5...19	1...1,4	0,5...1
P6M5	0,85...0,95	3...3,6	5,5...6,5	2...2,5	3...3,6

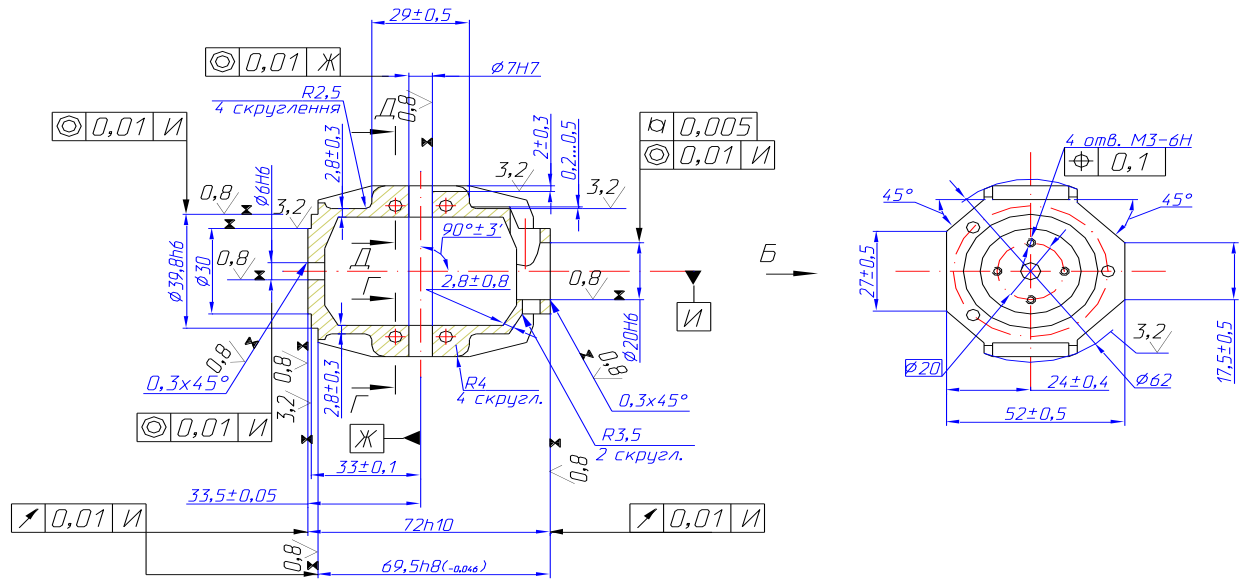


Рис.1 Кресленик деталі «Корпус гідромотора»

Деталь «Корпус гідромотора» має ускладнену геометричну форму рамочного типу з координированими між собою точно обробленими отворами різного діаметру а також різної частотою обробки, кріпильними та іншими отворами крім того у деталі наявні: пази, скоси, фаски.

Більшість розмірів деталей деталі мають точні розміри, що відповідають 7-8 квалітетам точності, а до шорсткості точних поверхонь є високі вимоги ( $Ra\ 0,8\ \mu\text{m}$ ).

Деталь термічно оброблена, на поверхні сформоване покриття – Ан.Окс.Хром. Твердість поверхонь складає 350...450. Маса деталі – 0,085 кг.

### 1.3 Розрахунок технологічності конструкції деталі

Проектуванні сучасних приладів є складною конструкторською задачею, пов'язаною, як з досягненням необхідного технічного рівня виробу, так і з наданням конструкції таких техніко-економічних властивостей, які забезпечать зниження витрат трудоемності, матеріалів та енергозатрат на його розробку, виготовлення, технічне обслуговування та ремонт.

Технологічною вважають таку конструкцію виробу, яка повністю відповідає пред'явленим до нього експлуатаційним вимогам та заданим показникам якості, об'єму випуску та умовам виготовлення із застосуванням найбільш економічних технологічних процесів.

Підвищення технологічності конструкції має своєю метою зниження трудомісткості й собівартості виробу.

Розрахуємо технологічність виготовлення даної деталі.

#### 1. Рівень технологічності конструкції по трудоемкості.

Абсолютний техніко-економічний показник трудоемкості виготовлення  $T_{виг}$  визначається сумою нормо-годин, використаних на виготовлення деталі.

$$T_{виг} = \sum_{i=1}^n T_i, \quad (1.1)$$

де  $T_i$  – трудомісткість на виготовлення кожної операції.

$$T_{виг} = 16,94 + 6,95 + 5,56 + 3,23 + 1,91 + 4,99 + 12,64 + 10,9 + 2,75 + 5,55 + \\ + 1,52 + 1,62 = 74,56, \text{ нормо годин.}$$

Визначимо коефіцієнт рівня технологічності виробу за формулою:

$$K_{p.m} = \frac{T_{виз}}{T_{б.в}}, \quad (1.2)$$

$$K_{p.m} = \frac{74,56}{95,24} = 0,782 .$$

2. Рівень технологічності конструкції з урахуванням собівартості.

$$K_{p.c} = \frac{C_{д.в}}{C_{б.в}}, \quad (1.3)$$

де  $C_{д.в}$  – собівартість даного виробу;

$C_{б.в}$  – собівартість базового виробу.

$$K_{p.c} = \frac{99,32}{105,3} = 0,94 .$$

3. Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{в.м} = \frac{M_{д}}{M_{з}}, \quad (1.4)$$

де  $M_{д}$  – маса деталі;

$M_{з}$  – маса заготовки.

Визначаємо масу заготовки:

$$M_{з} = V_{з} \rho_c$$

$$M_{з} = \left( \begin{array}{l} 71 \cdot 3,14 \cdot 30^2 - 50 \cdot 3,14 \cdot 20^2 - 34 \cdot 3,14 \cdot 8^2 - 8(8 \cdot 3,14 \cdot 2^2) \\ - 6 \cdot 3,14 \cdot 9^2 - 6 \cdot 3,14 \cdot 2,5^2 - 6 \cdot 3,14 \cdot 3^2 - 30 \cdot 4 \cdot 1,5 \end{array} \right) = 15,3 \text{ см}^3$$

$$M_{з} = V_{з} \rho_c = 15,3 \cdot 7,8 = 12 \text{ г}$$

$$M_3 = 12 \text{ г}$$

Визначаємо об'єм деталі:

$$M_{\partial} = V_{\partial} \rho_{cm}$$

$$\begin{aligned} V_{\partial} &= 9 \cdot 5 \cdot 5 - 2 \cdot 3,14 \cdot 0,5^2 \cdot 5 - 3,14 \cdot 1^2 \cdot 5 - \\ &- (5 \cdot 9 \cdot 0,5 - 3,14 \cdot 1,6^2 \cdot 0,5) - (2 \cdot 3,14 \cdot 0,4^2 \cdot 0,5 + \\ &+ 3,14 \cdot 0,5^2 \cdot 0,5) = 6,63 \text{ см}^3 \end{aligned}$$

Визначимо масу корпусу:

$$M_{\partial} = V_{\partial} \rho_{cm} = 66,3 \cdot 7,8 = 8,5,2$$

$$K_{\epsilon.m} = \frac{0,085}{0,12} = 0,71$$

4. Коефіцієнт точності виготовлення корпусу:

$$K_m = 1 - \frac{1}{A_c}, \quad (1.5)$$

де  $A_c$  – середній квалітет точності.

$$A_c = \frac{\sum A_i \cdot n_i}{\sum n_i}, \quad (1.6)$$

де  $A_i$  – квалітет  $i$ -го номера;

$n_i$  – кількість поверхонь (розмірів) з квалітетом  $i$ -го номера;

$\sum n_i$  – загальна кількість поверхонь (розмірів).

$$A_c = \frac{6 \cdot 14 + 7 \cdot 2 + 8 \cdot 11 + 9 \cdot 7 + 10 \cdot 27 + 12 \cdot 9}{67} = 9,2,$$

$$K_m = 1 - \frac{1}{9,2} = 0,89.$$

5. Коефіцієнт якості формування деталі:

$$K_{\text{я}} = 1 - \frac{1}{B_c}, \quad (1.7)$$

де  $B_c$  – середня шорсткість деталі визначається за формулою:

$$B_c = \frac{\sum_{i=1}^m B_i \cdot n_i}{m}, \quad (1.8)$$

де  $B_i$  –  $i$ -та шорсткість;

$n_i$  – кількість поверхонь (розмірів) з  $i$ -ою шорсткістю;

$m$  – загальна кількість поверхонь (розмірів).

$$B_c = \frac{46 \cdot 6,3 + 13 \cdot 3,2 + 8 \cdot 0,8}{67} = 5,04$$

**Коефіцієнт шорсткості  $K_{Bc}$**  визначається за формулою:

$$K_{Bc} = \frac{1}{B_c}$$

$$K_{\text{я}} = 1 - \frac{1}{5,04} = 0,8$$

6. Комплексний коефіцієнт технологічності:

$$K_{\kappa} = \frac{\sum_{i=1}^m K_i \cdot K_{ie}}{\sum_{i=1}^m K_{ie}}, \quad (1.9)$$

де  $K_i$  – поточні показники технологічності;

$K_{ie}$  – вага поточного показника технологічності в загальному значенні технологічності.

Поточний коефіцієнт має рівномірний відсоток впливу, тому  $K_{ie} = 0,2$ .

$$K_k = \frac{0,782 \cdot 0,2 + 0,89 \cdot 0,2 + 0,94 \cdot 0,2 + 0,71 \cdot 0,2 + 0,8 \cdot 0,2}{1} = 0,81 .$$

Висновок: деталь «Корпус гіромотора» є технологічною і може виготовлятися в серійне виробництво ( $K_k=0.81>0.5$ ).

#### 1.4 Вибір заготовки

Заготовка – предмет виробництва з якого при подальшій обробці шляхом зміни форми, розмірів, властивостей поверхні чи матеріалу механічною, термічною, гальванічною або будь-якої іншою обробкою виготовляють деталь.

На вибір заготовки впливає форма деталі та її розмірів, вимоги до її якості, програма випуску а також інші економічні фактори.

На сучасних промислових підприємствах для вибору методу отримання може бути використаний будь-який спосіб:

1. лиття різноманітними способами;
2. прокат;
3. різні види штампування;
4. пресування
5. оброблення різанням [5].

З метою зменшення припусків на оброблення, підвищення точності розмірів і вимог до параметрів розташування поверхонь ускладнюються технологічна оснастка заготівельного цеху і зростає собівартість заготовки, але при цьому знижується трудоемкість і собівартість механічного оброблення заготовок, підвищується коефіцієнт використання матеріалу.

Головним критерієм вибору заготовки є забезпечення заданої точності і якості деталі при її мінімальній собівартості.

Проектування технологічного процесу механічного оброблення складних деталей вимагає даних про конфігурацію і розміри заготовки.

Зокрема – про наявність в заготовці отворів, заглиблень, порожнин та виступів. В серійному виробництві для отримання заготовок найбільш широко використовують лиття або штампування, які дозволяють максимально наближати параметри заготовки до форми деталей.

В масовому виробництві для отримання точних заготовок використовують безцентрове шліфування, а їх розрізання проводять за допомогою пил або штампування.

Заготовкою деталі „Корпус гіромотора” являється відливка, яку отримують литтям за моделями, що виплавляються, що дозволяє одержувати високоякісні відливки.

Лиття за моделями, що виплавляються придатні для виготовлення відливок високої точності та складної конфігурації з важкооброблюваних сталей, і кольорових металів.

Лиття за моделями, що виплавляються є найбільш оптимальним для отримання заготовки деталі „Корпус гіромотора”.

Вимоги до відливка – поверхні, що оброблюються повинні мати припуск на оброблення 0,5...1.5 мм .

Заготовка деталі відображена на кресленні ПБ6102.1702.002, а також показана на рис.2

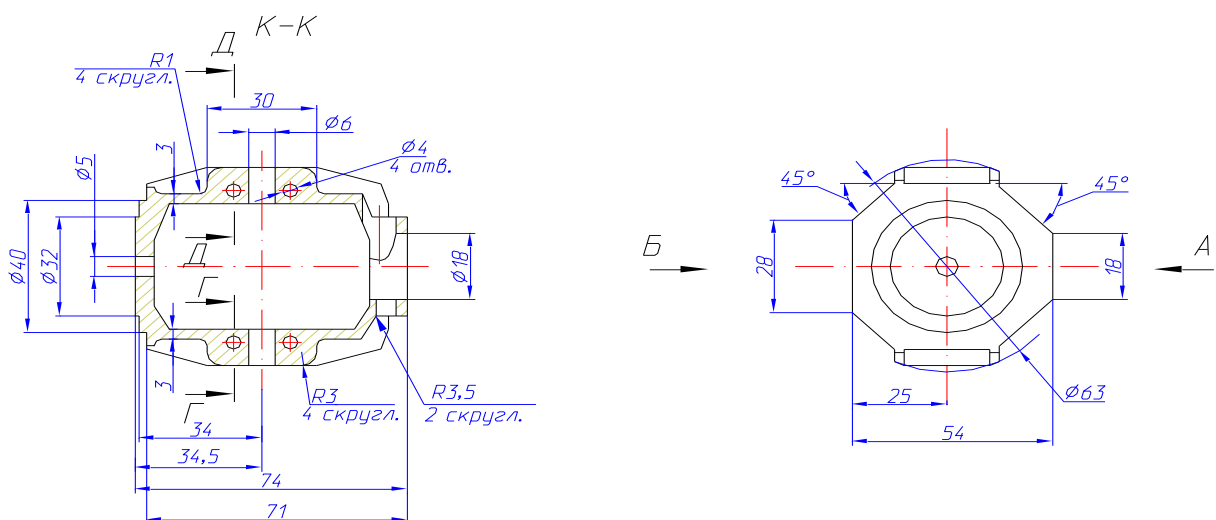


Рис.2 Ескіз заготовки „Корпус гіромотора”.



## 1.5 Визначення типу виробництва

Тип виробництва - це класифікаційна категорія виробництва, яка залежить від рівня спеціалізації, об'ємів випуску продукції, стабільності, номенклатури виробів в умовах ринкової економіки тощо.

У залежності від виробничої партії, характеру продукції, а також технічних і економічних умов господарювання розрізняють такі типи виробництва: одиничне, серійне, масове і змішане

У кожного типу виробництва виробничий та технологічний процеси мають характерні особливості і форму організації роботи. Одне і теж підприємство, а також в одному і тому ж цеху можуть існувати різні типи виробництва. Згідно стандарту ГОСТ 14.004 – 83 одним з основних критеріїв типу виробництва є коефіцієнт закріплення операцій.

**Одиничне** виробництво характеризується широкою номенклатурою виготовлення або ремонту виробів і малим обсягом їх випуску, при цьому один раз здійснений для якого-небудь виробу технологічний процес виготовлення більше не повторюється, або може повторюватися через невизначений проміжок часу.

Таке виробництво характеризується застосуванням універсального устаткування й пристосувань, використанням нормалізованого робочого й універсального вимірювального інструмента.

**Серійне виробництво** – тип організації промислового виробництва, що характеризується одночасним виготовленням на підприємстві широкої номенклатури однорідної продукції, випуск якої повторюється протягом тривалого часу у вигляді серії, яка виготовляється одночасно, протягом тривалого часу

Для серійного виробництва характерна широка спеціалізація робочих

місць, використання універсальних, спеціалізованих, спеціальних, автоматизованих й агрегатних верстатів, спеціалізованого обладнання, спеціального інструменту, нормалізованої, так і спеціалізованої оснастки, а в ряді випадків і спеціальної оснастки.

**Масове виробництво** характеризується вузькою номенклатурою виготовлення окремих видів однакової продукції у великій кількості на вузькоспеціалізованих робочих місцях протягом тривалого періоду.

Постійність технологічного процесу дозволяє закріпити за робочим місцем одні і тієї ж операції які постійно повторюються. При масовому виробництві використовується комплексна автоматизація, а також спеціальна оснастка.

Визначення типу виробництва виконується за :

- об'ємом річної програми випуску.
- масою деталі.

Тип виробництва визначається коефіцієнтом закріплення операцій ( $K_{з.о.}$ ), і визначається відношенням технологічних операцій, виконаних протягом місяця, до кількості робочих місць. Величина коефіцієнта закріплення операцій ( $K_{з.о.}$ ) розраховується по формулі (1.10):

$$K_{з.о.} = \frac{\sum_{i=1}^n TO}{\sum_{j=1}^m PM}, \quad (1.10)$$

де  $\Sigma TO$  — кількість технологічних операцій,

$\Sigma PM$  — кількість робочих місць різних операцій.

Для визначення типу виробництва використовуємо масу заготовки «Корпус гіромотора» та річну програму випуску.

Коефіцієнта закріплення операцій ( $K_{з.о.}$ ) для типу виробництва визначаємо згідно ГОСТ 3.1108-74 :

1. Масове виробництво —  $K_{3.o.} = 1$ .
2. Велико-серійне виробництво —  $1 < K_{3.o.} < 10$ .
3. Середньо-серійне виробництво —  $10 < K_{3.o.} < 20$ .
4. Дрібно-серійне виробництво —  $20 < K_{3.o.} < 40$ .
5. Одиначне виробництво —  $K_{3.o.} \geq 40$ .

Можливість збільшення коефіцієнта завантаження обладнання може бути встановлено при аналізі виробничого процесу для проекрованої ділянки цеху.

Величина партії деталей  $n$  визначають за формулою (1.11):

$$n = \frac{N \cdot t}{F}, \quad (1.11)$$

де  $N$  – річна програма випуску;

$t$  – кількість днів, запасу деталей;

$F$  – кількість робочих днів в рік.

Для визначення типу виробництва використаємо табличний метод (таблиця 1.3).

При масі деталі «Корпус гіромотора» – 0,085 кг і річному об'ємі випуску  $N = 10000$  шт., приймаємо середньо-серійне виробництво.

Залежність типу виробництва від об'єму випуску і маси деталі.

Таблиця 1.3 – Типи виробництва

Тип виробництва	Річний об'єм, шт.		
	до 20 кг	від 20 кг до 300 кг	Більш 300 кг
Одиначне	до 150	До 15	До 10
Серійне	150...100 000	150...10 000	10...1 500
Масове	більше 100000	більше 10000	більше 15000

В залежності від розміру партії деталей серійне виробництво розподіляють на три види :

1. Дрібносерійне  $K_c = 10$ .
2. Серійне  $K_c = 20$ .
3. Велико-серійне  $K_c = 30$ ,

де  $K_c$  – коефіцієнт серійності.

Для середньо-серійного виробництва коефіцієнт закріплення операцій знаходиться в межах від 10 до 20.

Приймаємо  $K_{з.о.} = 15$ .

Підставивши в формулу (1.11 ) значення  $t = 8$  год.,  $F = 253$  днів, отримаємо:

$$n = (10000 \cdot 8) / 253 = 316 \text{ деталей.}$$

Приймаємо  $n = 320$  деталей

Висновок: Проектування технологічного процесу виготовлення деталі «Корпус гіромотора» виконувати для серійного типу виробництва з коефіцієнтом закріплення операцій  $K_{з.о.} = 15$ .

Для деталі «Корпус гіромотора» об'єм випуску  $N = 10000$  деталей.

## 1.6 Проектування технологічних процесів

**Технологічний процес** – частина виробничого процесу, сукупність технологічних операцій, які виконуються планомірно й послідовно в часі й просторі над однорідними або аналогічними предметами, у результаті яких змінюється агрегатний стан, місце розташування чи властивості предмета праці, що має закінчений за виробничим призначенням характер.

Розрізняють основні і допоміжні технологічні процеси. Процес допоміжний – процес, що має самостійний характер і необхідний для успішного виконання основних технологічних процесів та сприяти їх здійсненню.

Критерієм технологічного процесу є собівартість продукції за даним технологічним процесом або трудоемкість виготовлення продукції

При цьому необхідно згрупувати вироби за конструктивними та технологічними ознаками, забезпечити технологічність конструкції виробу, розробити технологічні процеси, спроектувати і виготовити засоби технологічного оснащення (різальний, вимірювальний інструмент, пристосування, стенди) з урахуванням організації виробництва..

Розробка технологічного процесу враховує комплекс взаємопов'язаних робіт: вибір заготовки, розрахунок режимів оброблення, технічне нормування, вибір технологічних баз, послідовність та зміст технологічних операцій, визначення, вибір та виготовлення засобів технологічного оснащення, організацію виробничих ділянок, робочої документації [5].

### 1.6.1 Аналіз заводського технологічного процесу

Деталь „Корпус гіромотора” виготовляється на київському заводі «Публічне акціонерне товариство "науково-виробниче об'єднання

"Київський завод автоматики"». В заводському технологічному процесі використовується обладнання, розміщено на різних цехах, тобто в процесі виготовлення деталі її необхідно транспортувати в інший цех для виконання окремих операцій. В даному процесі використовуються розміточні операції, котрі збільшують час виготовлення деталі і потребують високу кваліфікацію робітників. В процесі використовується універсальне обладнання, що також потребує високу майстерність робітників, що збільшує собівартість виготовлення деталі.

### **1.6.2.Розробка операційної технології**

*Технологічною операцією* називається закінчена частина технологічного процесу, виконувана на одному робочому місці одним або декількома робітниками. Вона є основною частиною технологічного процесу в організаційному відношенні.

На основі операції визначається трудомісткість процесу виготовлення деталей, вузлів, виробів та необхідна кількість виробничих робітників, і її матеріально-технічне забезпечення (устаткування, пристосування, пристрої, інструмент тощо), встановлюється собівартість обробки, розробляється календарне планування і контроль виробництва.

Операційна технологія розробляється на базі маршрутного технологічного процесу, при цьому зміст кожної операції уточнюється, конкретизується і визначається послідовність виконання окремих переходів, враховуються можливості паралельної обробки окремих поверхонь.

Операційна карта механічної обробки виконується за результатами проектування технологічної операції. В документі вказуються всі переходи операції, вказується верстат, шифр пристрою та інструменту та час обробки, а також приводиться операційний ескіз.

Операційна карта є документом виконаним за результатами проектування технологічної операції, по якому визначаються технологічні переходи, приводиться операційний ескіз, необхідні матеріали, пристосування та інструмент, устаткування, режими оброблення і норми часу, кваліфікація робітника. Операційна карта служить основою для вирішення питань планування та організації виробництва.

На основі операційних карт оброблення деталей на верстатах з ЧПК визначаються координати вихідних точок траєкторії руху інструмента, а на звичайних верстатах виконується остаточне формування технологічного маршруту.

Операційна технологія служить основою для оформлюється технологічної документації: карти ескізів та операційних карт.

### **1.6.3 Вибір обладнання**

Вибір технологічного обладнання базується на аналізі витрат на реалізацію технологічного процесу виготовлення виробів заданої якості.

Обладнання та устаткування вибирають за критерієм, що відповідає його функціональному призначенню і технологічним можливостям, відповідно до його службового призначення (токарний - для точіння, фрезерний - для фрезерування тощо).

Другим за важливістю критерієм є габаритні розміри робочої зони верстата, які відповідають габаритним розмірам заготовки із врахуванням розмірів пристрою.

Третім критерієм є можливість верстата забезпечити необхідну точності обробки.

В подальшому з дотриманням цих трьох основних вимог аналіз ведуть у напрямку встановлення найбільш ефективних методів обробки, виявлення можливості забезпечувати оптимальні режими обробки, задану точність, необхідну потужність верстата, продуктивність, можливості механізації та автоматизації.

Трудоємність операцій повинні бути мінімальними, і при цьому необхідно враховувати зручність обслуговування, вимоги техніки безпеки та промислової санітарії.

Інтенсифікація технологічних процесів за рахунок використання високопродуктивного автоматизованого обладнання та агрегатних верстатів, робота яких базується на принципі високої концентрації операцій з використанням металокерамічного та твердосплавного інструменту, швидкодіючих пристроїв, високопродуктивних режимів обробки, максимального скорочення допоміжного часу за рахунок механізації і автоматизації заправки і кріплення заготовок і зняття деталей, широке використання верстатів з ЧПК [22].

Верстати з числовим програмним керуванням – це верстатати, які керується автоматично за допомогою і керуючою програмою обробки, розробленою на основі робочого креслення деталі і операційної технології.

Верстати з ЧПК здатні виконувати найрізноманітніші технологічні операції механічної, електрофізичної та інших видів обробки і не поступаються за цією ознакою універсальним і широко універсальним верстатам з ручним управлінням. Перевага верстатів з ЧПУ – можливість автоматизації виробництва.



Верстати з ЧПК характеризуються виробничою гнучкістю, здатністю швидко переналагоджуватися на обробку різних деталей. Для цього потрібно всього лише замінити керуючу програму.

Ці верстати забезпечують вищу геометричну точність оброблених деталей, що пояснюється їх вищою статичною і динамічною жорсткістю, а також більш високою точністю позиціонування і повторюваності траєкторії руху інструменту відносно заготовки, що оброблюється

Верстати з ЧПК забезпечують вищу продуктивність технологічних операцій за рахунок вживання максимальних швидкостей виконавчих органів при виконанні холостих установочних переміщень, а також призначення оптимальних режимів різання дозволяють обробляти деталі із складними просторовими робочими порожнинами, які мають бути виготовлені не лише з високою точністю геометричної форми і розмірів, але і з низькою шорсткістю [19].

Автоматична обробка на верстатах з ЧПК забезпечує стабільність якості і розмірів оброблених деталей всієї партії в результаті виключення суб'єктивних чинників, що мають місце при обробці на верстатах з ручним управлінням.

При використанні верстатів з ЧПК замість універсального обладнання скорочуються терміни технологічної підготовки виробництва на 50 –75 %; тривалість циклу виготовлення продукції зменшується на 50 –60 %; витрати на проектування і виготовлення технологічного оснащення знижуються на 30 –85 %; продуктивність технологічних операцій підвищується за рахунок скорочення допоміжного і основного часу тощо. Продуктивність праці при обробці на верстатах з ЧПК зростає в середньому на 15 –20 % [8].

Деталь «Корпус гіромотора» складної геометричної форми з наявністю координатно зв'язаних отворів, тому для її оброблення на фрезерних операціях вибрано фрезерний верстат з ЧПК WF-2 «Мікрон».

Він забезпечує можливість обробки при зустрічному та попутному фрезеруванні, автоматичну зміну обертів шпинделя та автоматичну зміну інструменту, що дозволяє за один установ виконувати дуже складні концентровані операції [19].

Для спроектованого технологічного процесу вибрані верстати:

- для операції (050 Фрезерна):

### **Фрезерний верстат WF-2 «Мікрон»**

#### **Технічні характеристики**

Габарити робочої поверхні стола	400×1600
Максимальне переміщення стола:	
- поздовжнє	1000
- поперечне	400
- вертикальне	380
Переміщення гільзи зі шпинделем	-
Кількість швидкостей шпинделя	18
Частота обертання шпинделя , об/хв.	40-2000
Кількість подач стола	б/с
Подача столу, мм/хв.	
- поздовжня та поперечна	10-1200
- вертикальна	10-1200
Швидкість прискореного переміщення столу, мм/хв.	
- поздовжнього та поперечного	2400
- вертикального	2400
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	7,5
Габаритні розміри	
- довжина	3425
- ширина	3200
- висота	2520

Маса (без виносного обладнання), кг	6750
Місткість револьверної головки	6
– для операції (065 фрезерна)	

### **Фрезерний верстат ИР-320 МПФУ:**

#### **Технічні характеристики**

Габарити робочої поверхні стола	400×1600
Максимальне переміщення стола:	
- поздовжнє	1000
- поперечне	400
- вертикальне	380
Переміщення гільзи зі шпинделем	-
Кількість швидкостей шпинделя	18
Частота обертання шпинделя , об/хв.	40-2000
Кількість подач стола	б/с
Подача столу, мм / хв.	
- поздовжня та поперечна	10-1200
- вертикальна	10-1200
Швидкість прискореного переміщення стола, мм/хв.	
- поздовжнього та поперечного	2400
- вертикального	2400
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	7,5
Габаритні розміри	
- довжина	3425
- ширина	3200
- висота	2520
Маса (без виносного обладнання), кг	6750
Місткість револьверної головки	6
– для операції (085 Токарна)	

## Токарний верстат ТВ-320

### Технічні характеристики

Максимальний діаметр оброблюваної заготовки:	
над станиною, мм	320
над супортом, мм	125
Максимальний діаметр прутка, який проходить через отвір шпинделя, мм	36
Максимальна довжина оброблюваної заготовки, мм	750
Крок нарізваної різьби метричної, мм	0,05 – 40,95
Частота обертів шпинделя, об/хв.	40 – 2000
кількість швидкостей шпинделя	18
Максимальне переміщення супорта, мм:	
поздовжнє	700
поперечне	210
Швидкість прискореного переміщення, мм/хв.:	
поздовжнє	6000
поперечне	5000
Потужність двигуна головного приводу, кВт	4,2 – 7,1
Габаритні розміри (без ЧПК):	
довжина	3100
ширина	1390
висота	1870
Маса, кг	2350

– для операції (100 свердлильна) :

## Вертикально-свердлильний верстат СВИ-10

### Технічні характеристики

Найбільший діаметр свердління у сталі, мм	35
Найбільший діаметр нарізаємої різьби у сталі, мм	M24x3
Число шпинделів револьверної головки	6

Число частот обертання шпинделю	12
Діапазон обертання шпинделю, об/хв.	31,5-1400
Найбільший обертальний момент, Н м	200
Найбільше зусилля подачі, Н	15000
Найбільша відстань від шпинделю до поверхні столу, мм	600
Найбільший хід супорту, мм	560
Число подач супорту	18
Межа подач супорту, мм/хв.	10-500
Швидкість швидкого ходу супорту, м/хв.	4
Розміри робочої поверхні столу, мм	400 x 630
Швидкість швидкого переміщення столу, м/хв.	3,8

**Маніпулятора Kawasaki RS003N (Тип: 3 членований робот)**

**Технічні характеристики**

Ступені свободи (осі)	6
Корисна навантаження (кг)	3
Макс. Досягнення (мм)	620
Позитивна повторюваність (мм)	*1 ± 0,02
Діапазон руху (°) Обертання руки	± 160
Рука вперед назад	+150 - -60
Рука вгору вниз	+120 - -150
Поворот зап'ястя	± 360
Вигин зап'ястя	± 135
Скручування зап'ястя	± 360
Макс. Швидкість (° / с) Обертання руки	360
Вихід з виходу	250
Рука вгору-вниз	225
Поворотний зап'ясток	540
Вигин зап'ястя	225

Скручування зап'ястя	540
Дозволений момент (N • м) Поворот зап'ястя	5.8
Згинання зап'ястя	5.8
Закручування зап'ястя	2.9
Допустимий момент інерції (кг • м <sup>2</sup> ) Поворот зап'ястя	0,12
Згинання зап'ястя	0,12
Закручування зап'ястя	0,03
Маса (кг)	20

### 1.6.4 Вибір інструмента

Для кожної технологічної операції необхідно вибрати інструмент та пристосування, враховуючи характер виробництва, методу обробки, типу верстата, розміру, конфігурації та матеріалу оброблюваної заготовки, необхідної якості поверхні, точності обробки [10].

На вибір інструменту впливає тип верстата тому, що він, визначає метод обробки і спосіб закріплення інструмента.

На вибір матеріалу різального інструмента і геометричних параметрів його різальної частини впливає матеріал оброблюваних деталей, а на його геометрію впливає необхідна якість обробленої поверхні.

В результаті проектування технологічного процесу оброблення деталі типу «Корпус гіромотора» вибрали фрези та свердла, які виготовлені із швидкорізальної сталі Р6М5, яка після термообробки має високу твердість, міцність та зносостійкість і зберігає різальні властивості при нагріванні під час роботи до температури 600–650<sup>0</sup>С [11].

1. Фрези, які належать до підгрупи 22, виготовлені із швидкорізальної сталі [13]:

- фреза кінцева Ø3 Р6М5 ГОСТ 24359-
- 80фреза кінцева Ø8 Р6М5 2214-0001 ГОСТ 24359-80
- фреза кінцева Ø6 Р6М5 2214-0001 ГОСТ 24359-80

2. Свердла спіральні та центровочні [13]:

- свердло Ø1,6 Р6М5 2300-0724 ГОСТ 4010-
- 77свердло Ø3,6 Р6М5 2300-0308 ГОСТ 10902-77
- свердло Ø4,6 Р6М5 2300-0618 ГОСТ 10902-77

3. Токарні різці [13]:

- різець ВК6 ГОСТ 18884-73
- різець розточний Р6М5 2141-0001 ГОСТ 20874-75

- різець Р18 ГОСТ 18870-73
- різець Р6М5 2102-0030 ГОСТ 18882-73
- Різець Р6М5 2145-0021 ГОСТ 18062-72
- 4. Інструмент для формування різи[13]:
  - мітчик 2621-2487 М3 ГОСТ 3266-81
  - мітчик 2621-1215 М2 ГОСТ 3266-81
- 5 Допоміжний інструмент
  - оправка 6039-0016 ГОСТ 13788-68
- 6. Вимірювальний інструмент
  - штангенциркуль ШЦ-ІІ-250-0,05 ГОСТ 166-89
  - штангенциркуль ШЦ-ІІ-160-0,05 ГОСТ 166-89
  - пробка  $\varnothing 6,5$  Р6М5 2214-0001 ГОСТ 14810-69
  - калібр-пробка  $\varnothing 5,5$  8133-0939 ГОСТ 14807-69
  - пробка  $\varnothing 19,5$  8221-1030 ГОСТ 17757-72
  - пробка  $\varnothing 20$  8221-1037 Н6 ГОСТ 17757-72

### 1.6.5 Вибір пристосування

У серійному і масовому виробництвах використовують спеціальні пристрої, які дозволяють скоротити допоміжний і основний час і забезпечити більш високу точність. При виборі оптимального варіанта пристрою враховують: технічні вимоги на виготовлення деталі - партію деталей та строки їх виготовлення; затрати на виготовлення пристрою вимоги техніки, безпеку та промислову санітарію.

У сучасному приладобудування відповідно до призначення сформовані такі системи пристосування:.

Універсально-збірні пристрої (УЗП), з оброблених взаємозамінних стандартних універсальних елементів..



Спеціальні збірно-розбірні пристрої (СЗРП) - зі стандартних елементів і використовуються як спеціальні необоротні пристрої тривалої дії.

Нерозбірні спеціальні пристрої (НСП) - пристрої, із застосуванням стандартних деталей та вузлів як необоротні пристрої довготривалої дії, які складаються з двох частин: уніфікованої базової частини та змінного налагодження.

Універсально-безналагоджувальні пристрої (УБП) – призначені для встановлення та фіксацію заготовок малого та середнього габариту і є найбільш поширеними в умовах серійного виробництва.

Універсально-налагоджувальні пристрої (УНП) - призначені для встановлення за допомогою спеціальних налагоджень, фіксації заготовок малого і середнього габариту та виконання операцій обробки заготовок.

Спеціальні налагоджувальні пристрої (СНП) - забезпечують базування, встановлення та фіксацію споріднених за конструкціями заготовок для виконання типових технологічних операцій.

За ступенем автоматизації пристосування класифікують:

- ручні – всі види робіт по установленню виконуються вручну; характерні для одиничного виробництва;
- механізовані – частина робіт виконується вручну, а частина – автоматизована; вони є характерними для серійного виробництва;
- автоматизовані – роботи по установленню заготовок проводяться автоматично; вони є характерні для масового виробництва.

За видом обладнання пристосування призначають для токарних, фрезерних, свердлильних, шліфувальних та інших верстатів [22].

Пристосування поділяють на групи:

- універсальні –широкого застосування (лещата, патрони тощо); використовуються в одиничному виробництві;
- спеціалізовані – призначені тільки для окремих операцій; вони

можуть бути переналагоджувані, механізовані та автоматизовані (лещата зі змінними губками, лещата з пневмозатискачем, тощо); використовуються в серійному виробництві;

– спеціальні – призначені для виконання однієї технологічної операції, їх виготовляють, як правило, багатопозиційними, вони високопродуктивні, але не завжди забезпечують необхідну точність; використовуються в багатосерійному та масовому виробництві [22].

### **1.6.6 Розрахунок припусків та межопераційних розмірів**

У приладобудуванні застосовуються конструкції малих габаритних розмірів та маси, через це маса припуску на обробку часто буває більшою ніж маса готової деталі. Тому важливим завданням є економія дорогих конструкційних матеріалів, які використовуються для виготовлення деталей, а також часу на виготовлення деталей.

Величина припуску залежить від багатьох конструкторських та технологічних параметрів.

До них відносяться: розміри деталі, точність та якість – обумовлені конструктором; а також можливість отримання необхідної точності, шорсткості та якості поверхневого шару, які обумовлені технологією виготовлення.

Припуск на оброблення – це шар матеріалу, який видаляється з поверхні заготовки в процесі її оброблення.

Припуски поділяють на симетричні та несиметричні. Припуск визначається по нормалі до обробленої поверхні та призначається на сторону.

Забезпечення малих припусків пов'язано з отриманням точних заготовок.

Основними факторами, що впливають на величину припуску є:

1. Похибки розмірів та геометричної форми заготовки.
2. Припуск, який компенсує просторові відхилення, визначається сумою векторів величин просторових відхилень:

$$\vec{\rho} = \vec{c} + \vec{y}. \quad (1.12)$$

3. Товщина дефектного поверхневого шару матеріалу  $T_a$  та нерівності поверхневі  $H_a$ :

$$Z_b \geq H_a + T_a. \quad (1.13)$$

Величину припуску потрібно витирати таку, щоб інструмент працював під твердою кіркою. Мінімальний припуск для відливок складає в серійному виробництві для алюмінію 0.2...1.5 мм.

4. Припуски повинні враховувати похибку установки:

$$\vec{\varepsilon}_b = \vec{\varepsilon}_\zeta + \vec{\varepsilon}_a. \quad (1.14)$$

Похибку визначають з виразу:

$$\varepsilon_b = \sqrt{\varepsilon_\zeta^2 + \varepsilon_a^2 + 2\varepsilon_\zeta \varepsilon_a \cos(\varepsilon_\zeta, \varepsilon_a)}. \quad (1.15)$$

Якщо передбачити напрямок векторів важко, то їх додають за правилами квадратного кореня:

$$\varepsilon_b \approx \sqrt{\varepsilon_\zeta^2 + \varepsilon_a^2}, \quad (1.16)$$

де  $\varepsilon_\zeta$  – похибка закріплення;

$\varepsilon_{\delta}$  – похибка базування.

Похибки базування ( $\varepsilon_{\delta}$ ) та похибка закріплення ( $\varepsilon_3$ ) визначають за довідковими таблицями.

Похибку установки можна визначити з виразу:

$$\varepsilon_b = 0,25 \cdot \delta_D, \quad (1.17)$$

де  $\delta_D$  – допуск на діаметр заготовки.

5. Похибка форми знаходиться в межах допуску.

Тоді для асиметричного припуску формула розрахунку похибки має вигляд:

$$z_{b_{\min}} \geq (H_a + T_a) + (\bar{\rho}_a + \bar{\varepsilon}_b). \quad (1.18)$$

Для симетричного припуску:

$$2z_{b_{\min}} \geq 2(H_a + T_a) + 2(\bar{\rho}_a + \bar{\varepsilon}_b). \quad (1.19)$$

Максимальний проміжний односторонній припуск має вигляд:

$$z_{b_{\max}} = \delta_a + z_{b_{\min}}, \quad (1.20)$$

двосторонній:

$$2z_{b_{\max}} = \delta_a + 2z_{b_{\min}}, \quad (1.21)$$

де  $\delta_a$  – допуск на розмір, попереднього переходу [5].

**Визначення припусків та межопераційних розмірів для операції:**

**1. Операція 065 свердлильна – свердління отвору  $\varnothing 3,5$  мм.**

$H_a$ ,  $T_a$ ,  $\rho_a$  та  $\delta_a$  – табличні дані [6].

$H_a=0,045-0,225$ ,  $T_a=0,05-0,06$ ,  $\delta_a=0,12-0,35$ ,  $\delta_D=0,15$ ,  $\rho_a=0,02$ .

$$\varepsilon_b=0,25 \cdot 0,15=0,0375.$$

Оскільки припуск симетричний, використаємо формулу (1.19):

$$2z_{b_{\min}} = 2(0,05 + 0,045) + 2(0,02 + 0,0375) = 0,305$$

Оскільки отвір глухий:

$$2z_{b_{\max}} = 0.$$

Провівши розрахунки ми отримали максимальний припуск 0,305 мм. на свердління отвору  $\varnothing 3,5$  мм.,

Максимальні розміри визначають як:

а) для циліндричних поверхонь (зовнішніх):

$$a_{\max} = b_{\max} + 2z_{b_{\min}} + \delta_a; \quad (1.22)$$

б) для циліндричних отворів:

$$a_{\min} = b_{\min} - 2z_{b_{\min}} - \delta_a; \quad (1.23)$$

в) для площин:

$$a_{\max} = b_{\max} + z_{b_{\min}} + \delta_a. \quad (1.24)$$

**2. Операція 050 Фрезерна з ЧПК.** – обробити поверхню, витримуючи розмір  $28 \pm 0,4$  мм.

Вихідні дані :  $b_{\min}=27,6$ ;  $b_{\max}=28,4$ ;  $H_a=0,005-0,045$  мкм;  $T_a=0,025-0,075$  мкм;  $\delta_a=0,025-0,1$ ,  $\delta_D=0$ ,  $\rho_a=0$ .

Мінімальний припуск:

$$z_{b_{\min}} = 0,045 + 0,03 = 0,075 ,$$

Максимальний припуск:

$$a_{\max} = 28,4 + 0,075 + 0,05 = 28,525.$$

В наслідок розрахунків отримали максимальний припуск  $0,075$  мм., на фрезерування поверхні розміром  $28 \pm 0,4$  мм.

Розрахуємо допуск для операції:

**3. Операція 085.Токарна** –точити поверхню, витримуючи розмір  $\varnothing 30$  мм.

Отже,  $b_{\min}=29,8$  мм;  $b_{\max}=30,2$  мм;  $H_a=0,003..0,035$  мкм;  $T_a=0,015..0,065$  мкм,  $\delta_a=0,005..0,015$ ;  $\delta_D=0$ ,  $\rho_a=0$ .

Мінімальний припуск:

$$z_{b_{\min}} = 0,035 + 0,015 = 0,05 ,$$

Максимальний припуск:

$$a_{\max} = 30,2 + 2 \cdot 0,05 + 0,015 = 30,315.$$

Провівши розрахунки ми отримали максимальний припуск  $0,05$  мм. на точіння поверхні розміром  $\varnothing 30$  мм.

Величину припусків на розміри приймаємо згідно ГОСТ 7505-89.

### 1.6.7 Розрахунок режимів різання та технічних нормувань

Режими різання характеризуються основними елементами:

$t$  – глибина різання, мм;

$s, s_z, s_{xe}$  – подача, мм/об, мм/зуб, мм/хв;

$V$  – швидкістю різання, м/хв.

$n$  – числом обертів шпинделя, об/хв.

Режими різання визначають з умови досягнення максимальної продуктивності при найменшій собівартості технологічної операції.

Глибину різання встановлюють в залежності від припуску на обробку та кількості проходів.

1. Різальний інструмент. Визначають його тип, розмір, матеріал різальної частини, геометричні параметри.

2. Подачу, вибирають в залежності від забезпечення необхідної шорсткості, виду та характеру оброблення поверхонь деталі, різального інструмента, характеристик верстата.

3. Період стійкості різального інструмента. Його обирають в залежності від типу та розміру інструмента, характеристики деталі, що обробляється та умов роботи, користуючись відповідними формулами, або нормативами.

4. Теоретичну швидкість різання  $V_T$  визначають за формулою:

$$V_T = \frac{C_v}{t^{x_v} \cdot s^{y_v} \cdot T^m}, \quad (1.25)$$

де  $x_v$  та  $y_v$  – показники ступені вибирають за нормативами.;

$C_v$  – константи величина, яка залежить від оброблюваного матеріалу, матеріалу інструмента та виду обробки тощо.

$T^m$  - стійкість різального інструмента .

Теоретичну кількість обертів  $n_T$  шпинделя визначають за формулою:

$$n_T = \frac{1000 \cdot V_T}{\pi \cdot d}. \quad (1.26)$$

Швидкість різання  $V$ , якщо теоретичної кількості обертів  $n_T$ , визначають за формулою:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n_T}{1000}, \quad (1.27)$$

де  $d$  – діаметр оброблюваної деталі, мм;

$n_T$  – теоретична кількість обертів, об/хв.

6. За визначеною швидкістю різання  $V$  розраховують кількість обертів шпинделя  $n_g$ :

$$n_g = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}. \quad (1.28)$$

За паспортом верстата вибирається найближче менша величина до теоретичної частоти  $n_g$ .

7. Реальна швидкість різання, м/хв.

$$V_g = \frac{\pi \cdot D \cdot n_g}{1000}; \quad (1.29)$$

8. Складові частини різання та крутний момент:

$$\begin{aligned} P_z &= C_{pz} \cdot t_{pz}^x \cdot S_{pz}^y \cdot K_{pz} \\ P_y &= C_{py} \cdot t_{py}^x \cdot S_{py}^y \cdot K_{py} \\ P_x &= C_{px} \cdot t_{px}^x \cdot S_{px}^y \cdot K_{px} \end{aligned} \quad (1.30)$$

де  $C_{pz}$ ,  $C_{py}$ ,  $C_{px}$ , - коефіцієнти;

$X_{pz}$ ,  $X_{py}$ ,  $X_{px}$ ,  $Y_{pz}$ ,  $Y_{py}$ ,  $Y_{px}$  - показники ступеня при глибині різання і подачі відповідно;

$K_{pz}$ ,  $K_{py}$ ,  $K_{px}$ , - коефіцієнти, які враховують оброблюваний і інструментальний матеріал.



9. Крутний момент,  $H \cdot m$  :

$$M_{KP} = \frac{P_z \cdot D}{2}; \quad (1.30)$$

10. Потужність, верстата,  $kBm$ ,:

$$N_e = P_z \cdot V_g,$$

$$N_{PP} = \frac{N_e}{\eta}, \quad (1.31)$$

де  $\eta$  – ККД верстата, 0,6...0,85.

### Розрахунок технічних норм.

1. Основний технологічний час визначають за формулою:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s}, \quad (1.32)$$

де  $L$  – довжина оброблюваної поверхні;

$i$  – кількість проходів.

2. Допоміжний час  $T_\partial$ . визначають по нормативах.

3. В серійному виробництві визначають підготовчо-заключний час  $T_n$  з, на партію деталей за відповідними нормативами [19].

4. Штучний час на операцію визначають як:

$$T_{шт} = T_o + T_\partial + T_{m.обс} + T_{від} + T_{o.обс}, \quad (1.33)$$

де  $T_o + T_\partial = T_{on}$  – оперативний час,

$T_{m.обс}$  – час технічного обслуговування;

$T_{o.обс}$  – час організаційного обслуговування;

$T_{від}$  – час на відпочинок.

Для розрахунку  $T_{ум}$  штучного часу  $T_{обс}$ ,  $T_{o.обс}$  та  $T_{від}$  беруть у відсотках, відповідно  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ .

Норма штучного часу визначають за формулою:

$$T_{ум} = (T_o + T_d) \left( 1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100} \right), \quad (1.34)$$

$\alpha=(1-3,5)\%$ ,  $\beta=(0,8-2,5)\%$ ,  $\gamma=(4-8)\%$ .

5. Штучно-калькуляційна норма часу і визначають за формулою:

$$T_{ум-к} = T_{ум} + \frac{T_{n-з}}{n}, \quad (1.35)$$

де  $n$  – кількість деталей в партії,  $n=12$  шт.

5. Норма виробки:

$$N_{зм} = \frac{T_{зм}}{T_{ум-к}}, \quad (1.36)$$

де  $T_{зм}$  – термін робочої зміни, хв.  $T_{зм}=480$  хв.

**Розрахунок режимів та технічне нормування для операції – 065 свердлильна 5 отв. Ø1,6 мм**

Обладнання – верстат фрезерний ЦР320 ПМФУ ).

1. Глибина різання  $t=0,9$  мм; довжина свердління  $L=1,8$  мм.

Геометричні параметри свердла: діаметр – Ø1,6 мм; геометричні параметри свердла:  $2\varphi=118^\circ$ ; кут  $\psi=50-55^\circ$ ;  $\omega=23-30^\circ$ ;  $\alpha=10...16^\circ$ ;  $\gamma=0-5^\circ$ ;  $f=0,2-0,3$  мм.

Розрахуємо теоретичну швидкість як:

$$V_T = \frac{C_v \cdot d^{0,45}}{T^{0,25} \cdot S_o^{0,88}} \cdot K_v. \quad (1.37)$$

$$V_T = \frac{2,48 \cdot 5,3^{0,45}}{10^{0,25} \cdot 0,12^{0,88}} \cdot 0,85 = 13,6 \text{ м/хв.}$$

де  $T=10$  хв;  $C_v=2,48$ ;  $K_v=0,85$ ;  $S_o=0,12$  мм/об [19].

Кількість обертів розрахуємо за формулою (1.27):

$$n = \frac{1000 \cdot 13,6}{3,14 \cdot 5,3} = 817,2 \text{ об/хв.}$$

За паспортними даними верстата вибираємо кількість обертів  $n$ :

$$n = 820 \text{ об/хв.}$$

Крутний момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P, \text{ де}$$

де  $C_M=0,021$ ;  $q=2$ ;  $y=0,8$ ;  $K_P=1,2$  [19].

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,021 \cdot 5,3^2 \cdot 0,45^{0,8} \cdot 1,2 = 3,74 \text{ Н*м.}$$

Вісьове зусилля:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p,$$

де  $C_p=42,7$ ;  $q=1$ ;  $y=0,8$ ;  $K_p=1,2$  [19].

$$P_o = 10 \cdot 42,7 \cdot 5,3^1 \cdot 0,45^{0,8} \cdot 1,2 = 143,4 \text{ Н.}$$

Розрахункова потужність різання:

$$N_e = 143,4 \cdot 13,6 / 0,85 \cdot 1000 = 2,29 \text{ кВт}$$

За паспортним даним верстата вибираємо потужність 3,75кВт.

Потужність верстата більша, ніж необхідна потужність різання (3,75кВт > 2,29кВт).

Основний час розраховуємо за формулою (1.32):

$$T_{o1} = \frac{6 \cdot 1}{820 \cdot 0,12} = 0,06 \text{ хв.}$$

Для 5 отворів основний час на виконання переходу:

$$T_o = 0,06 \cdot 5 = 0,3 \text{ хв.}$$

$T_\delta$  та  $T_{n-3}$  вибираємо з нормативів [19].

$$T_\delta = 0,86 \text{ хв}; T_{n-3} = 0,21 \text{ хв.}$$

Штучний час операції:

$$T_{ум} = (0,3 + 0,86) \left( 1 + \frac{2 + 2 + 5}{100} \right) = 1,3 \text{ хв.}$$

$$T_{ум-к} = 1,3 + \frac{0,21}{12} = 1,318 \text{ хв.}$$

$$N_{3,м} = \frac{480}{1,318} = 364.$$

### **Розрахунок режимів та технічне нормування для операції – 050 фрезерна з ЧПК**

Фрезерувати 2 виступи  $28,5^{+0,1}_{-0,1}$ .

Горизонтально-фрезерний верстат WF-2 «Мікрон».

Фреза кінцева Ø10 мм (ГОСТ 17026-71),

Матеріал кінцевої фрези ВК6.

1. Глибина різання  $t = 1.1$  мм.

2. Подача на зуб фрези:  $S_z = 0,30$  мм/об [19]

3. Подача на оберт фрези:  $S_o = S_z$

$$z = 0,2 \cdot 14 = 2,8 \text{ мм/об};$$

4. Швидкість різання.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p \cdot t^x} \cdot K_v, \quad (1.38)$$

де:  $C_v = 445$ ,  $x = 0,15$ ,  $y = 0,35$ ,  $m = 0,32$ ,  $q = 0,2$ ,  $p = 0$ ,  $u = 0,20$  [19];

$T$  – період стійкості,  $T = 180$  хв. [19];

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_u \quad (1.39)$$

де:  $K_{mv}$  – коефіцієнт впливу матеріалу заготовки,  $K_{mv} = 0,7$ ;

$K_{nv}$  – коефіцієнт впливу стану поверхні,  $K_{nv} = 0,8$  [19];

$K_u$  – коефіцієнт впливу інструментального матеріалу,  $K_u = 1$  [19];

$$V = \frac{445 \cdot 40^{0,2}}{180^{0,32} \cdot 0,2^{0,3} \cdot 21^{0,2} \cdot 1,1^{0,15} \cdot 10^0} \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1 = 124,3 \text{ м/хв}$$

5. Сила різання.

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} \quad (1.40)$$

де:  $C_p = 54,5$ ,  $x = 0,9$ ,  $y = 0,74$ ,  $u = 1,0$ ,  $q = 1,0$ ,  $w = 0$  [19];

$K_{mp}$  – коефіцієнт впливу якості оброблюваного матеріалу,  $K_{mp} = 1,1$  [19];

$n$  – частота оборотів шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 124,3}{3,14 \cdot 10} = 1200 \text{ об/хв}$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 2,1^{0,9} \cdot 0,3^{0,74} \cdot 124^1 \cdot 14}{10^1 \cdot 1200^0} \cdot 1,1 = 55,47 \text{ Н}$$

6. Крутний момент шпинделя.

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000} = \frac{55,47 \cdot 10}{2 \cdot 1000} = 110,94 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

7. Потужність різання.

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 10} = \frac{55.47 \cdot 124,3}{1020 \cdot 10} = 1,72 \text{ кВт}$$

За паспортом верстата потужність 6.5кВт, його потужність більша, ніж потужність, яка необхідна для фрезерування поверхні

$$(6.5 \text{ кВт} > 1.72 \text{ кВт}).$$

Основний технологічний час аизнасаємо за формулою (1.32):

$$T_o = \frac{10 \cdot 1}{1200 \cdot 0,3} = 0,03 \text{ хв.}$$

Основний час на виконання цього переходу для 2 пазів становить:

$$T_o = 0,03 \cdot 2 = 0,06 \text{ хв.}$$

$T_\delta$  та  $T_{n-3}$  вибираємо з нормативів [19].

$$T_\delta = 0,96 \text{ хв}; T_{n-3} = 0,31 \text{ хв.}$$

Штучний час операції:

$$T_{шт} = (0,06 + 0,96) \left( 1 + \frac{2 + 2 + 5}{100} \right) = 1,14 \text{ хв.}$$

$$T_{шт-к} = 1,14 + \frac{0,31}{12} = 1,166 \text{ хв.}$$

$$N_{зм} = \frac{480}{1,166} = 364.$$

**Розрахунок режимів різання на один перехід Операція – 085 токарна**

Глибина різання:  $t = 0,8 \text{ мм}$ .

Подача:  $s_0 = 0,2 \text{ мм/об}$ .

Швидкість різання визначаємо за формулою:

$$V_p = \frac{C_v}{T_t^m \cdot x \cdot s^y} \cdot k_v$$

де:  $C_v = 350$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ .

$$V_p = 21,7 \text{ м/хв}$$

Стійкість інструмента визначаємо за формулою:

$$T = k_{\text{гл}} \cdot T_{\text{л}} = 60 \cdot 1,4 = 80 \text{ хв.}$$

де  $k_v = k_{mv} \cdot k_{nv} \cdot k_{uv} = 1 \times 1 \times 1,25 = 1,25$ ;  $k_{nv} = 1,0$ ;  $k_{uv} = 1,0$ .

$$k_{mv} = k_r \cdot \left( \frac{750}{\sigma_b} \right)^{n_v} = 1,25$$

Визначаємо оберти шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_{\text{обр}}}$$

$$n_p = 355 \text{ об/хв.}$$

Хвилинна подача:  $s_{\text{хв}} = s_o \cdot n_p = 0,2 \cdot 355 = 71 \text{ мм/хв.}$

### Технічне нормування

Визначаємо основний час:

$$T_d = 1,94 \text{ хв.}$$

Допоміжний час:

$$T_B = T_{B1} + T_{B2} + T_{B3} = 0,24 + 1,24 + 0,46 = 1,18 \text{ хв.}$$

$$T_{B1} = 0,24; T_{B2} = 1,24; T_{B3} = 0,46.$$

Час на обслуговування та відпочинок:

$$T_{\text{доо}} = T_{\text{он}} \cdot 8\% / 100\% = 3,12 \cdot 8\% / 100\% = 0,23 \text{ хв.}$$

$$\alpha + \beta = 8\%$$

Штучний час :

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{он}} + T_{\text{доо}} = 1,18 + 0,09 = 3,35 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час:

$$T_{\text{нз}} = T_{\text{нз1}} + T_{\text{нз2}} + T_{\text{нз3}} = 8 + 3,4 + 6,8 = 18,2 \text{ хв.}$$

$$T_{n31} = 8 \text{ хв}; \quad T_{n32} = 3,4 \text{ хв}; \quad T_{n33} = 6,8 \text{ хв}.$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шт.к}} = (T_{\text{шт}} + T_{n3}) / n = 3,36 \text{ хв.},$$

де:  $n$  – об'єм випуску.

### 1.6.8 Розробка технічної документації

До технологічних документів (ГОСТ 3.1102-2011) відноситься комплект документів технологічного процесу, який включає графічні й текстові документи, які окремо або в сукупності визначають технологічний процес виготовлення виробу, комплектацію деталей, складальних одиниць, матеріалів, оснащення, технологічних документів і маршрут проходження виготовленого виробу по службах підприємства.

Технологічними документами, які фіксують технологічний процес оброблення деталі, є технологічні карти: маршрутна, операційна та карта ескізів.

**Маршрутна карта** - технологічний документ, що містить опис технологічного процесу виготовлення й складання виробу по всіх операціях у технологічній послідовності із вказівкою даних про устаткування, оснащення, матеріальних трудових нормативах;

Маршрутна карта є одним з основних документів, яких описується весь процес в технологічній послідовності виконання операцій.

**Операційна карта** - технологічний документ, що містить опис технологічної операції із вказівкою переходів, режимів обробки, розрахункових норм і трудових нормативів. а також даних про засоби технологічного оснащення. Операційна карта застосовується разом з картою налагодження інструмента й картою ескізів.

**Карта ескізів** містить графічну ілюстрацію технологічного процесу (операційної карти, карти технологічного процесу й маршрутної карти)



виготовлення виробу і окремих елементів. На ескізах вказують розміри, відхилення, чистоту обробки тощо. Ескізи вионують в довільному масштабі.

Маршрутно - операційні карти технологічного процесу обробки деталі типу «Корпус гіромотора» (Кресленик представлено в додатку А).

Оскільки обробка деталі типу «Корпус гідромотора» проводиться на верстаті з ЧПК, розроблена керуюча програма в системі PEPS (додаток Г).

Основними компонентами системи є: програмне забезпечення; геометричний процесор стандартних операцій; засоби формування „прохід фрези, автоцикли свердління”; редактор керуючої програми; засоби візуалізації керуючої програми (можливість продивитися рух інструмента в трьох координатах).

## 1.7 Проектування пристосувань

### 1.7.1 Проектування токарного пристосування

Пристосування токарне (ПБ6102.1702.003СК) призначене для обробки зовнішніх поверхонь обертання, і представляє трьох роликову цангову самозатискну оправку.

Конструкція самозатискної оправки відноситься до типу трьох роликової оправки с затискним профілем у вигляді площин, розміщених під кутом  $120^\circ$

В корпус оправки (поз.1) встановлюється сепаратор (поз.2) з вікнами під загартовані і шліфовані ролики (поз.3). Для встановлення деталі сепаратори повертають таким чином, щоб ролики перемістились у нижнє положення. Після встановлення деталі під дією пружини (поз.7) сепаратор повертається в зворотну сторону й відбувається попереднє заклинювання роликів. Для того, щоб деталь надійно притискалась лівим торцем до осьового упору, передбачено затискання її шариками (поз.4), що наїзжають на конус шайби (поз.5) внаслідок обертання гайки (поз.6).

З початком різання ролики заклинюють і гарантовано забезпечують здатність обробляти деталі.

Загальний вигляд токарного пристосування зображено на рис.3.

а) розрахунок точності базування заготовки в оправці

Деталь закріплюють в оправці: робочі поверхні валків розташовують по колу одна навпроти іншої під кутом  $\alpha = 120^\circ$ .

Величину похибки на розмір  $\varnothing 20_{-0,07}$  визнають за формулою:

$$E = \frac{\delta_o}{2} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) = 0,031$$

Отримане значення підтверджує висновок, що похибка знаходиться в межах поля допуску  $-0,07$ .

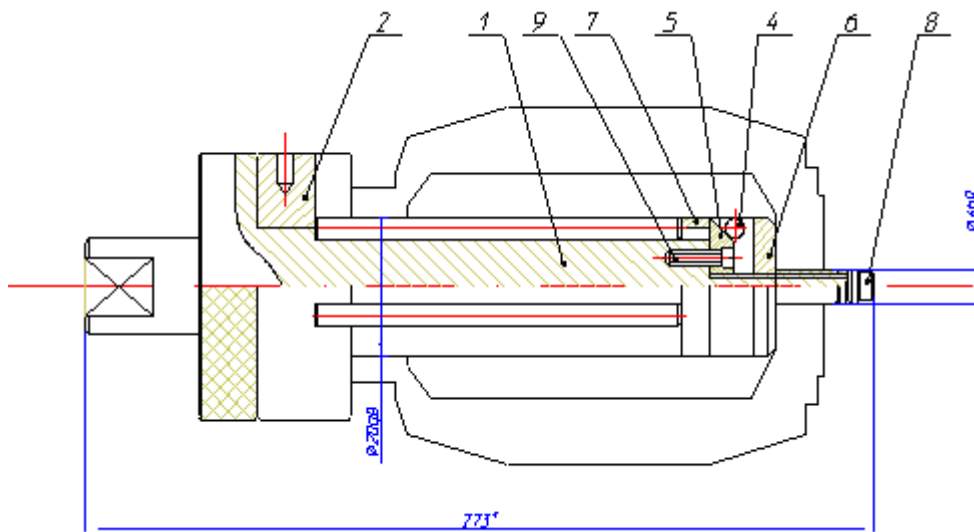


Рис.3. Пристосування для токарної обробки

б) розрахунок зусилля затискання заготовки

Деталь встановлена на оправку з цангою, розташованою під кутом  $\alpha = 120^\circ$  та затиснута силою  $P$ .

Для операції «085 –токарна» з режимами ( $V = 27,7$  м/хв. ;  $s = 0,2$  мм/об;  $t = 0,8$  мм;  $n = 355$  об/хв.) силу різання  $P_Z$  визначали за формулою:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 0,8^{0,9} \cdot 0,2^{0,74} \cdot 124^1 \cdot 14}{30^1 \cdot 322^1} \cdot 1,1 = 832,2 \text{ Н}$$

Отримане величина сили різання  $P_Z = 832,2$  Н.

Повороту деталі протидіють сили тертя в контактї між поверхнею деталі і установочними та затискними елементами пристосування.

Гарантоване зусилля затиску на кожному валку:

$$W = P_z \left( \sin \frac{\alpha}{n} f \right) k ,$$

де:  $k$  – коефіцієнт запасу,

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 ,$$

де:  $k_0 = 1,5$  – гарантований коефіцієнт запасу;  $k_1 = 1,0$  – коефіцієнт стану

поверхні заготовки;  $k_2 = 1,2$  – коефіцієнт збільшення сили різання від зносу інструменту;  $k_3 = 1,0$  – коефіцієнт постійності сил затиску, тоді :

$$k = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 1,8.$$

$f = 0,35$  – коефіцієнт тертя заготовки з поверхнею валка.

Отримані значення підставляємо у формулу:

$$W = 832,3(\sin \alpha / 355 \cdot 0,35) \cdot 1,5 = 144,3 \text{ кГс},$$

$$W = 144,3 \text{ кГс} = 1443 \text{ Н}.$$

в) розрахунок сили приводу

Вихідне зусилля  $Q$  для затиску деталі на приводі, це зусилля, яке передається ходовим гвинтом:

$$Q = \frac{\left( W \cdot \frac{l_1}{l_2} \cdot 1 \right)}{n}$$

де :  $W = 144,3 \text{ кГс}$  – зусилля затиску на одному валку;

$l_1, l_2$  – важільні плечі системи пристосування;  $l_1 = 65 \text{ мм}$ ,  $l_2 = 108 \text{ мм}$  ;

$n = 0,2$  – коефіцієнт тертя.

$$Q = \frac{1443 \cdot 65 / 108 \cdot 1}{355} = 1139,8 \text{ кГс}$$

$$Q = 1139,8 \text{ кГс} = 11398 \text{ Н}.$$

Так як визначено зусилля  $Q$ , яке створюється поршнем, то діаметр робочої частини пневматичного циліндра визначаємо за формулою:

$$D = 1,44 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}},$$

$$D = 1,44 \cdot \sqrt{\frac{1139}{144,3}} = 5,8 \text{ см}.$$

де:  $P$  — зусилля затиску, згідно ГОСТ12445-87 приймаємо  $P = 144,3 \text{ кГс}$  або  $13,5 \text{ МПа}$ .

Таким чином підставивши у формулу  $P$  визначаємо діаметр  $D$ :

$$D = 5.8 \text{ см} = 58 \text{ мм.}$$

Згідно ГОСТ 12447-80 приймаємо діаметр  $D = 58\text{мм}$ , та на його основні відповідні габаритні та приєднуючи розміри.

Згідно розрахунків отримуємо:

$$W_3 > P_p$$

$$1443 \text{ Н} > 832,2 \text{ Н}$$

### 1.7.2 Проектування фрезерного пристосування

Пристосування фрезерне (ПБ6102.1702.004СК) призначене для обробки 8-ми пазів на деталі.

Оброблювану деталь встановлюється на фіксатор (поз.5). Затим деталь притискають до корпусу (поз.1) шайбою (поз.4) що фіксується за допомогою шпильки поз.3 й гайки з відповідною різьбою (поз.10). Для базування фіксатора і деталі на пристосуванні використовують планку (поз.2), що приєднується до корпусу двома штифтами (поз 11). В свою чергу корпус за допомогою двох гвинтів (поз.12) приєднується до основи поз.8, що слугує для встановлення на станину верстата. Пристрій закріплюється на верстаті за допомогою 2-х пазів на основі і базується по 2-м пальцям поз.9

До деталі що обробляється задана висока точність, тому для регулювання фіксатора (поз.5) використовують фіксатор (поз.7).

Загальний вигляд пристосування відображено на рис.4

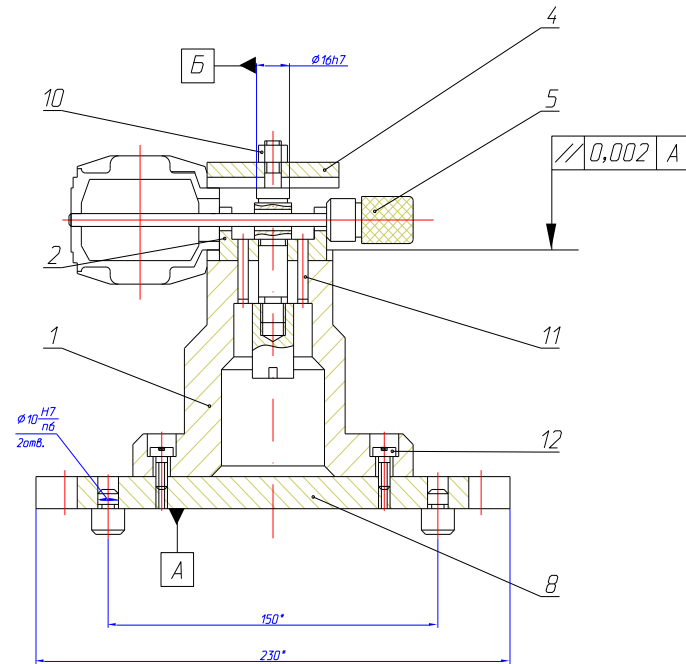


Рис.4. Пристосування для фрезерної обробки.

а) розрахунок сили затиску:

Величина сили затиску шайбою розраховується за формулою:

$$P_{ц} \cdot l_2 = P_3 \cdot l_1,$$

де  $P_{ц}$  - сила центрування і обчислюється за формулою:

$$P_{ц} = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot \rho}{4} = \frac{3.14 \cdot 58^2 \cdot 4}{4} = 11304 \text{ кг/мм}^2.$$

$P_3$  - сила затиску;

$l_1, l_2$  - довжини вертикальної і горизонтальної ланок відповідно.

Тоді:

$$P_3 = \frac{P_{ц} \cdot l_2}{l_1} = \frac{11304 \cdot 65}{30} = 24492 \text{ кг/мм}^2.$$

б) розрахунки на міцність.

Розрахунок сили різання.

Сила різання при фрезерування розраховується за формулою

$$P_p = C_p \cdot D^z \cdot S^y \cdot K_p = 8,9 \cdot 10^{0,1} \cdot 0,138^{0,7} \cdot 1 = 2,752 \text{ (Н)}$$

де  $D$  – діаметр фрези;  $S$  – подача;  $K_p, z, y$  – коефіцієнти, які залежать від умов різання ( $K_p=1; z=0,1; y=0,7$ ).

Отже сила різання повинна бути менша за силу затиску, тоді фрезерне пристосування витримає навантаження при обробці.

Згідно розрахунків отримали такі показники.

$$P_z > P_p$$

$$24,4 \text{ Н} > 2,75 \text{ Н}$$

### 1.7.3 Проектування контрольного пристосування

Пристосування контрольне (ПБ6102.1702.005СК) призначене для контролю перпендикулярності вісі отвору діаметром 7Н7 відносно осі обертання деталі.

Пристосування контрольне складається з основи (поз.2), яка встановлюється на контрольний стіл, де буде проводиться заданий контроль, стійки (поз.5), яка кріпиться до основи гвинтами (поз.15).

За допомогою гвинтів і планки (поз.14) на стійці закріплюється індикаторна головка часового типу, за допомогою якої відображаються значення контрольованого розміру.

Для виконання контролю в отвір встановлюють еталонний пруток, зміщення якого відносно вісі отвору відображає відхилення від заданого розміру.

Для контролю деталей «Корпус гіромотора» встановлюють на оправку (поз.7), що відповідає точному розміру базування. Під час контролю деталі з різних боків, її обертають за допомогою черв'ячної передачі, яка приводиться в рух за допомогою ручки.

На рис.5 показано загальний вигляд пристосування.

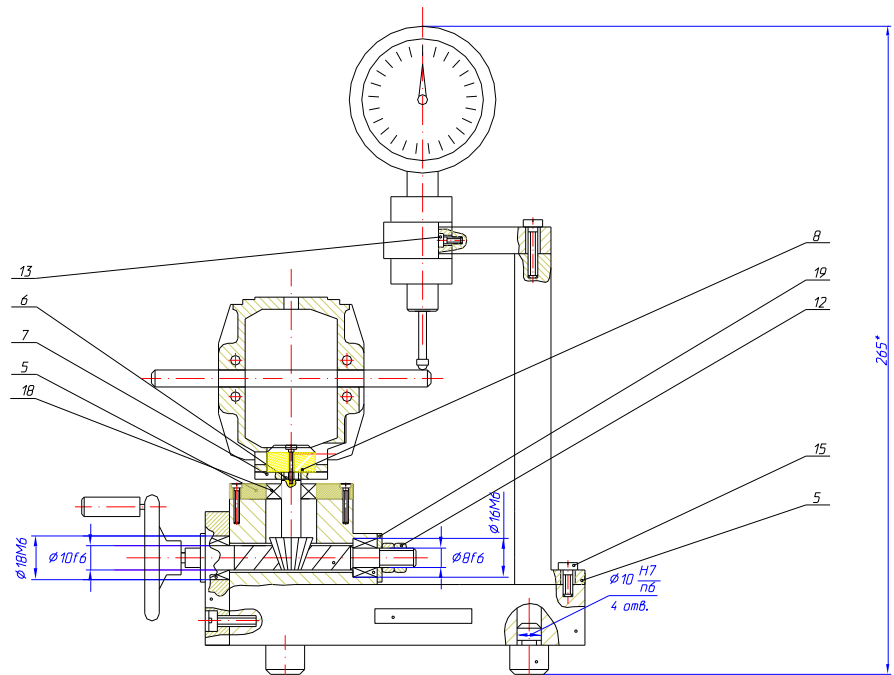


Рис.5 Пристосування для контролю.

Пристосування дозволяє контролювати точність з показниками відхилення від 0,01мм до 0,005 мм. На точність вимірювання перпендикулярності всі отвору відносно осі деталі впливає точність підшипників на валу, точність виготовлення різьби ходового гвинта, точність стійки і точність перехідної втулки.

В пристосуванні використані два шарикопідшипника з четвертим класом точності.

– випадкова похибка –  $\delta_{\text{шп}} = 8 \text{ мкм},$

На ходовому гвинті виготовлена ходова різьба четвертого класу точності.

– випадкова похибка –  $\delta_p = 8 \text{ мкм},$

Розмір деталі стійки виконано згідно шостого квалітету точності.



– випадкова похибка –  $\delta_{дет} = 10$  мкм,.

Перехідна втулка виконана згідно п'ятого квалітету точності.

– випадкова похибка –  $\delta_{вт} = 9$  мкм,

Похибка індикатора, згідно паспортних даних.

– розрахована похибка –  $\delta_{ін} = 10$  мкм,.

Стійка індикатора виконана згідно шостого квалітету точності.

– випадкова похибка –  $\delta_{ст} = 10$  мкм,.

Еталонний пруток виконано згідно четвертого квалітету точності.

– випадкова похибка –  $\delta_{п} = 8$  мкм,.

Вираховуємо загальну сумарну похибку:

$$\delta = \sqrt{2 \cdot \delta_{шт}^2 + \delta_p^2 + \delta_{дет}^2 + \delta_{ін}^2 + \delta_{ст}^2 + \delta_n^2 + \delta_{вт}^2}$$

тобто

$$\delta = \sqrt{2 \cdot 8^2 + 8^2 + 9^2 + 10^2 + 10^2 + 10^2 + 8^2} = 25.13$$

$\delta = 25.13$  мкм, а допустиме відхилення  $\delta_{доп} = 100$ . мкм.

Встановлено, що  $\delta \leq \delta_{доп}$ ,

тобто пристосування відповідає необхідним вимогам.

#### **1.7.4. Розробка захвату маніпулятора**

Аналіз відомих типових схем захватів.

До захватів (захватних пристроїв) висувають такі вимоги:

- надійність захоплення й утримання об'єкта під час розгону і гальмування рухомих елементів промислових роботів;
- точність базування заготовки в губах захвату;
- неприпустимість пошкодження або руйнування транспортованої заготовки.

При цьому особлива увага має бути звернена на перевірку допустимих для

даного захоплюваного пристрої контактних і згинальних напружень і моментів на місцях кріплення;

- великий діапазон розмірів захоплюваних заготовок без переналагодження;
- можливість автоматичної або швидкої заміни загарбного пристрої;
- компактність і простота конструкції.

У великому різноманітті відомих конструкцій захватів їх можна класифікувати за такими основними ознаками:

1. По типу закріплюваних деталей:

- для деталей типу вал;
- для деталей типу фланців, дисків, шківів, зубчастих коліс і т.д.;
- для деталей плоскої і прямокутної форми.

При виборі кінематичної схеми і конструкції захвату необхідно обов'язково враховувати характер руху губок захвату.

Так для закріплення і надійного утримання та базування деталей круглої форми (вали, шківви, диски тощо)

Губки захвату можуть переміщатися як по радіусу, так і в плоско-паралельному напрямку, оскільки ці два переміщення практично не впливають на надійність закріплення і точність базування.

У той же час при захопленні заготовок плоскою і прямокутної форми губки захвату повинні переміщатися тільки в плоско-паралельному напрямку. В іншому разі не буде забезпечений правильний контакт губок захвату з закріплюваними поверхнями.

За характером базування заготовок розрізняють:

- центруючі захвати, що забезпечують точне положення осі або площини симетрії захоплюваного об'єкта.

У таких захватах має забезпечуватися одночасне переміщення всіх губок в напрямку до центру або площині симетрії заготовки:

- базуючі захвати визначають точне положення базової поверхні закріплюваної заготовки.

У цьому випадку одна з губок (базова) залишається нерухомою, а друга переміщається в напрямку до закріплюваної по-поверхні;

- фіксуючі схопи, в яких зберігається точне положення об'єкта в момент його захоплення.

За кількістю робочих позицій захватів можна розділити на:

- однопозиційні;
- багатопозиційні.

За характером роботи багатопозиційні захвати можна розділити на три групи:

- послідовної дії;
- паралельної дії;
- комбінованої дії.

До захватів послідовної дії відносять двохпозиційні пристрої, що мають си-стемну і розвантажувальну позиції.

Багатопозиційні захвати паралельної дії мають ряд позицій для одночасного захоплення або вивільнення групи деталей.

Захвати комбінованої дії оснащені групами паралельно працюючих позицій, причому групи ці приводяться в дію незалежно одна від одної.

За робочим діапазоном розмірів закріплюваних деталей розрізняють захвати:

- широкодіапазонні, здатні до центрування і утримання заготовок деталей і об'єктів в широкому діапазоні розмірів захоплюваних по-поверхоні без переналагодження або підстроювання;
- вузькодіапазонні, здатні до утримання об'єктів в обмеженому діапазоні розмірів захоплюваних поверхонь. При використанні вузькодіапазонних

захватів для скорочення часу переналагодження для переходу на інший закріплюваний об'єкт застосовують конструкції швидкозмінних або автоматично змінних захватів.

За типом приводу розрізняють захватів:

- з пневмоприводом, що використовують мережеве стиснене повітря з тиском 0,4МПа. Такий тип приводу застосовують для закріплення об'єктів масою до 10кг;
- з гідроприводом, що використовують спеціальну гідростанцію з робочим тиском масла від 3 до 12,5МПа. Такий тип приводу доцільно застосовувати для захоплення великогабаритних важких об'єктів масою більше 20 кг;
- з електроприводом, що використовують малогабаритні електродвигуни постійного струму. Таким приводом оснащують захватні пристрої для деталей масою від 5 до 20кг;
- неприводні схвати, в яких деталі утримуються внаслідок ефекту самозатягування або замикаючого дії губок. Як правило, робота захватів такого типу можлива при їх вертикальному положенні, при якому замикаюча дія забезпечується вагою захоплюваного об'єкта.

Для деталі «Корпус гіромотора» спроектовано важільний захват (Рис.6).

Послідовність дій захвату маніпулятора заключається в тому, що пневмоциліндр 1 штовхає перехідник 2, який тисне на коромисло 4, що передає зусилля до планки 3 і внаслідок чого захват стискається і фіксує оправку 5.

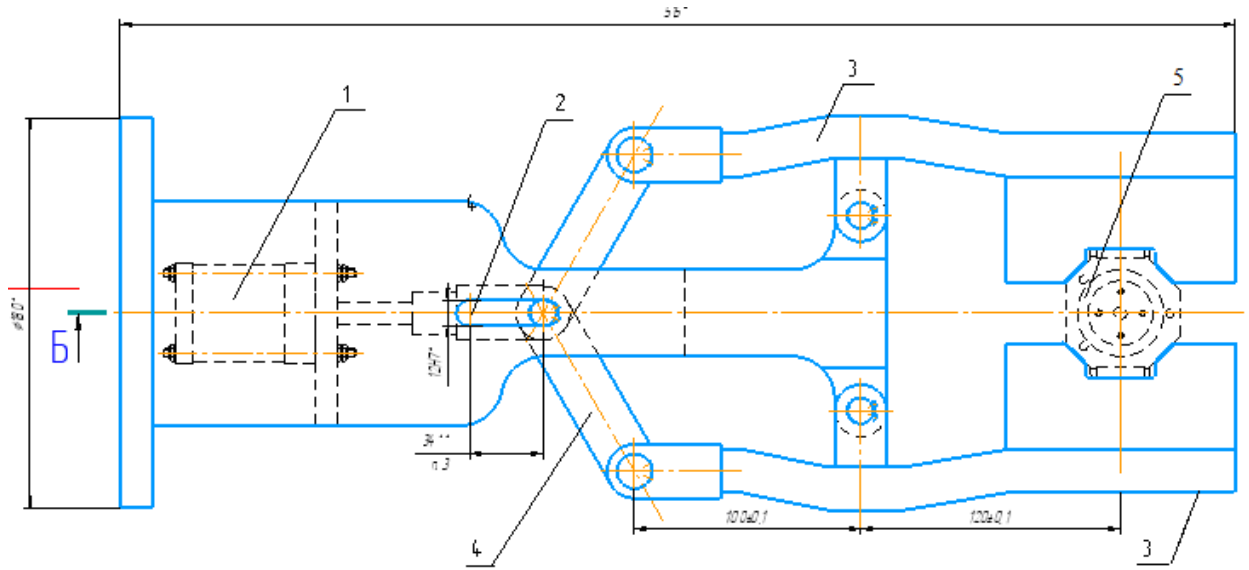


Рис. 6 Ескіз захвату маніпулятора

### Розрахунок потрібного зусилля захоплення заготовки і приводного пневмоцилиндра.

Розроблений захват має наступну схему важільного механізму.

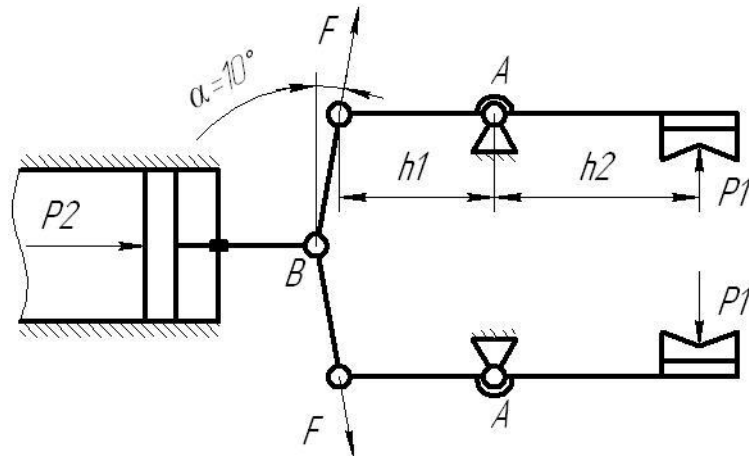


Рис7. Розрахункова схема важільного механізму захвата.

Визначимо потрібне зусилля для утримання транспортується деталі, вважаючи, що утримання відбувається за рахунок сил тертя:

$$P = m \cdot (g + a) \cdot K1 \cdot K2,$$

де  $m$  - маса утримуваної деталі;  $m = 0,085$  кг;

$g$  - прискорення сили тяжіння;  $g = 9,81$  м / с<sup>2</sup>;

$a$  - прискорення центра мас при транспортуванні;  $a = 5$  м / с<sup>2</sup>;

$K_1$  - коефіцієнт, що залежить від форми губок схвата, положення деталі по відношенню до губок захвата і напрямки дії сили тяжіння;  $K_1 = 0,5$ ;

$K_2$  - коефіцієнт запасу;  $K_2 = 1,5 \dots 2$ .

Потрібне зусилля утримання  $P$ :

$$P = 0,085 \cdot (9,81 + 5) \cdot 0,5 \cdot 2 = 0,629425 \text{ Н.}$$

Співвідношення між силами  $P_1$ ,  $P_2$  і  $F$  на губах загартного пристрою визначають з умови статичної рівноваги системи.

З умови  $\Sigma F = 0$  в точці В маємо:

$$2F \cdot \sin \alpha - P_2 = 0, \text{ звідки}$$

$$F = \frac{P_2}{2 \sin \alpha}.$$

З умови  $\Sigma M = 0$  відносно точки А маємо:

$$P_1 \cdot h_2 - F \cdot \cos \alpha \cdot h_1 = 0, \text{ звідки}$$

$$F = \frac{P_1 \cdot h_2}{h_1 \cdot \cos \alpha}.$$

Приймаємо  $h_1 = 100$  мм,  $h_2 = 120$  мм. Тоді:

$$F = \frac{0,629 \cdot 120}{100 \cdot \cos 10^\circ} = 137,5 \text{ Н.}$$

$$P_2 = 2F \sin \alpha = 2 \cdot 137,5 \cdot \sin 10^\circ = 137,5 \text{ Н.}$$

Розрахуємо необхідний діаметр циліндра за формулою:

$$D_0 = \sqrt{\frac{4P_2}{0,75 \cdot \pi \cdot p \cdot \eta}},$$

де  $D$  - діаметр пневмоциліндра, мм;

$p$  - тиск масла;  $p = 0,4$  МПа;

$d$  - діаметр штока, мм;

$\eta$  - механічний КПД;  $\eta = 0,85$ ;

$$D_{\phi} = \sqrt{\frac{4 \cdot 137,5}{0,75 \cdot 3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,85}} = 26,2 \text{ мм} .$$

Діаметр пневмоциліндра приймаємо з стандартного ряду:  $D_{\phi} = 40 \text{ мм}$  .

Сила на штоку при подачі повітря в безштокові порожнину (робочий хід):

$$Q_{\phi} \delta = 0,785 \cdot D_{\phi}^2 \cdot \delta \cdot \eta;$$

$$Q_{\phi} \delta = 0,785 \cdot 40^2 \cdot 0,4 \cdot 0,85 = 427 \text{ л} .$$

Визначення зусиль в елементах захвата і його конструктивних параметрів.

Зусилля, що діє на шарнір А знаходимо з суми проекцій сил на осі X і Y:

$$\Sigma F_x = F \cdot \sin \alpha - F_{Ax} = 0,$$

Звідки  $F_{Ax} = F \cdot \sin \alpha$ ,

$$F_{Ax} = 137,5 \cdot \sin 10^\circ = 68,8 \text{ л} .$$

$$\Sigma F_y = F \cdot \cos \alpha + D1 - F_{A\phi} = 0,$$

Звідки  $F_{A\phi} = F \cdot \cos \alpha + D1 = D1(1 + \frac{h2}{h1})$ ,

$$F_{A\phi} = 137,5 \cdot (1 + \frac{120}{100}) = 302,5 \text{ л} .$$

Сумарне навантаження в шарнірі А:

$$F_A = \sqrt{F_{Ax}^2 + F_{A\phi}^2};$$

$$F_A = \sqrt{68,8^2 + 302,5^2} = 310,2 \text{ л} .$$

Діаметр шарнірів вибираємо з розрахунку на зріз:

$$d_{\phi} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_A}{\pi \cdot [\tau_{\phi\delta}]}}$$

де  $[\tau_{\phi\delta}]$  допустиме напруження зрізу для сталі 45 = 120 МПа;

$$d_{\phi} = \sqrt{\frac{4 \cdot 310,2}{3,14 \cdot 120}} = 1,81 \text{ мм} .$$

Такий розмір шарнірів занадто малий. Приймаємо  $d_{\phi} = 12 \text{ мм}$  и  $d_{\phi} = 16 \text{ мм}$ .

Перевіряємо шарніри на зминання, приймаючи допустиме напруження на зминання для сталі 45  $[\sigma_{\phi\delta}] = 80 \text{ МПа}$ :

$$\sigma_{\text{нi}} = \frac{2 \cdot F_{\lambda}}{\pi \cdot d_{\phi} \cdot b},$$

де  $b = 36$  мм - прийнята ширина шарніра;

$$\sigma_{\text{нi}} = \frac{2 \cdot 310,2}{3,14 \cdot 12 \cdot 36} = 0,46 \text{ МПа} \ll 80 \text{ МПа} .$$

### 1.7.5. Розробка програми для верстату з ЧПК

Розробка програми оброблення деталей на верстатах з ЧПК здійснюється за допомогою спеціальних програм, які переводять вхідні дані обробки в спеціальні коди зручні для програмного управління.

Розробка програми для верстату з ЧПК відбувається в послідовності:

1. Карта замовлення на розробку керуючої програми (включає габаритні розміри заготовки, оброблювані поверхні, поверхні базування і закріплення.
2. Визначаються еквідистанти руху інструменту до поверхонь обробки.
3. Вказуються режими різання, кількість обертів верстату, подача, глибина різання.
4. Розробляється карта наладки інструменту, кількість і перелік інструменту, розміри розміщення і виліт інструмента.
5. Проєктується програма керування для верстата з ЧПК (додаток Б).

Для фрезерних верстатів з ЧПК використовують контурне управління, при якому робочі органи верстату переміщуються по заданій траєкторії з заданою швидкістю.

Розроблена керуюча програма для фрезерної операції (065 фрезерна з ЧПК), для фрезерного верстата IP320 ПМФУ оснащеного стійкою числового програмного керування H33-1M.

В програмі для верстата з ЧПК, визначені: поверхні які підлягають обробленню, різальний інструмент, режими різання та траєкторія руху інструмента.

На кресленні ПБ6102.1702.007 (додатку Б) зображено еквідестанту



руху інструмента та граничні розміри переміщення відносно деталі.

На рис.8 зображено траєкторію зовнішнього контуру інструментом при обробленні деталі згідно керуючої програми (розточування отворів  $\text{Ø}5,5\text{H}10$ ,  $\text{Ø}6,5\text{H}10$ , і  $\text{Ø}19,5\text{H}10$ ).

На рис.9 зображена траєкторія обробки інструментом при свердлінні отворів 4-х отворів  $\text{Ø}2,5$  під різьбу МЗ-6Н.

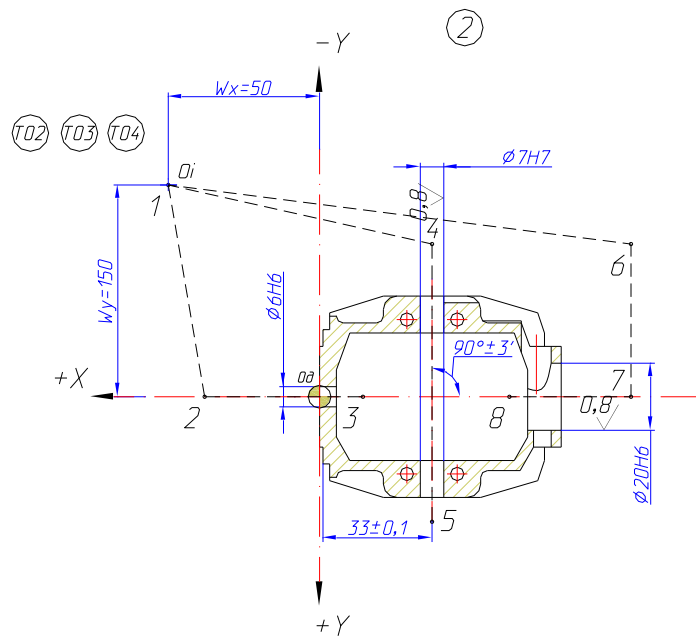


Рис.8. траєкторію зовнішнього контуру інструментом при обробленні деталі

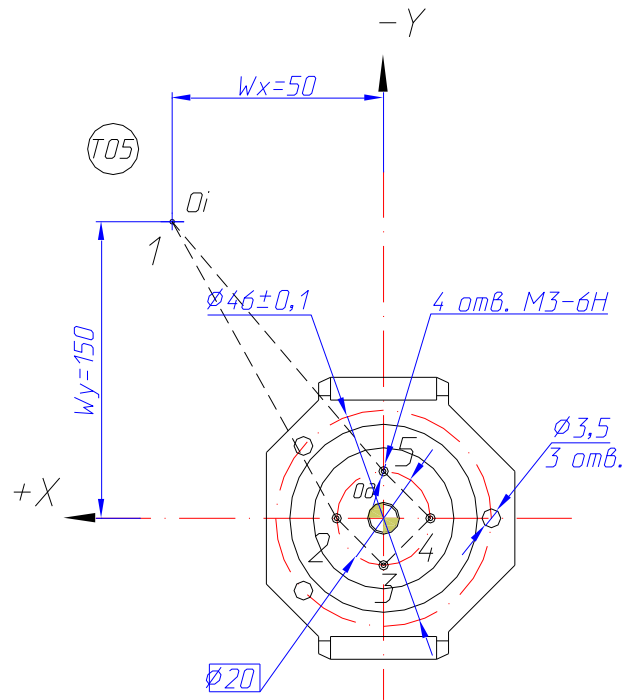


Рис.9. Траєкторія руху інструмента при свердлінні отворів 4-х отворів  $\text{Ø}2,5$  під різьбу М3-6Н

При програмуванні для стійки ЧПК НЗ3-1М, яка відноситься до класу стійок CNC, використовується мова програмування Numerische Steuerungen (ISO 9001).

Програма створюється за допомогою спеціальних символів:

X, Y, Z – координати оброблення;

N – номер кадру керуючої програми;

G – підготовча технологічна функція;

P – параметри верстата і цикли обробки;

S – швидкість різання або частота обертів шпинделя;

T – позиція інструментальної головки;

F – подача або крок різьби;

M – допоміжна функція.

Кожен технологічний перехід записують окремим кадром програми і виводять послідовно.

Вид керуючої програми (додаток В):

%

**N001G17**

**N002M03F0000**

**N003G01Z+010000F0405**

**N004X+003200Y+004400**

**N005Z-004000F0400**

**N006G02X+008000Y+008000I+008000**

**N007X+008000Y-008000J+008000**

**N008X-008000Y-008000I+008000**

**N009X-008000Y+008000J+008000**

%

**N001G17**

**N002M03F0000**

**N003G01Z+010000F0405**

**N004X+003200Y+004400**

**N005Z-004000F0400**

**N006G02X+008000Y+008000I+008000**

**N007X+008000Y-008000J+008000**

**N008X-008000Y-008000I+008000**

**N009X-008000Y+008000J+008000**

%

**N001G17**

**N002M03F0000**

**N003G01X+003200Y+002700F0405**

**N004Z+007500F0400**

**N005G02X+004500Y+004500I+004500**

**N006X+002561Y-000800J+004500**

**N007F0000**

**N008G01X+005939F0400**

**N009G02X+003700Y-003700J+003700**

**N010X-003700Y-003700I+003700**

**N011F0000**

%

**N001G17**

**N002M03F0000**

**N003G01X+003200Y+002700F0405**

**N004Z+007500F0400**

**N005G02X+004500Y+004500I+004500**

**N006X+002561Y-000800J+004500**

**N007F0000**

**N008G01X+005939F0400**

**N009G02X+003700Y-003700J+003700**

**N010X-003700Y-003700I+003700**

**N011F0000**

%

N001 G17

N002 G01X+012782Y-005141F0405

N003 M03F0000

N004 Z-010000F0400

N005 Z+006000

N006 X-012782Y+005141Z+004000F4712

N007 X+012782Y-005141F0712

N008 M03F0000

N009 Z-007400F0400

N010 Z+003400

N011F0000

### **1.8 Проектування ділянки механічного цеху**

В дипломному проєкті спроектовано автоматизовану ділянку механічного цеху для виготовлення деталі типу «Корпус гіромотора», загальною площею 511 м<sup>2</sup>, вміщує 9 верстатів з ЧПК (токарних – 3; фрезерних – 4; свердлильних – 2) і роботизований комплекс..

Автоматизовану ділянку механічного цеху передбачає виготовлення деталей відповідної якості в об'ємах та асортименті, передбачених програмою випуску, із забезпеченням необхідних техніко-економічних показників [2].

При проектуванні ділянки автоматизованої ділянки механічного цеху використовували наявну номенклатуру та планову програму випуску.

План автоматизованої ділянки механічного цеху виготовлення деталей типу «Корпус гіромотора» представлено на кресленика ПБ6102.1702.010.

На паніровці автоматизованої ділянки механічного цеху схематично показаний маршрут переміщення оброблюваних деталей, показані колони,

щити протипожежної інвентарю, місця майстра та контролера. Між верстатами витримані всі відстані відповідно до вимог стандарту.

Даний проект є завершеною роботою.

### **Висновок**

В результаті виконання дипломного проекту спроектована ділянка цеху механічної обробки для виготовлення складних деталей типу “Корпус гіромотора”.

В процесі проектування вирішено задачі основні технології приладобудування, а саме: розрахунок на технологічність, вибір заготовки та проектування заготовок.

При виборі обладнання, оснащення та інструменту використана довідникова література, та визначені технологічні можливості необхідного обладнання.

Для обробки деталі розроблені спеціальні пристосування: токарне, фрезерне, кондуктор та контрольне.

Спроекований захват маніпулятора, та виконаний розрахунок зусилля захоплення заготовки.

Розроблена програма для верстата з ЧПК.

При оформленні пояснювальної записки та графічної частини проекту, придбаний досвід роботи в професійно-прикладних програмах, які в подальшому стануть у пригоді в майбутній роботі.

## Література

1. Приладобудування // Вікіпедія – вільна енциклопедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://uk.wikipedia.org/wiki/Приладобудування>.
2. Организация и планирование приборостроительного производства. Управление предприятием / Под ред. Н. М. Лыча, А. Э. Розенплентера. – К.: Вища школа, 1986. – 343 с.
3. Основы технологии машиностроения / Под ред. Корсакова В. С. – М.: Машиностроение, 1965. – 490 с.
4. Технологичность конструкции изделия. Справочник / Под ред. Ю. А. Амирова. – М.: Машиностроение, 1990. – 768 с.
5. Антонюк В.С. Методологія наукових досліджень: навч. посіб./ В.С. Антонюк, Л.Г. Полонський, В.І. Аверченков, Ю.А. Малахов. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 276 с.
6. Основы технологической подготовки производства / Под ред. В. А. Остафьева. – К.: Вища школа, 1977. – 200 с.
7. Допуски и посадки. Справочник / Под ред. В. Д. Мягкова, М. А. Палей, А. Б. Романова. – Л.: Машиностроение, 1982. – 543 с.
8. Антонюк В.С., Сорока Е.Б. Конструирование дискретно-модифицированных износостойких поверхностей // Упрочняющие технологии и покрытия - 2008. – № 10. - С. 8 - 13.
9. Справочник технолога-машиностроителя : справочное издание : в 2 т. / ред.: А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков. Т. 2 / Ю. А. Абрамов [и др.]. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 1985. - 496 с.
10. Справочник технолога-приборостроителя. В 2-х т. Т. 1. 2-е изд., перераб. и доп. / Под ред. П. В. Сыроватченко, – М.: Машиностроение, 1980. – 607 с., ил.
11. Остафьев В. А., Антонюк В.С., Выслоух С. П. и др. Физические

основы процесса резания металлов. Коллектив авторов. Под редакцией проф. В. А. Остафьева. – Киев. : Издательское объединение «Вища школа»,

12. Теплові явища при обробці матеріалів різанням : навч. посіб. / В.С. Антонюк, С.Ан. Клименко, С.А. Клименко. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 156 с.

13. И. Г. Космачев. Карманный справочник технолога-инструментальщика. – Л.: Машиностроение, 1970. – 263 с.

14. Родин П. Р. Проектирование и производство режущего инструмента. – М.: Машгиз, 1962 – 300 с.

15. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів. - К.: Вища школа, 1993. - 414 с..

16. Антонюк В.С. Выбор параметров покрытий дискретной структуры при упрочнении поверхности режущего инструмента / В.С. Антонюк, Б.А. Ляшенко, Е.Б. Сорока // Упрочняющие технологии и покрытия - 2005. – No 3. - С. 49 - 50.

17. Справочник технолога-машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1973 – 695 с.

18. Антонюк В.С. Залишкові напруження в вакуум-плазмових покриттях TiN, (TiAl)N, (TiC)N. / В.С. Антонюк, О.Б. Сорока, А.В. Рутковський, В.І. Мірненко // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля. - Луганск – 2004 - No7(77) (Частина 2). С. 206 – 210

19. Справочник контролера машиностроительного завода / Под ред. А. И. Якушева. – М.: Машиностроение, 1970. – 470 с.

20. Нормативы режимов резания и времени на механическую обработку деталей на станках с программным управлением. – К.: НИАТ, 1983. – 292 с.

21. Антонюк В.С. Оптимизация технологических параметров процесса формирования упрочняющих покрытий / В.С. Антонюк, С.П.

Выслоух, В.А. Мазур, С.С. Самотугин // Технологические системы. Киев. 2003 № 4. С.44–48.

22. В. И. Комиссаров, В. И. Леонтьев. Точность, производительность и надежность в системе проектирования технологических процессов. – М.: Машиностроение, 1985. – 219 с.

23. Антонюк В.С. «Основы підвищення працездатності різального інструменту шляхом формування зносостійких покриттів дискретного типу» // Автореферат д-р техн. наук. Київ - 2006. – 36 с..

24. Antonyuk V.S. Providing adhesion strength for a substrate-coating system under contact loading / V.S. Antonyuk, E.B. Soroka, V.I. Kalinichenko *Journal of Superhard Materials* 30 (2), 133

25. А. И. Лагеръ, Э А. Колесникова. Инженерная графика. М.: Высшая школа, 1985. – 175 с.

26. Антонюк В. С. Курс лекций “Технология приборостроения”, 2019.

27. Диагностика процесса металлообработки / В.А. Остафьев, В.С. Антонюк, Г.С. Тымчик - К.: Техніка . 1991. - 152 с.

28. Antonyuk, V.S., *Discontinuous coatings on cutting tools* / V.S. Antonyuk, E.B. Soroka, B.A. Lyashenko, A.V. Rutkovskii, // *Strength of Materials*, 39, No 1, 99 – 102 (2007).

29. А. К. Горошкин. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1979. – 380 с.

30. Антонюк В.С., Выслоух С.П., Мазур В.А., Самотугин С.С. Оптимизация технологических параметров процесса формирования упрочняющих покрытий. // Технологические системы. Киев. 2003 № 4. С.44–48.

31. Антонюк В.С., Белова А.В., Петренко С.Ф. Підвищення точності позиціонування лінійних направляючих мікроманіпуляційних систем з п'єзоелектричним двигуном // Високі технології в машинобудуванні: Збірник



наукових праць Харків: НТУ “ХПІ”, 2008. – Вип.2 (17)- С. 12 - 20.

32. Антонюк В.С. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин // Резание и инструмент в технологических системах. – Межд. науч.-техн. сборник. - Харьков: НТУ “ХПИ”, 2007, Вып.73. – С

33. А.А.Шабашов Проектирование машиностроительного производства : учебное пособие / А.А. Шабашов.— Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016.— 76 с

34. Антонюк В.С., Ляшенко Б.А., Сорока Е.Б. Выбор параметров покрытий дискретной структуры при упрочнении поверхности режущего инструмента //прочняющие технологии и покрытия - 2005. – No 3. - С. 49 -50.

**Додатки**

**Додаток А**

**Додаток Б**

**Додаток В**

**Додаток Г**

Дубл.																						
Взам.																						
Подл.																						
Разработал		<i>Друзев М.С.</i>					"КПИ" ім.															
Проверил		<i>Антонюк</i>					Ігоря															
Нормировал							Корпус гіроскопа										1		1			
Н. контроль																						
М01																						
М02		Код		ЕВ	МД	ЕН	Н.Расх	Ким	Код заготовки	Профиль и размеры		КД	КЗ									
				кг																		
А		Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции					Обозначение документа											
Б		Код, наименование оборудования					СМ	Проф	Р	УТ	КФ	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Т п.з.	Т шт.					
А03		<i>005 Лиття по виплавляємим моделям</i>																				
Б04																						
05		<i>010 426000 Фрезерна</i>					<i>ИОТ 34</i>															
А06		<i>ФУТ</i>																				
Б07																						
08		<i>015 010800 Слюсарна</i>					<i>ИОТ 38</i>															
А09		<i>Верстак</i>																				
Б10																						
11		<i>020 010100 Розмітка</i>					<i>ИОТ 38</i>															
А12		<i>Верстак</i>																				
Б13																						
14		<i>025 426000 Фрезерна</i>					<i>ИОТ 34</i>															
МК		Маршрутная карта																				

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
										2	1								
Разработал	<i>Друзев М.С.</i>																		
Проверил	<i>Антонюк В.С.</i>																		
Н. контроль																			
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции				Обозначение документа										
Б					Код, наименование операции				СМ	Проф	Р	УТ	КФ	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Т п.з.	Т шт.
А01					<i>WF-2 «Микрон»</i>														
Б02																			
03					<i>030 010800 Слюсарна</i>				<i>ИОТ 38</i>										
А04					<i>Верстак</i>														
Б05																			
06					<i>035 020000 Технологічний контроль</i>				<i>ИОТ 319</i>										
07																			
08					<i>040 427500 Фрезерна</i>				<i>ИОТ 34</i>										
09					<i>ИР 320 ПМФУ</i>														
10																			
11					<i>045 427500 Фрезерна</i>				<i>ИОТ 34</i>										
12					<i>ИР 320 ПМФУ</i>														
13																			
14					<i>050 020000 Технологічний контроль</i>				<i>ИОТ 319</i>										
15																			
16																			
17																			
<b>МК</b>		Маршрутная карта																	



Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																					
																	2	1			
Разработал	<i>Друзев М.С.</i>																				
Проверил	<i>Антонюк В.С.</i>																				
Н. контроль																					
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции						Обозначение документа										
Б	Код, наименование операции						СМ	Проф	Р	УТ	КФ	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Т п.з.	Т шт.				
А01	<i>055 411000 Токарна</i>						<i>ИОТ 33</i>														
Б02	<i>Токарний верстат ТВ-320</i>																				
03																					
А04	<i>060 020000 Технологічний контроль</i>						<i>ИОТ 319</i>														
Б05																					
06	<i>065 412000 Свердлильна</i>						<i>ИОТ 38</i>														
07	<i>Свердильний станок СВИ-10</i>																				
08																					
09	<i>070 010800 Слюсарна</i>						<i>ИОТ 38</i>														
10																					
11	<i>075 412000 Свердлильна</i>						<i>ИОТ 36</i>														
12	<i>Свердильний станок СВИ-10</i>																				
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
<b>МК</b>		Маршрутная карта																			



Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
																	2	1	
Разработал	<i>Друзев М.С.</i>																		
Проверил	<i>Антонюк В.С.</i>																		
Н. контроль																			
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции				Обозначение документа										
Б					Код, наименование операции				СМ	Проф	Р	УТ	КФ	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Т п.з.	Т шт.
A01					<i>080 013000 Промивка</i>				<i>ИОТ 20</i>										
B02					<i>Верстак</i>														
03																			
A04					<i>085 020000 Технологічний контроль</i>				<i>ИОТ 319</i>										
B05																			
06					<i>090 010800 Слюсарна</i>				<i>ИОТ 38</i>										
07					<i>Верстак</i>														
08																			
09					<i>095 510000 Тнрмічна</i>				<i>ИОТ 19</i>										
10																			
11					<i>100 085000 Упаковальна</i>				<i>ИОТ 38</i>										
12					<i>Верстак</i>														
13																			
14					<i>105 422500 Координатно розточна</i>				<i>ИОТ 104</i>										
15					<i>Сip HAUSER</i>														
16																			
17																			
<b>МК</b>	Маршрутная карта																		

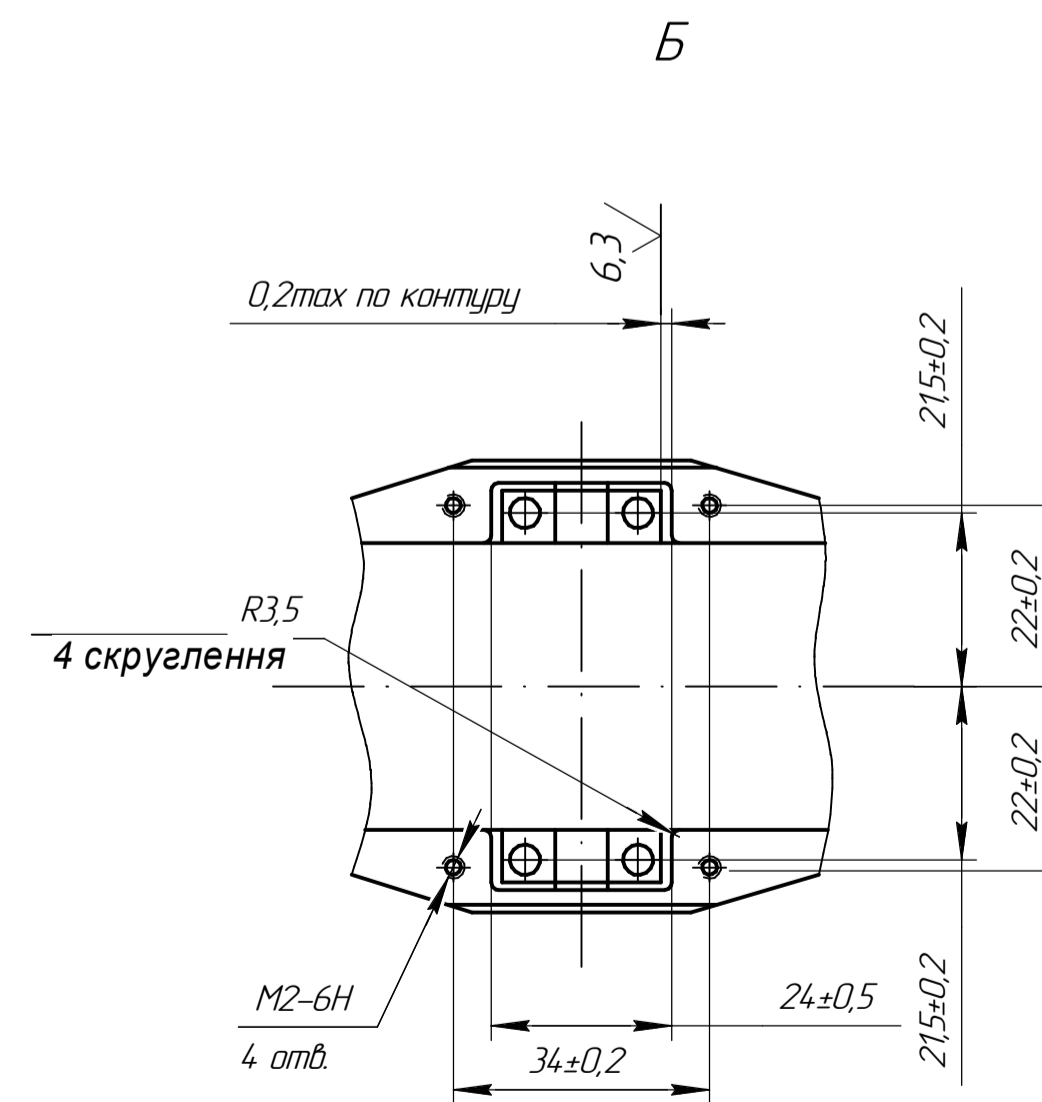
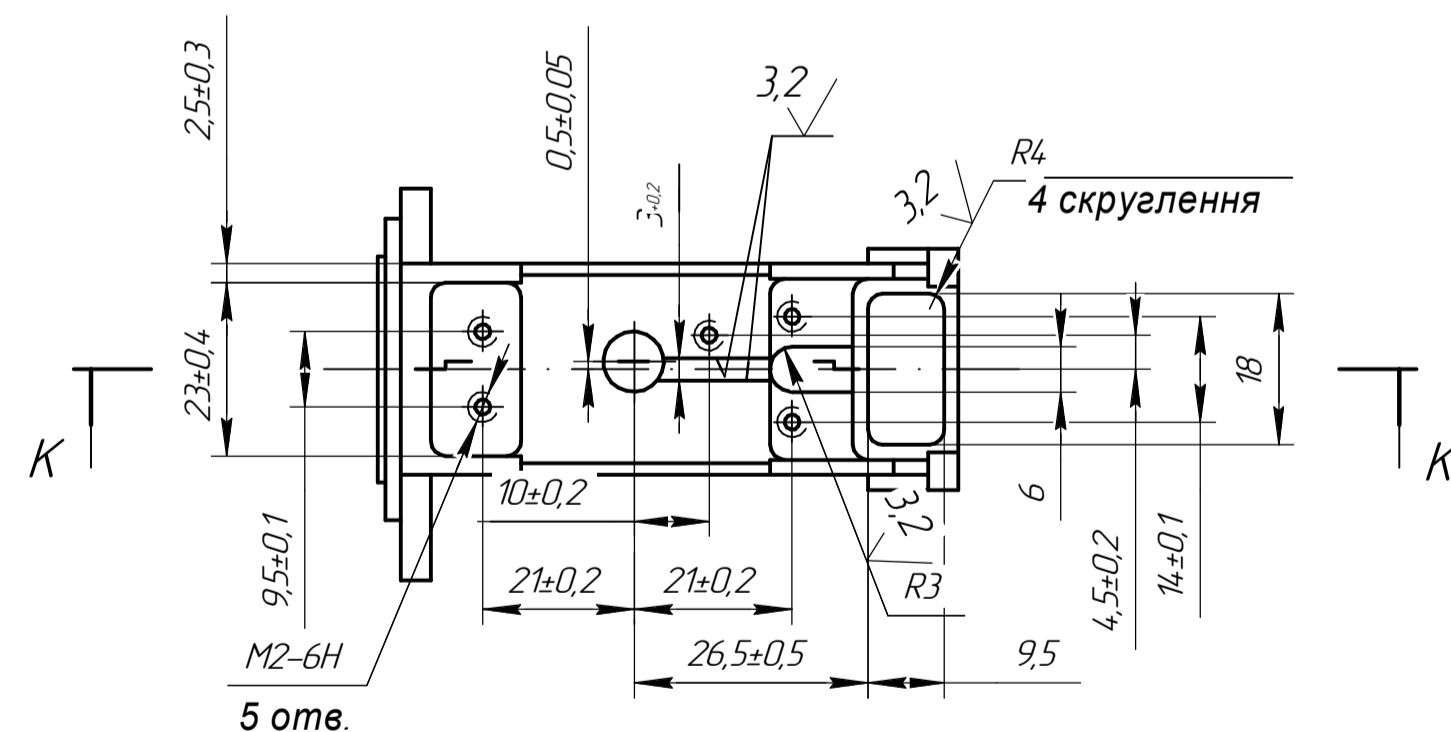
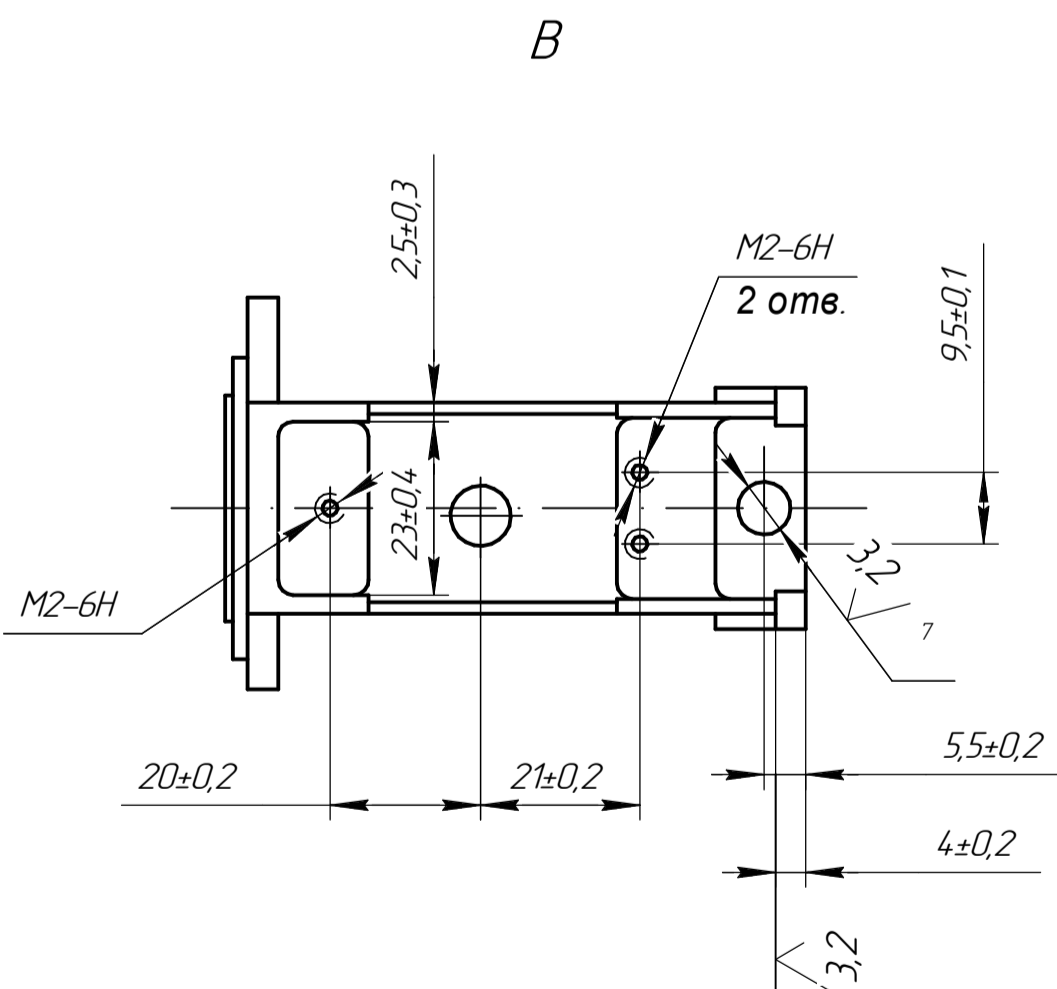
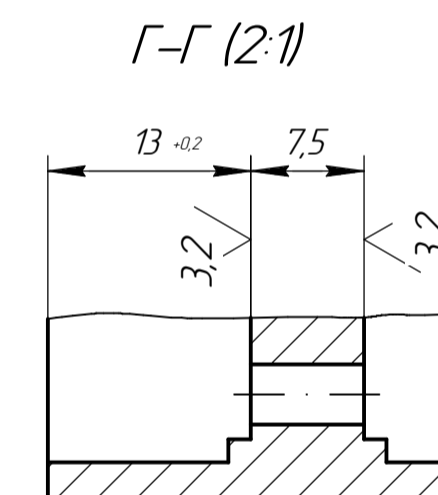
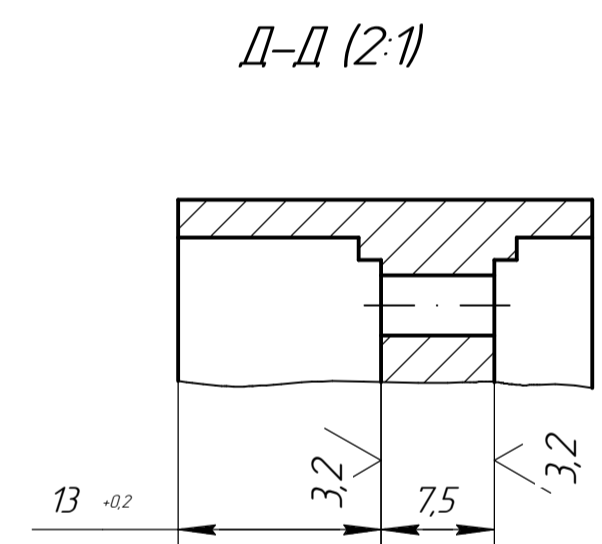
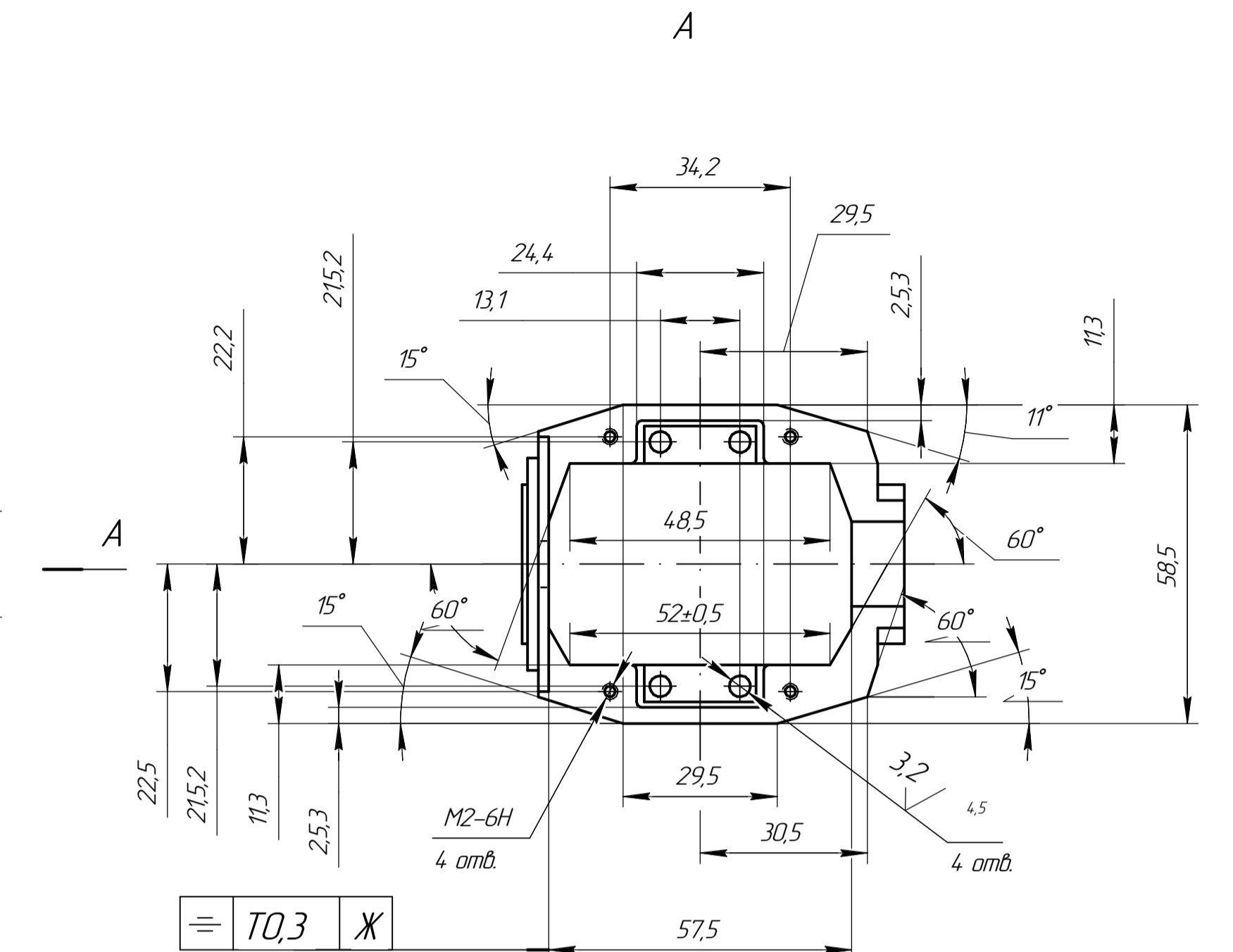
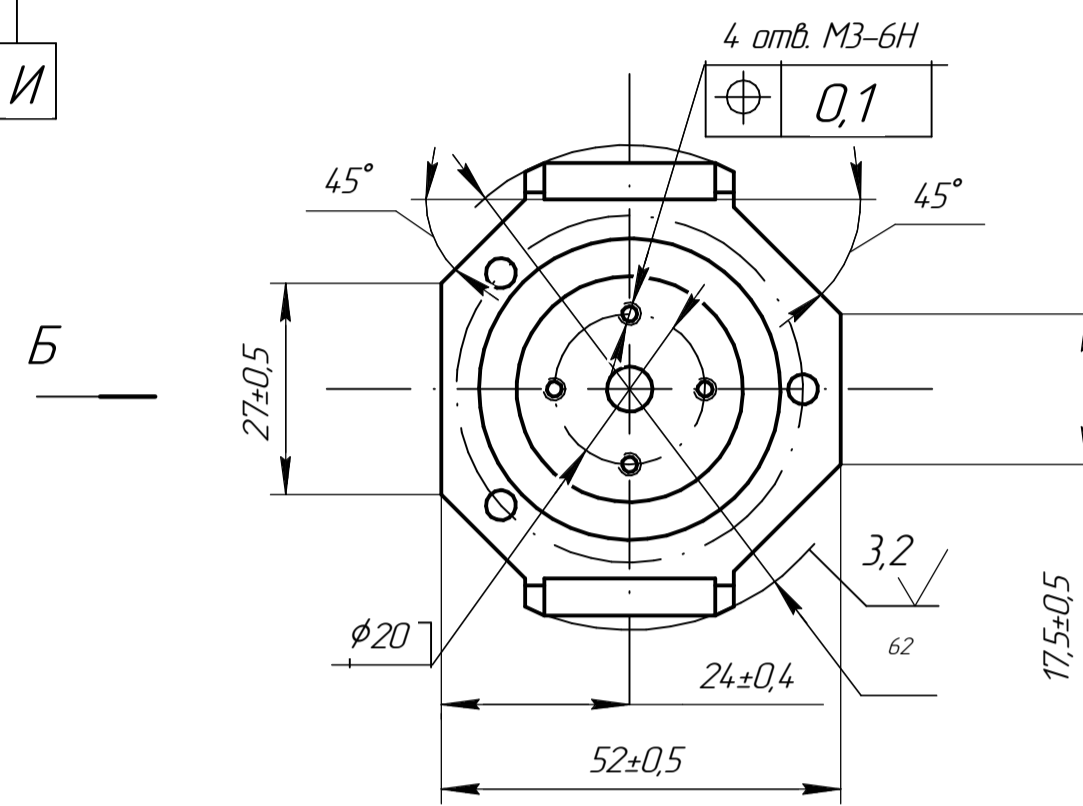
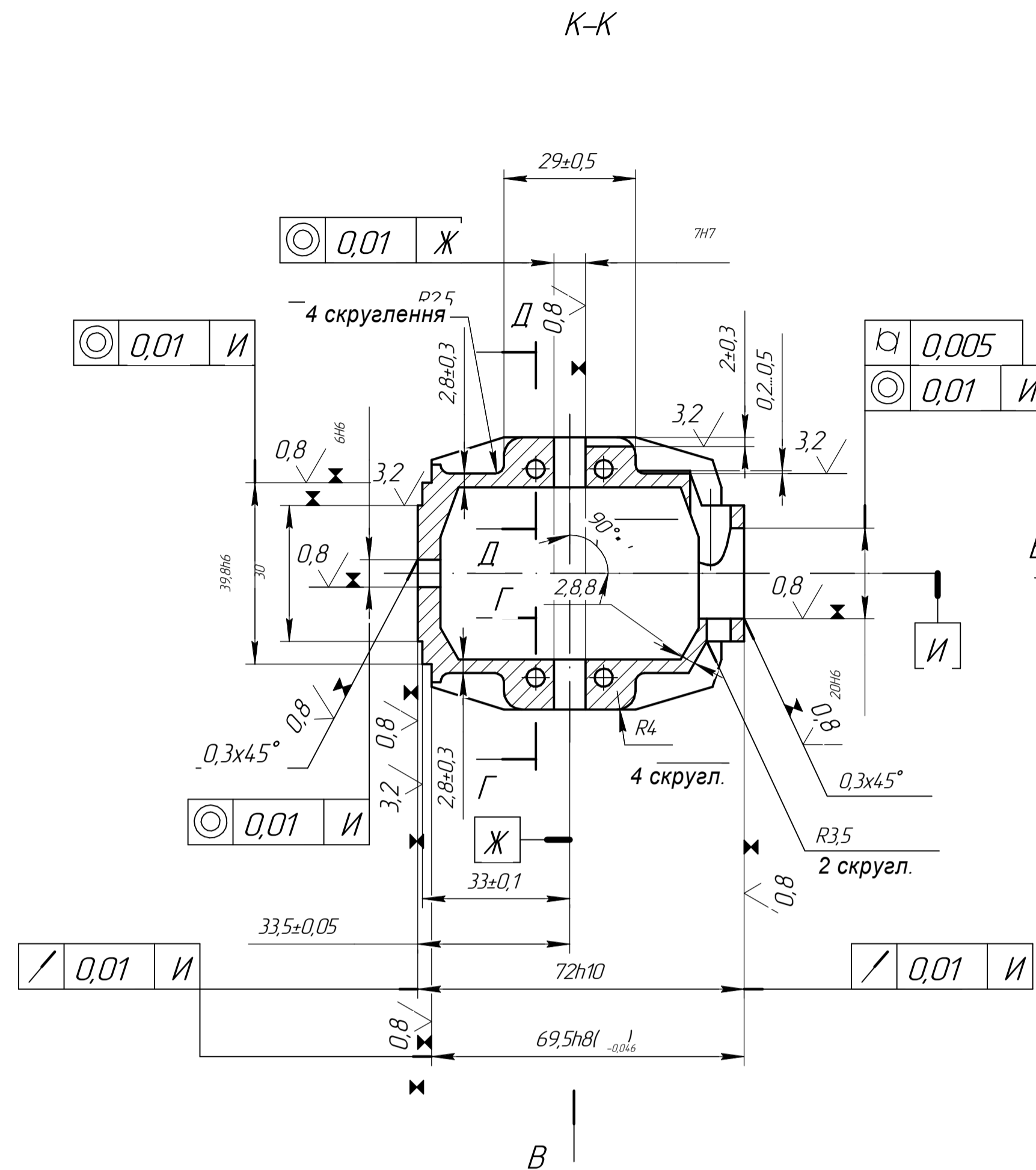
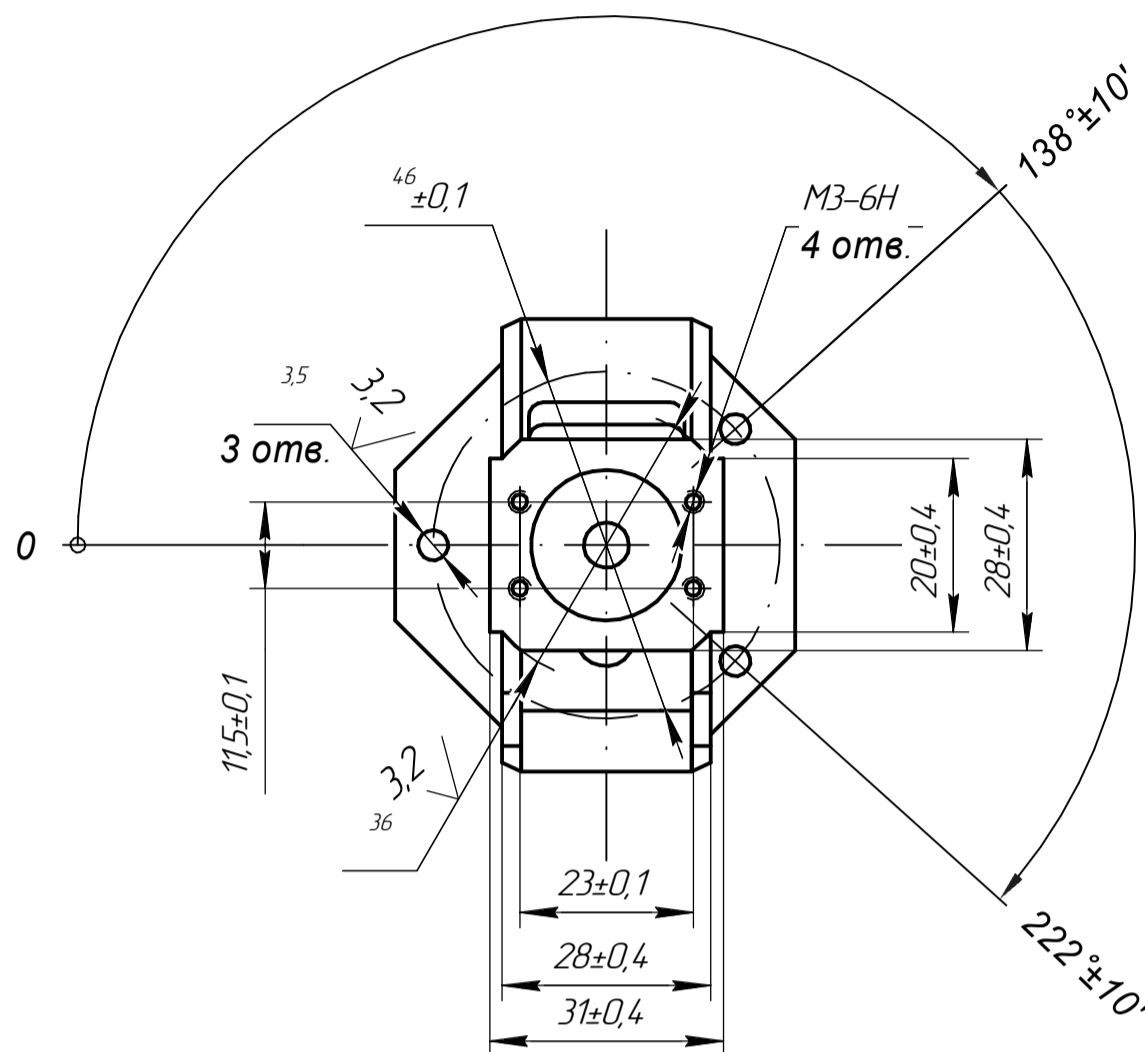
ГОСТ 3.1118—82 ФОРМА 1 а

Дубл. \_\_\_\_\_



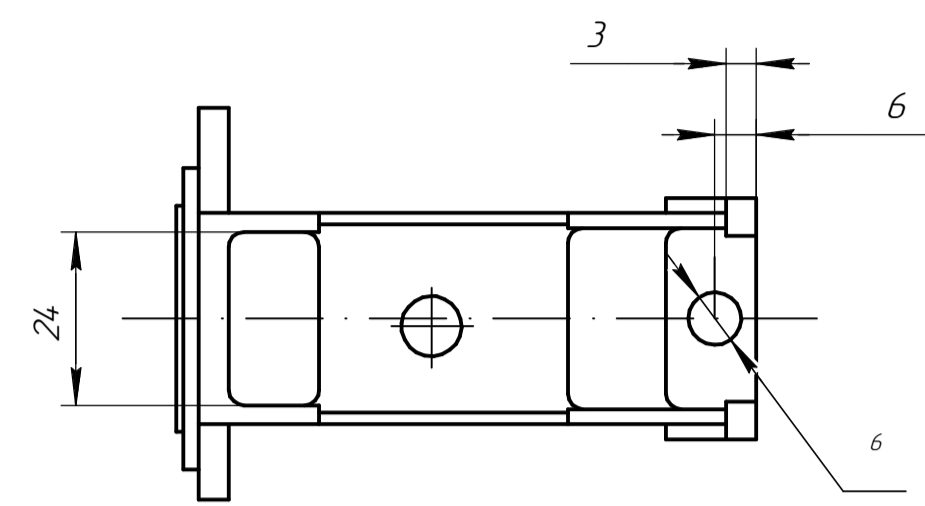



												2	1			
Разработал	<i>Друзев М.С.</i>															
Проверил	<i>Антонюк В.С.</i>															
Н. контроль																
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование операции					СМ	Проф	Р	УТ	КФ	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Т п.з.	Т шт.
А01	<i>175 010800 Слюсарна</i>					<i>ИОТ 38</i>										
Б02	<i>Верстак</i>															
03																
А04	<i>180 020000 Технологічний контроль</i>					<i>ИОТ 319</i>										
Б05	<i>Випробульне пристосування</i>															
06																
07	<i>185 010800 Слюсарна</i>					<i>ИОТ 38</i>										
08	<i>Верстак</i>															
09																
10	<i>190 510000 Термічна обробка</i>					<i>ИОТ 19</i>										
11	<i>Електрична піч</i>															
12																
13	<i>195 020000 Технологічний контроль</i>					<i>ИОТ 327</i>										
14	<i>Верстак</i>															
15																
16	<i>200 085000 Упакувальна</i>					<i>ИОТ 38</i>										
17	<i>Верстак</i>															
<b>МК</b>	Маршрутная карта															

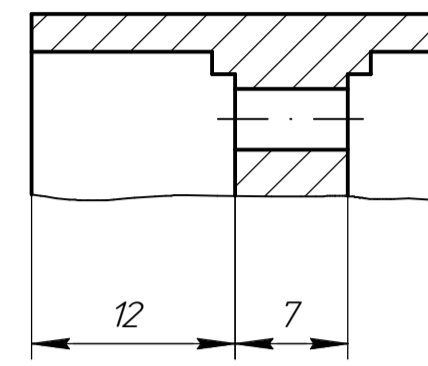


1. Відливка по групі ГОСТ 5.9397-90.
2. Точність відливки 8-0-0-9 по ГОСТ 26645-85.
3. Недказані литтєві радіуси до 2мм.
4. Стабілізувати Т7-3 ГОСТ 17535-77.
5. Недказані граничні відхилення по h12, H12.
6. Покриття Ан.Окс.Хром та різди - без покриття.
7. Інші технічні вимоги по КЯО.4.01004.

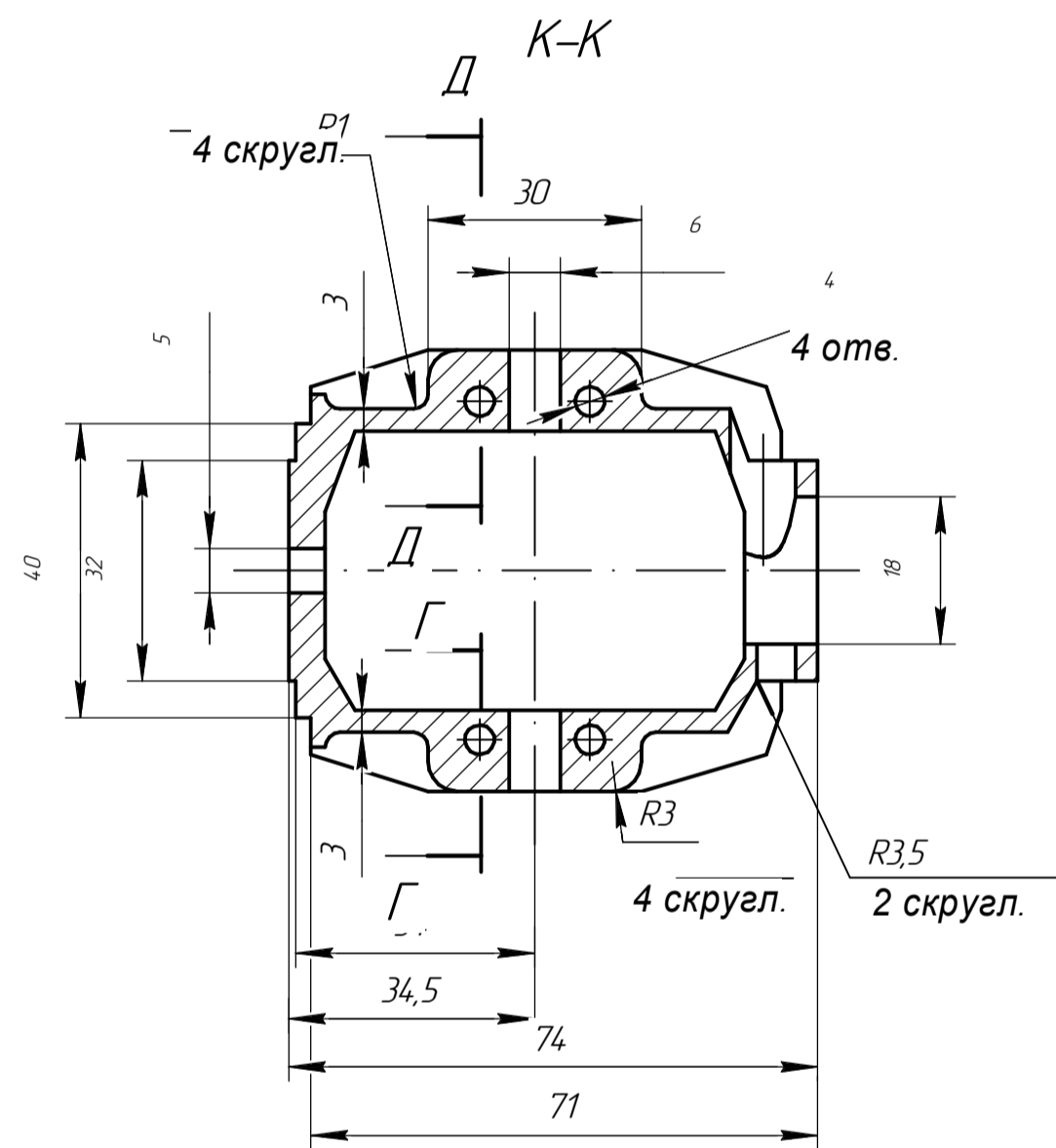
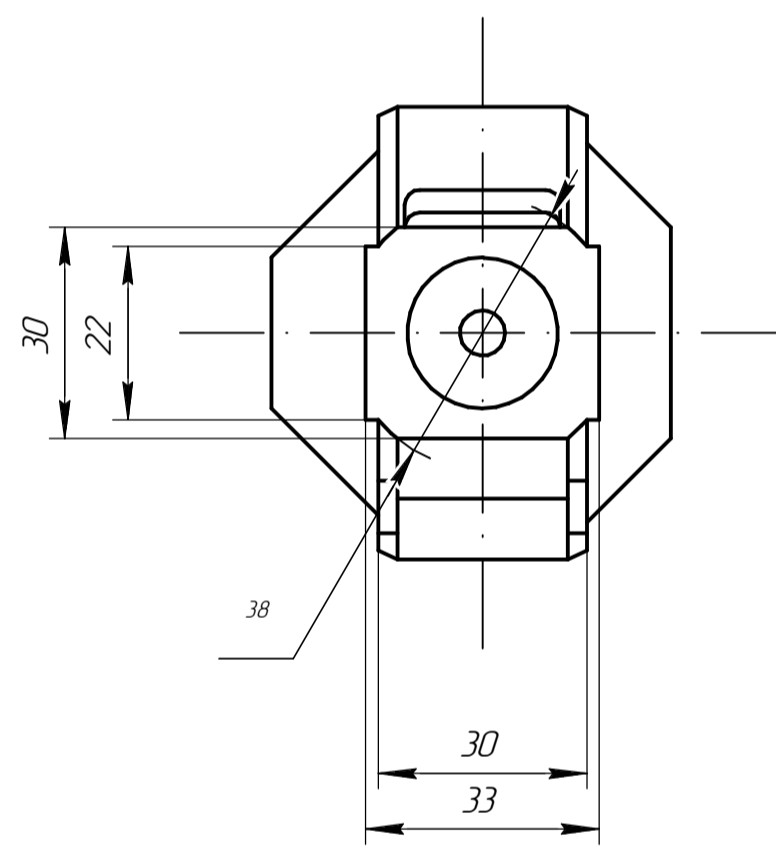
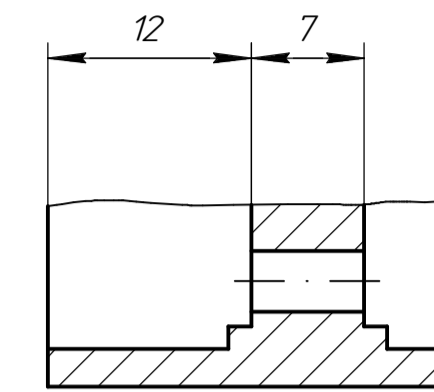
				ПБ6103.1702.001			
		Корпус зигомотора			Лист	Вага	Масштаб
Зм.	Лист	М. Джурко	ПЗН	ДЗП	У	0,085	1:1
Розроб.	Директ. М.С.			Лист	Листів 1		
Перев.	Антонів В.С.			"КП"			
Інженер					Ім. Ігоря Сікорського		
Начальн.					Склад АК74		
Зав.					ДСТУ 2839-94		
				Формат А1			



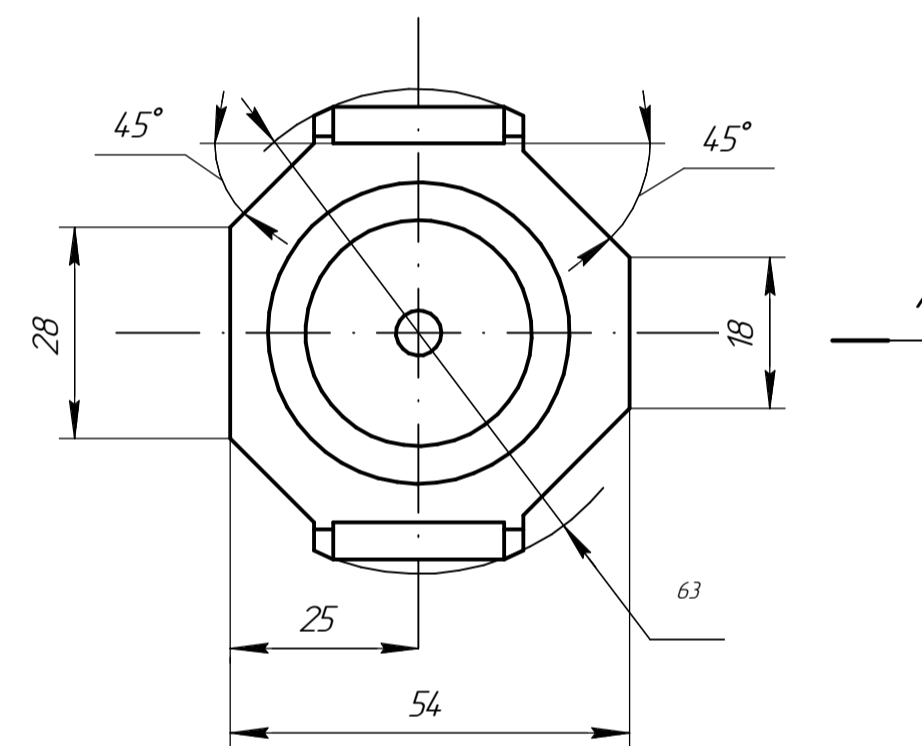
Д-Д (2:1)



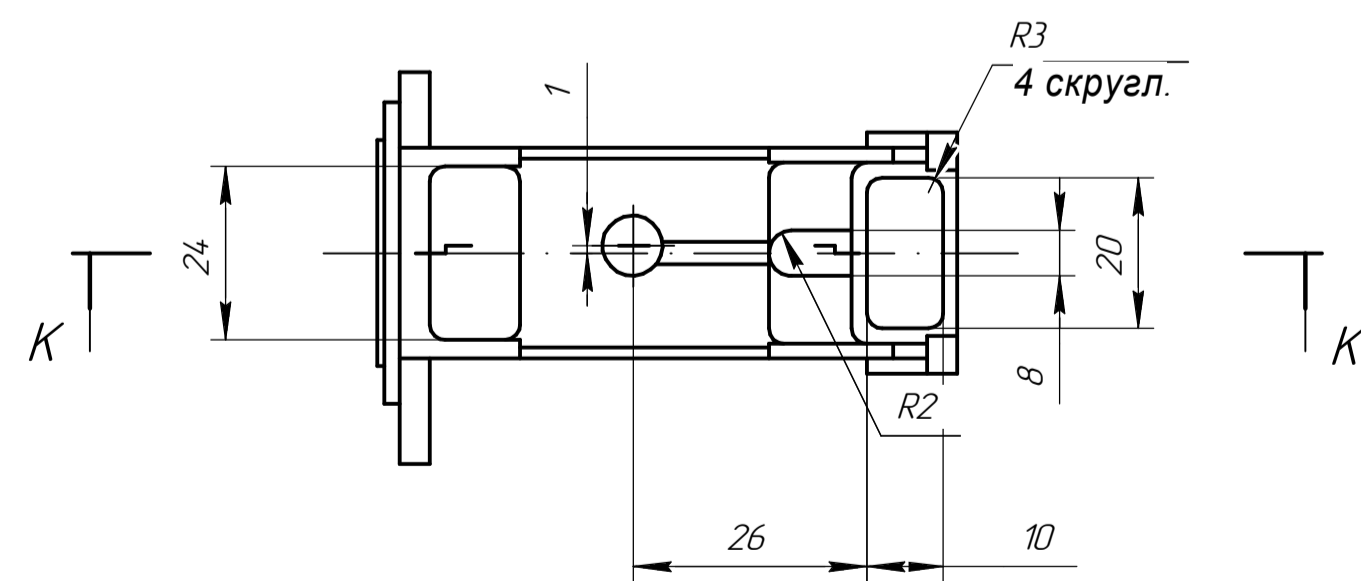
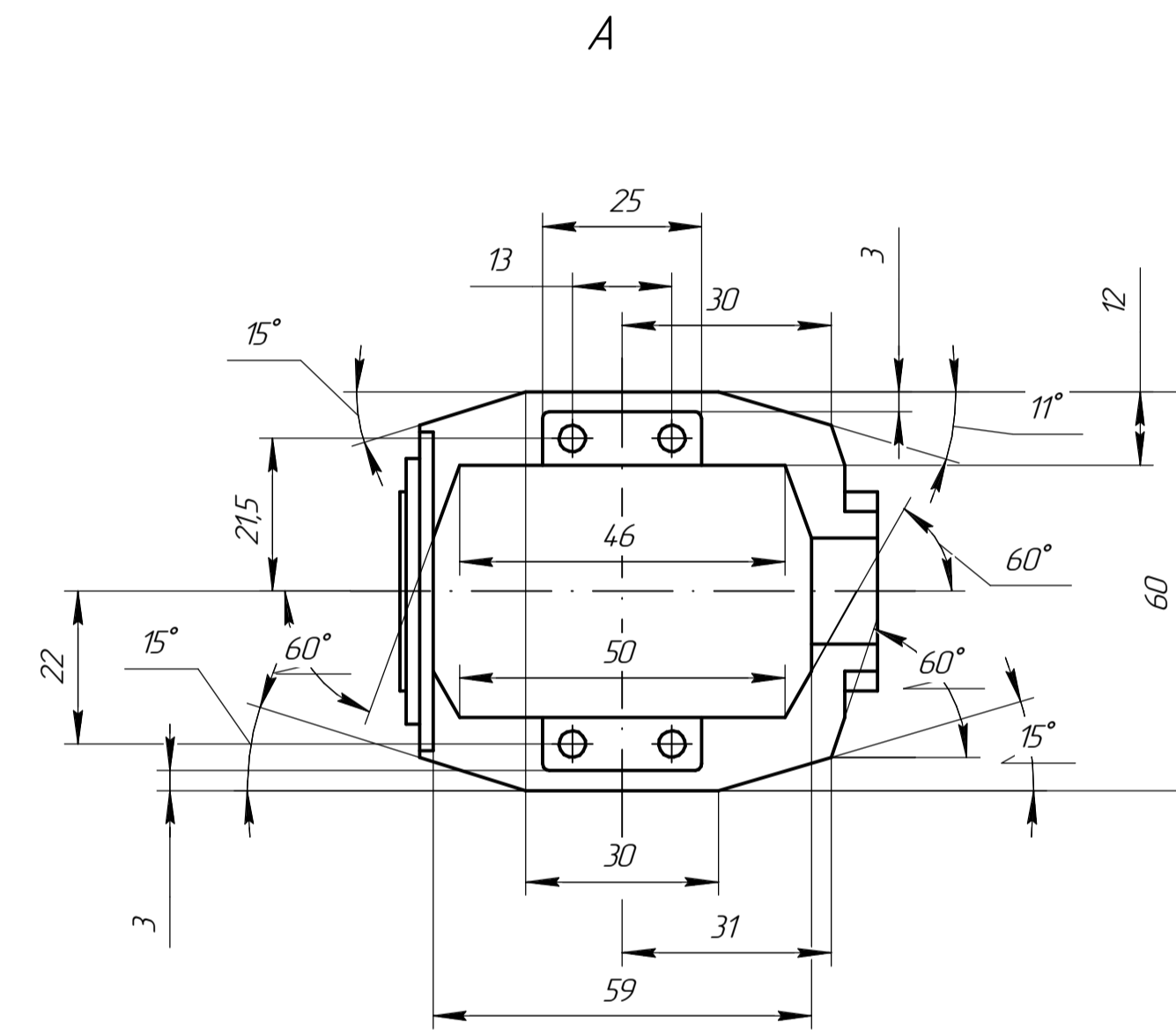
Г-Г (2:1)



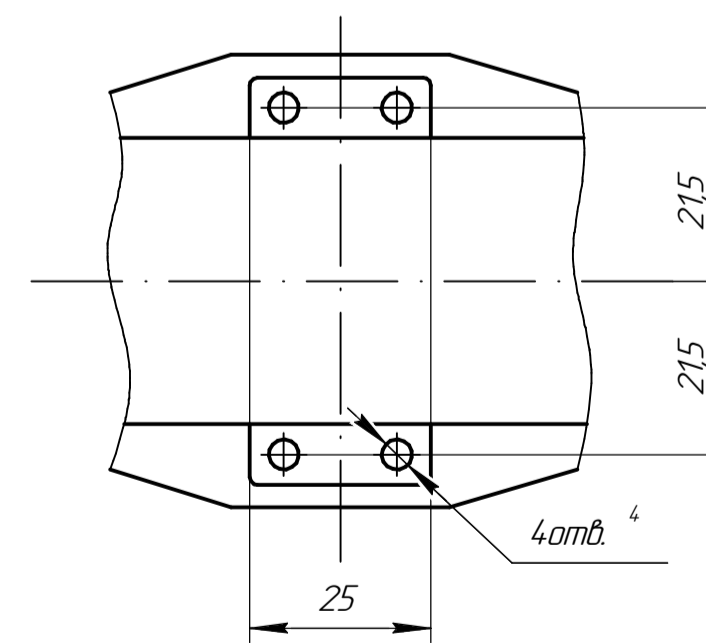
Б



А

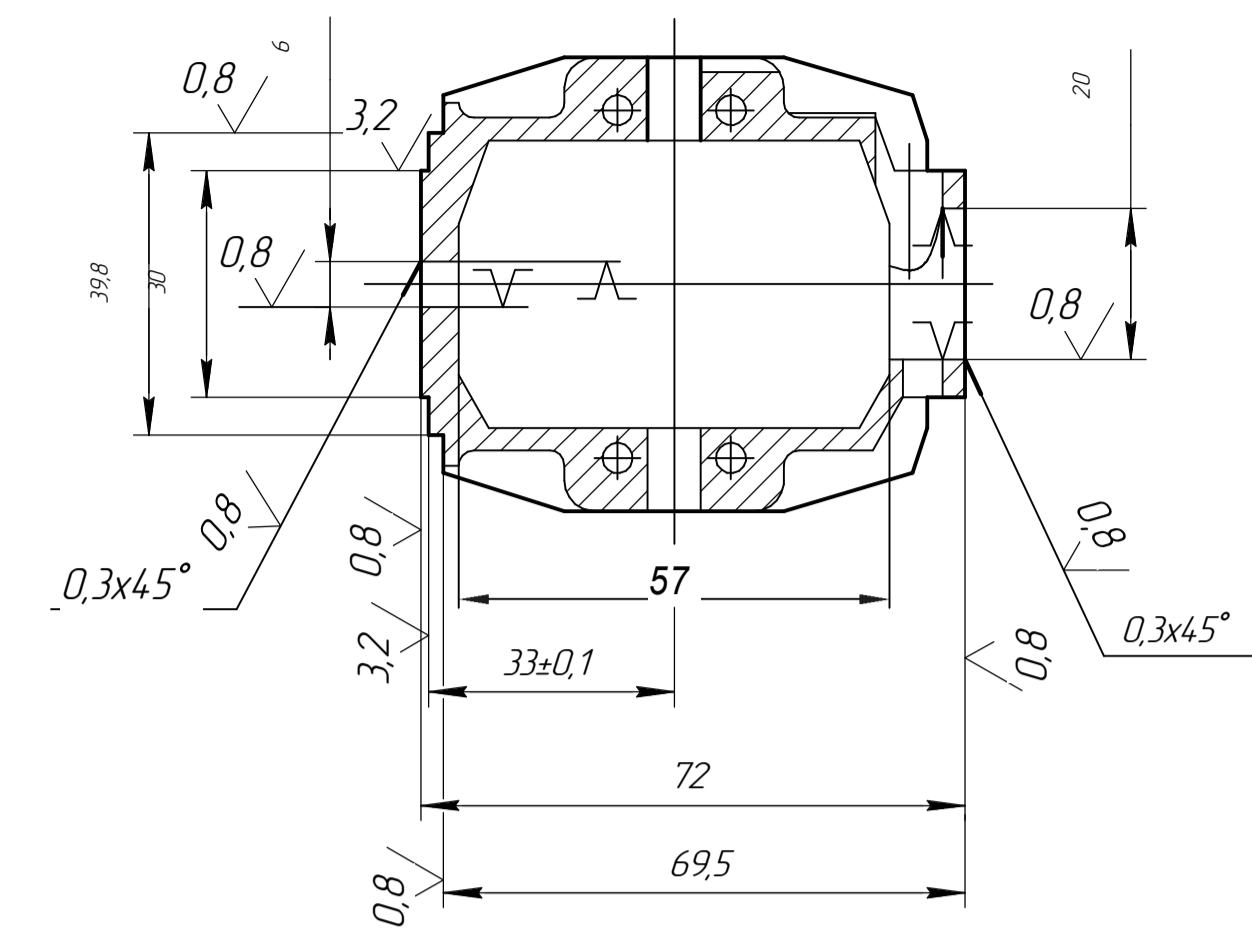
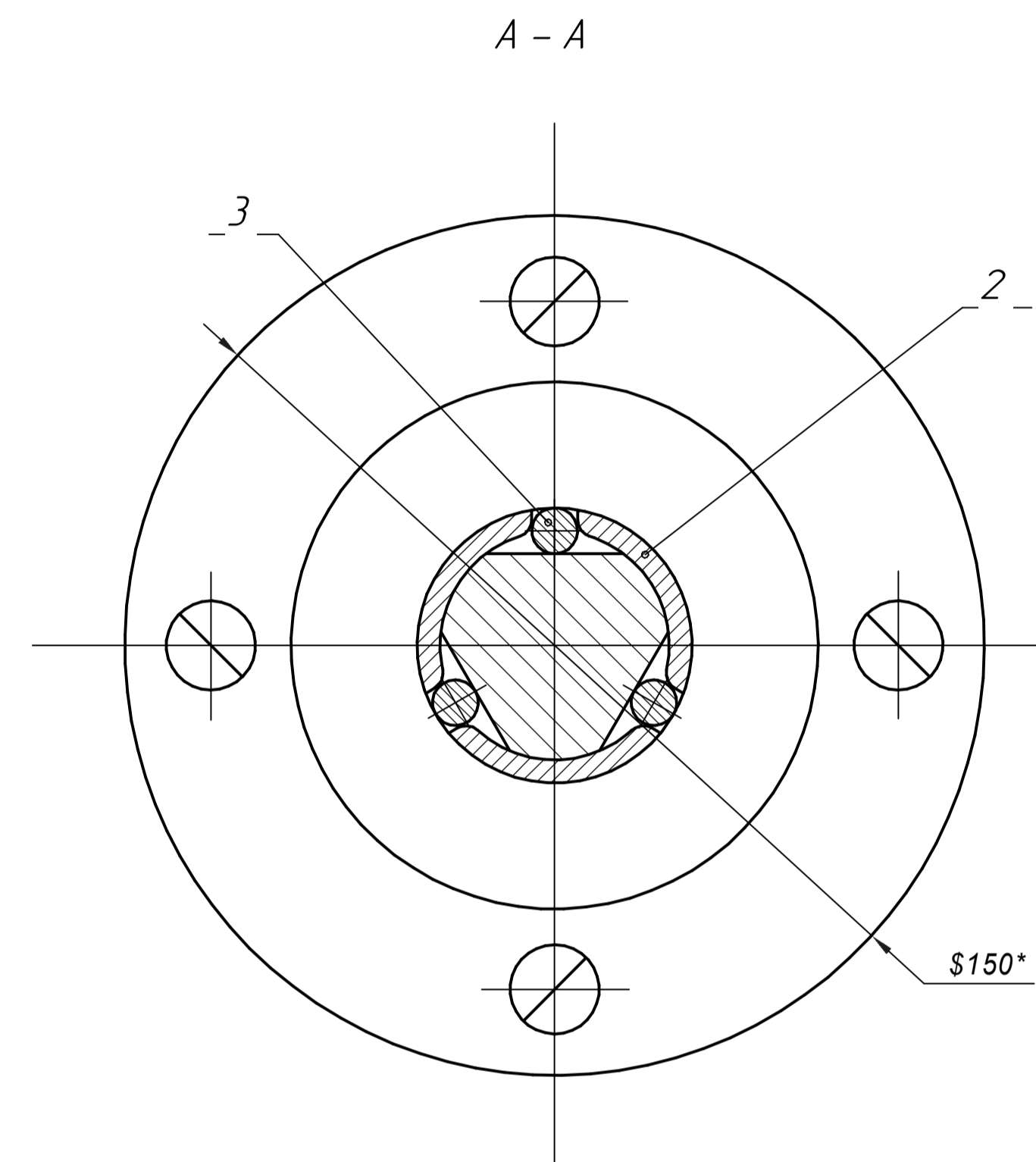
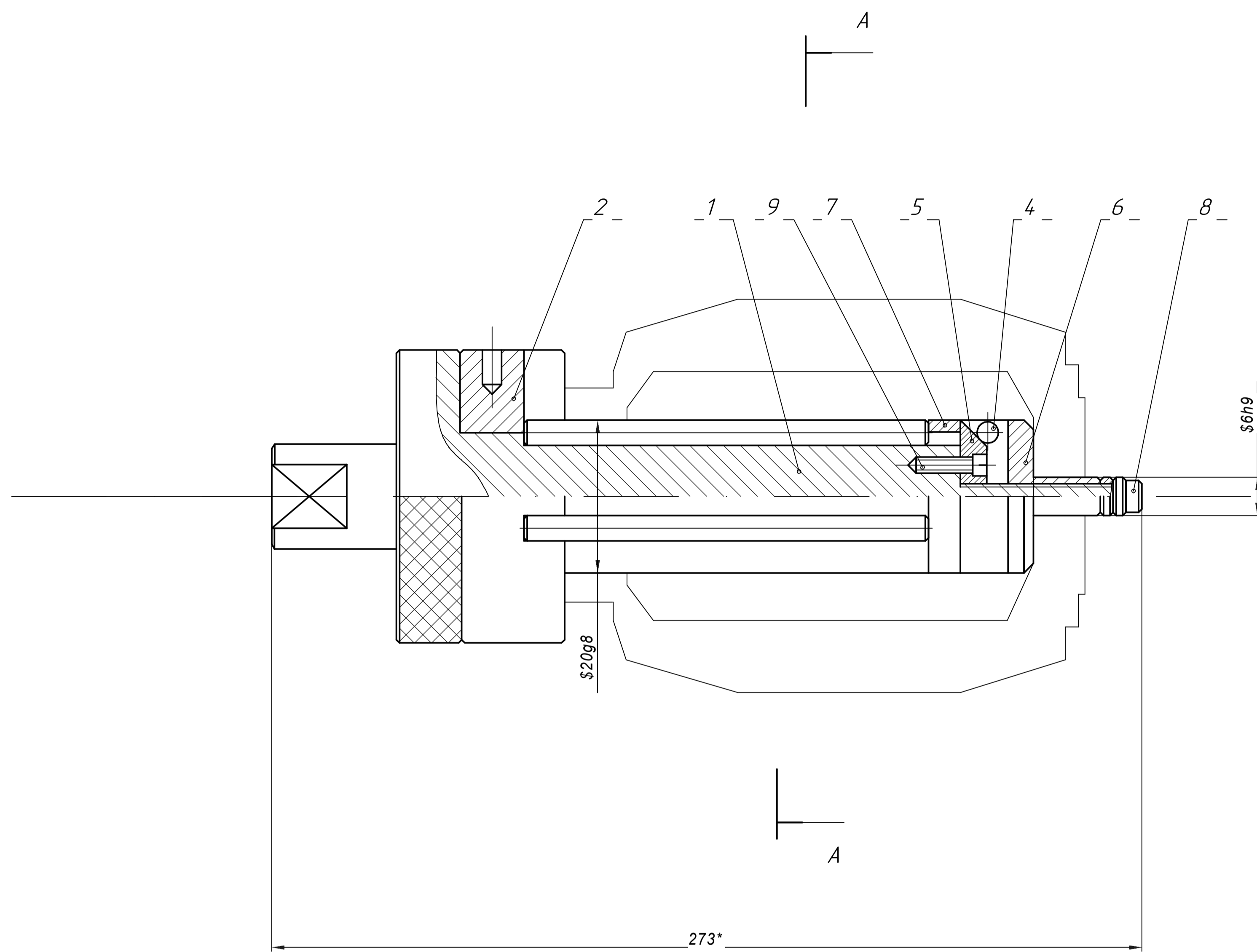


Б



1. Відлібка по групі ГОСТ 5.9397-90.
2. Точність відлібки 8-0-0-9 по ГОСТ 26645-85.
3. Неказані литтєві радіуси до 2мм.
4. Неказані граничні відхилення по h12, H12.
5. Інші технічні вимоги по КЯО.401.004.

				ПБ6103.1702.002				
Знак	Лист	М. Директор	Підп.	Дата	<b>Заготовка</b>	Лит.	Вага	Масштаб
Розроб	Директор МС	Листів	Листів	Листів		У	0,12	1:1
Перев.	Автори ВС					Лист	Листів 1	
Голов.							"КП"	
Начальн.					Склад АК7		Ім. Ігоря Сікорського	
Зав.					ЛСТУ 2839-94		Формат А1	

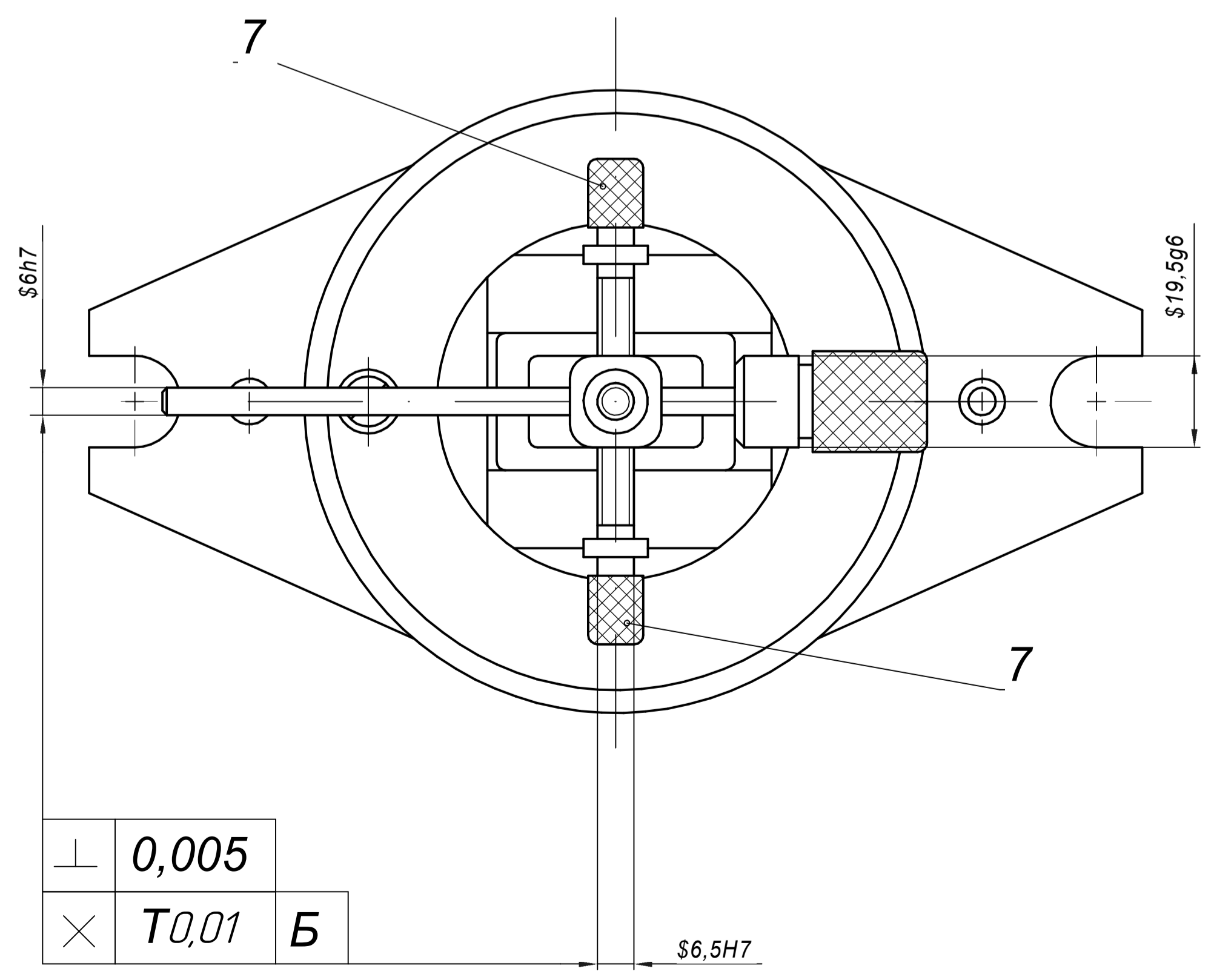
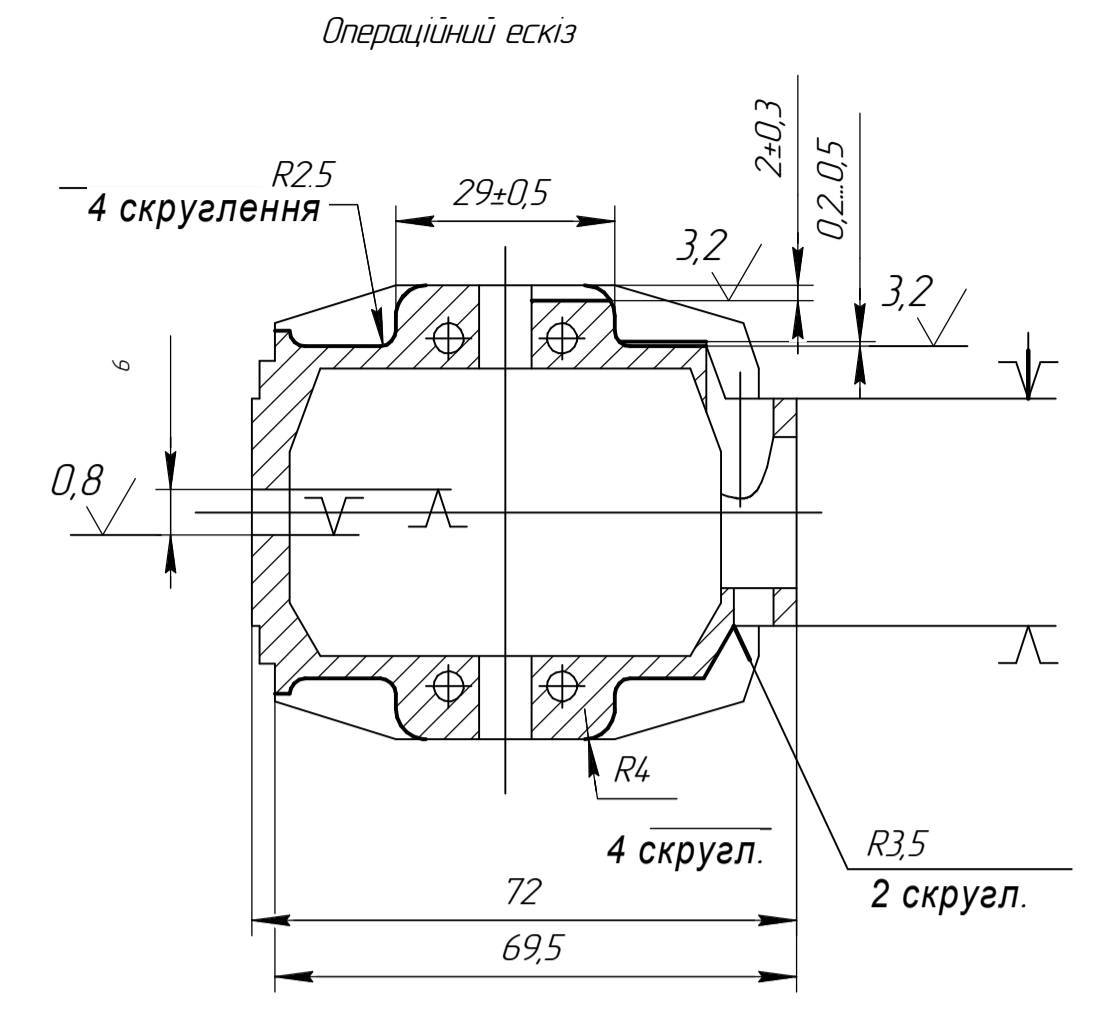
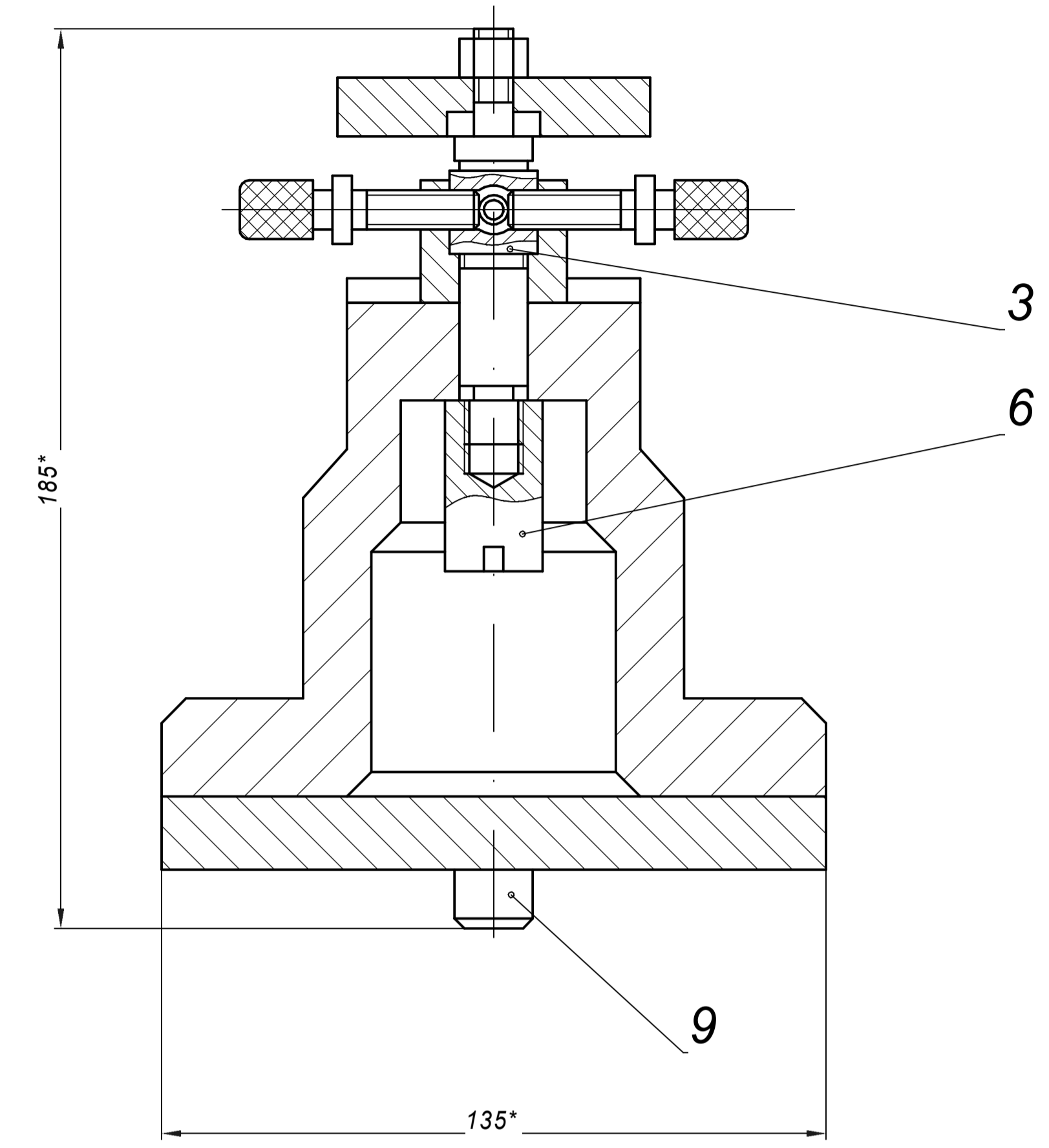
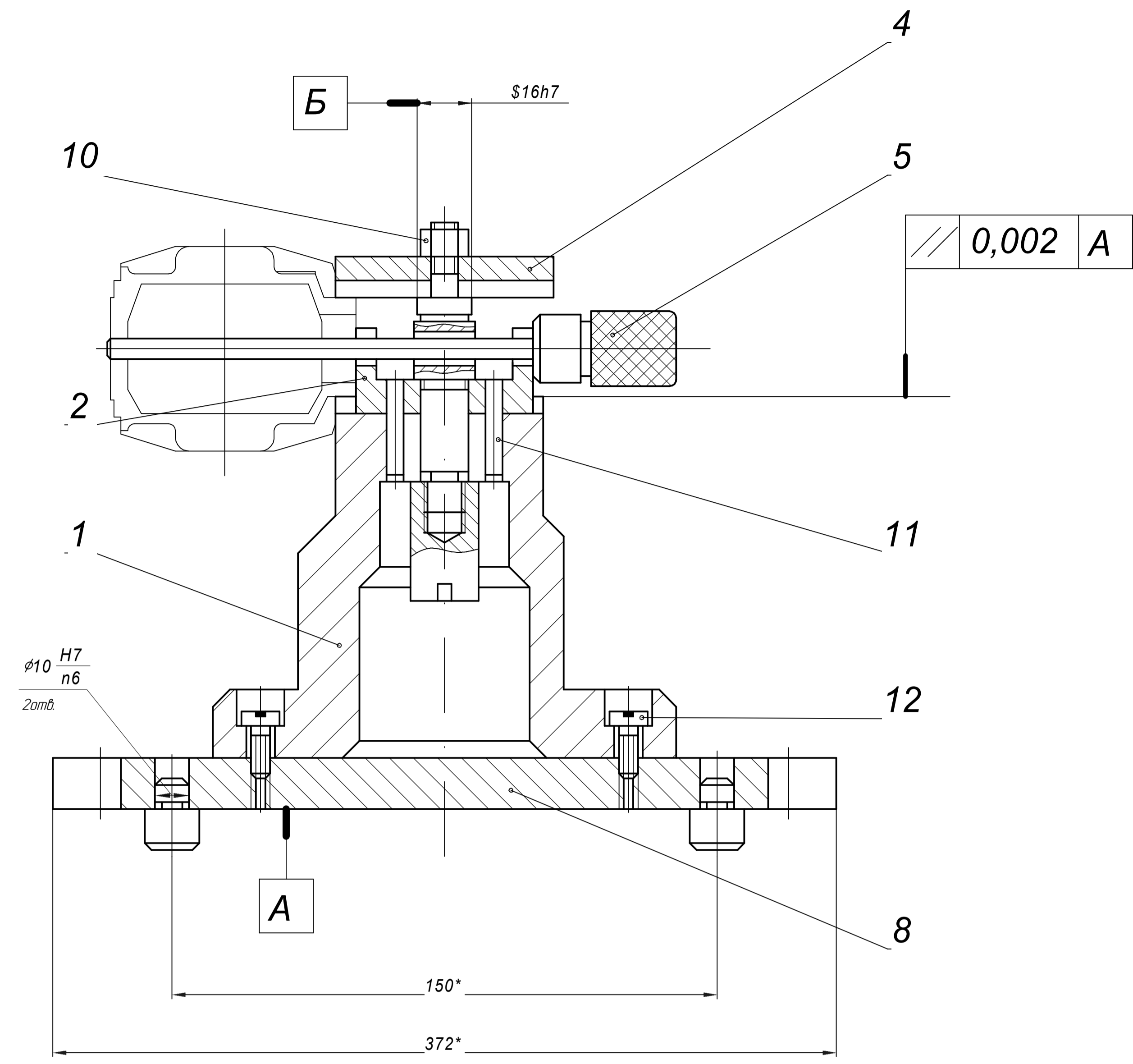


\*Розміри для довідок.

1. При складанні забезпечити плавний хід рухомих частин.
2. При складанні рухоми поверхні виробу змастити мастилом ОКБ-122-7-5 ГОСТ 17179-72.
3. Налаштувати опрацювання весті по еталонній деталі.
4. Провести динамічне балансування пристосування при частоті обертів 3000 об/хв.
5. Періодичність огляду після обробки кожної партії.
6. Періодичність ремонту після одного року експлуатації.
7. Маркувати конструкцію згідно заводського номеру, вказавши номер в місці маркування.
8. Зберігати та транспортувати в спеціальній тарі.

					ЛБ6103.1702.003СК			
Змін	Лист	№Змін	Підп.	Дата	Опрацювання (складальне креслення)	Лит	Вага	Масштаб
Розроб.	Дружів МС							2:1
Перев.	Антонов ВС					Архив	Архив	
Начальн.	Зубів							

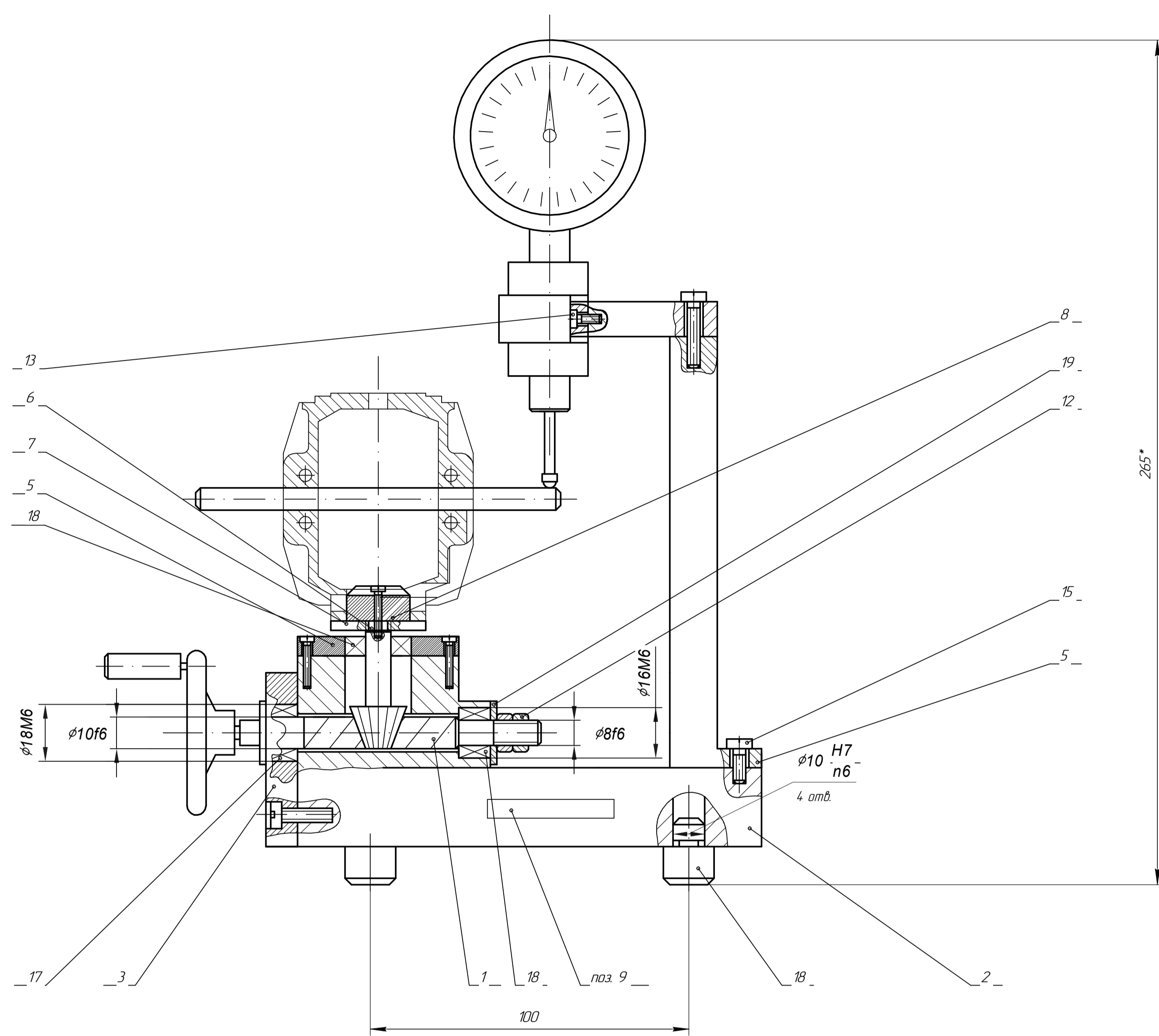




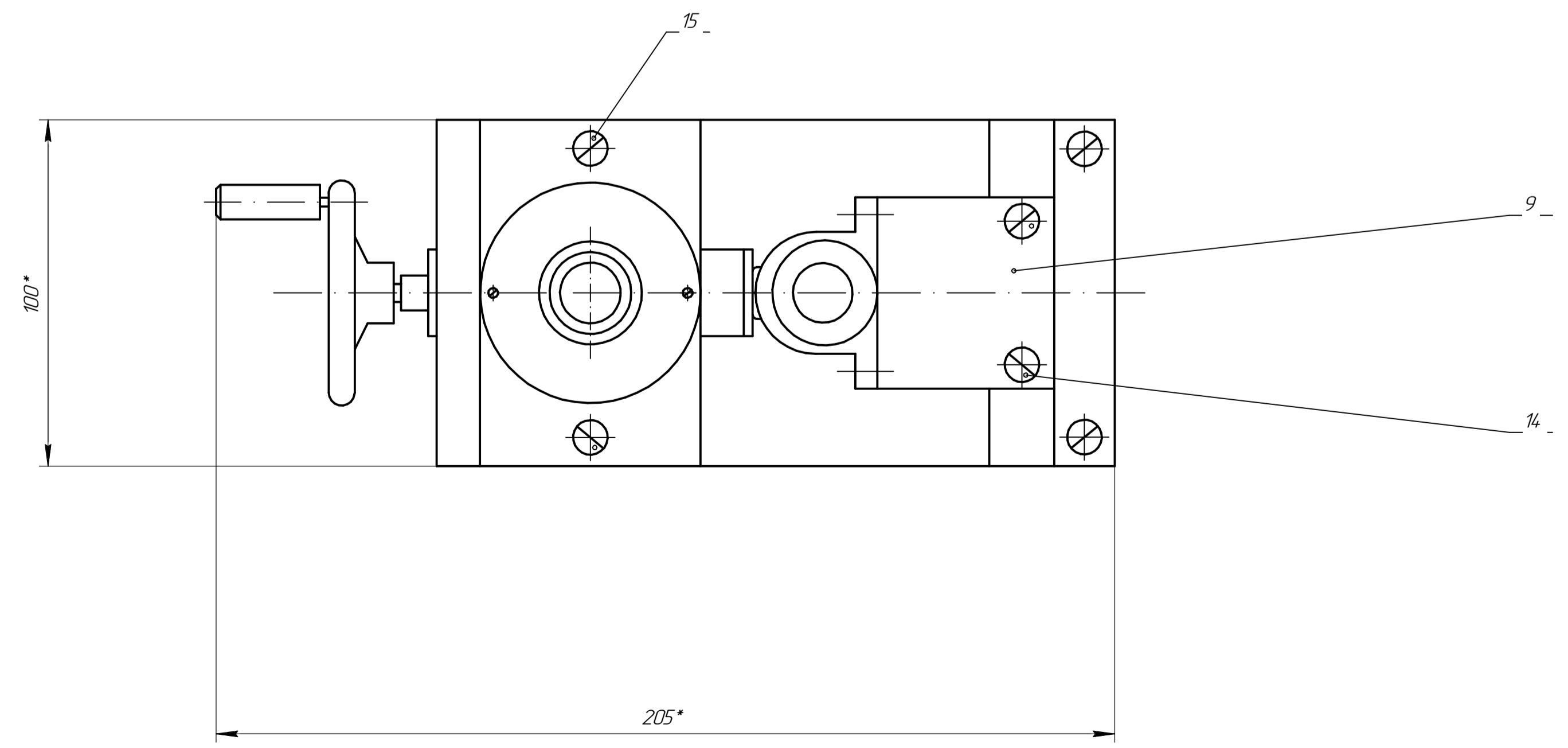
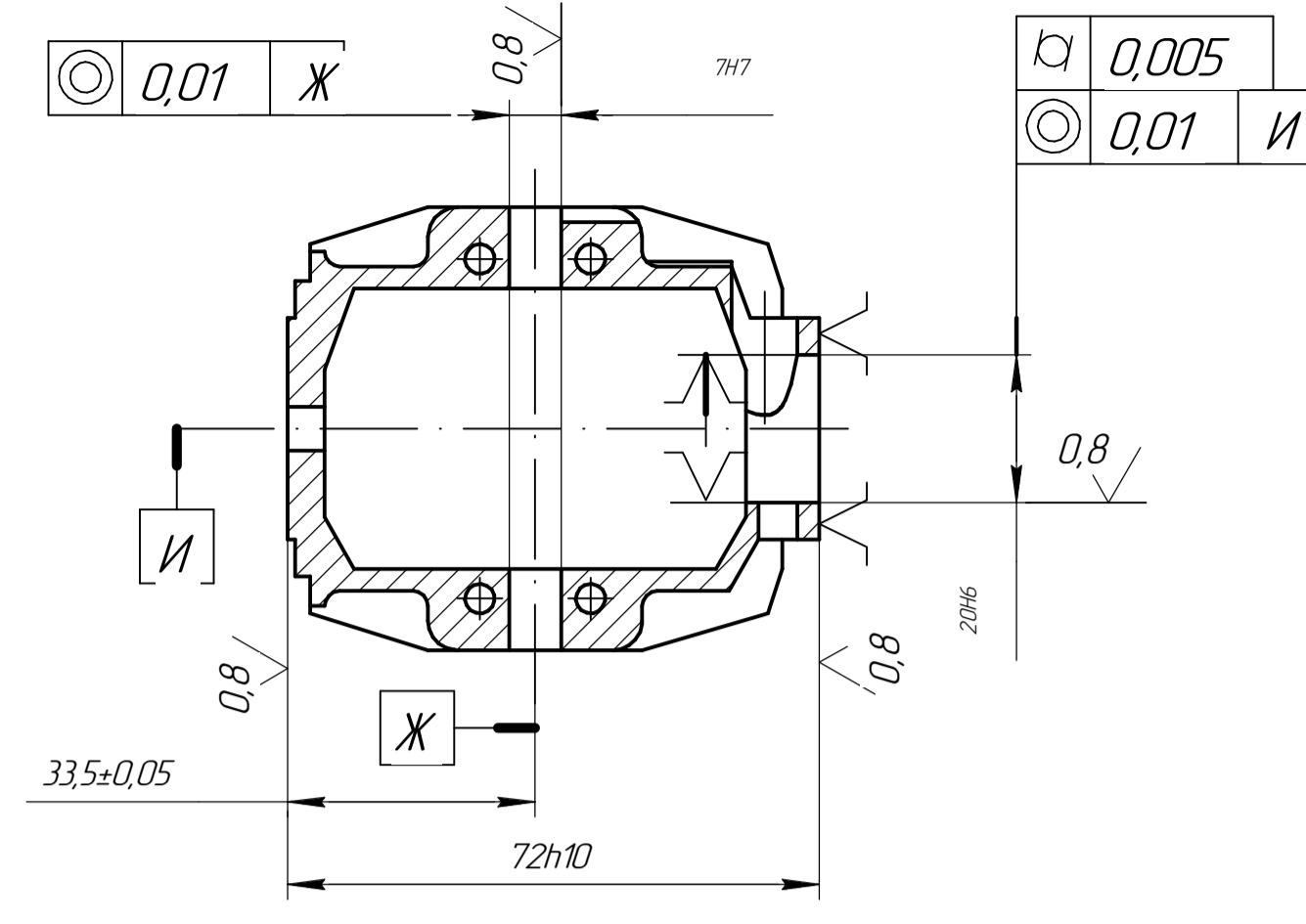
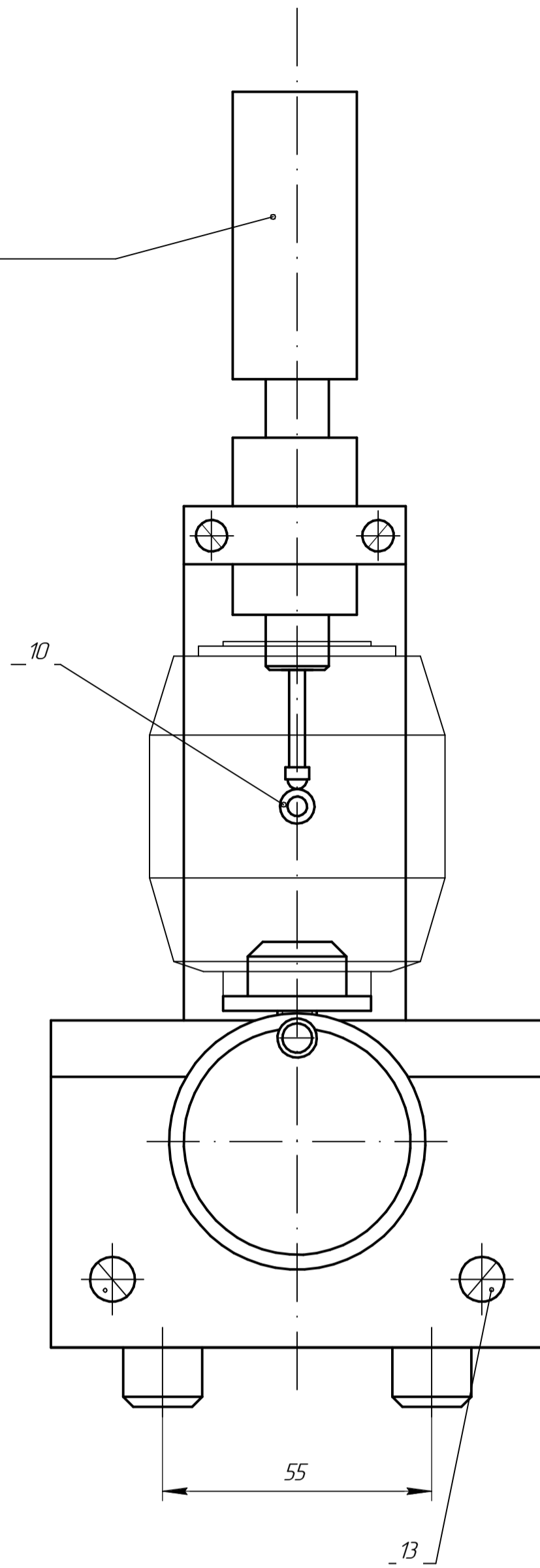
- \*Размери для довідок.*
1. При складанні забезпечити плавний хід рухомих частин.
  2. При складанні рухоми поверхні виробу змастити мастилом ОКБ-122-7-5 ГОСТ 17179-72.
  3. Налаштувати пристосування весті по еталонній деталі.
  4. На виді згори деталі поз.4, 11 умовно не показані.
  5. Періодичність огляду після обробки кожної партії.
  6. Періодичність ремонту після одного року експлуатації.
  7. Маркувати конструкцію згідно заводського номеру, вказавши номер на деталі поз.8.
  8. Зберігати та транспортувати в спеціальній тарі.

⊥	0,005	
×	T0,01	Б

				ПБ6103.1702.004СК			
Зам.	Лист	№Зам.	Підп.	Лист	Лит	Веса	Масит
Розроб.	Ілляш МС.						11
Перев.	Антонен ВС.						
Технік					Аржис	Аржис	
Начальн.							
Зам.							

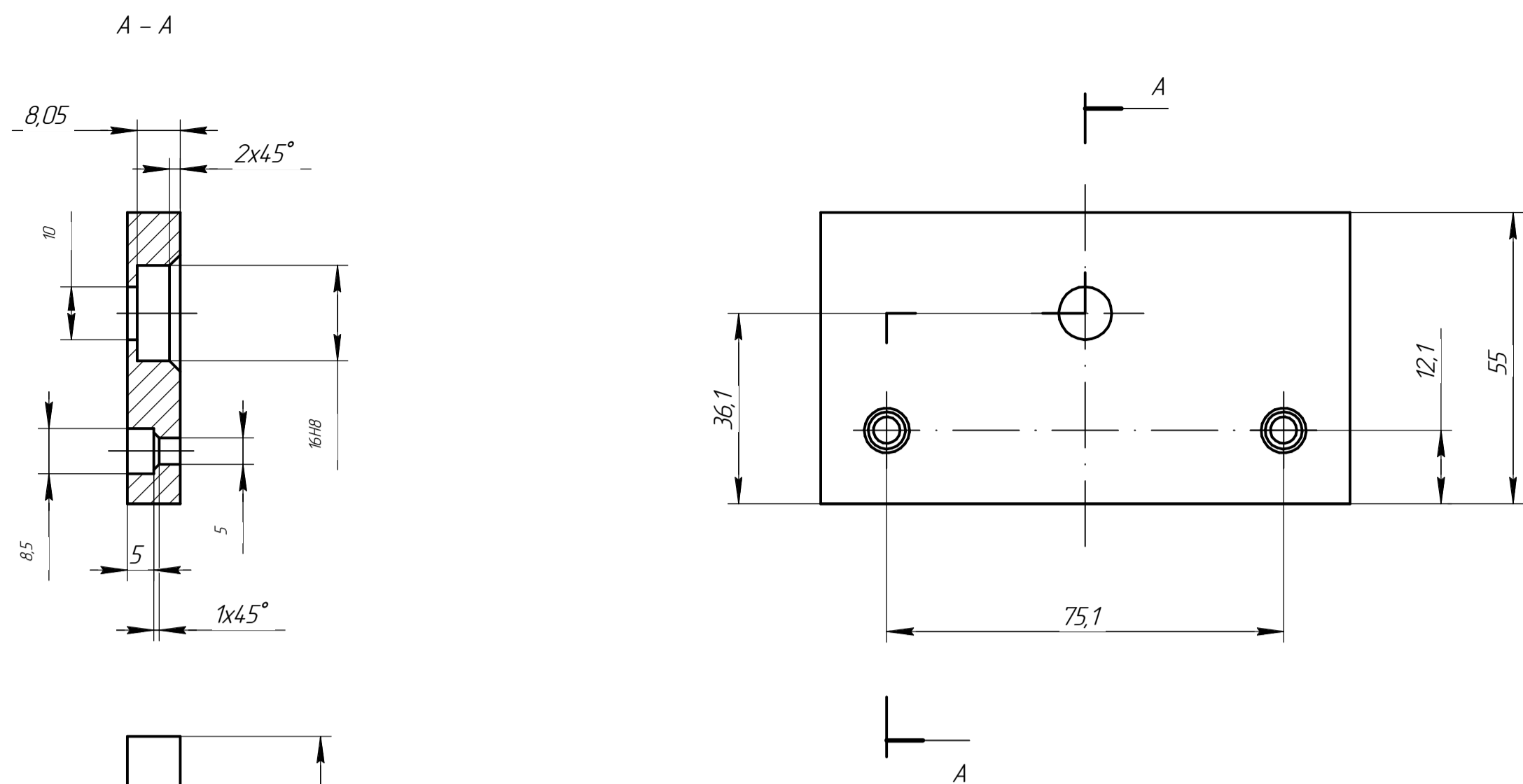


Індикатор ІІ-1 ГОСТ 1733-88



- \*Розміри для довідок.
- Кулькові підшипники змастити мастилом ОКБ-122-7-5 ГОСТ 17179-72. Доза мастила у кожний підшипник 15-20мг.
  - Перед встановкою в сборку кулькових підшипників розмагнітити. Допустима остатня намагніченість не більше 0,3ε.
  - При запрессуванні кулькових підшипників перекося не допустимі.
  - При складанні забезпечити плавний хід рухомих частин.
  - При складанні рухоми поверхні виробу змастити мастилом ОКБ-122-7-5 ГОСТ 17179-72.
  - Наладку пристосування вести по еталонній деталі.
  - Періодичність огляду після контролю кожної партії.
  - Періодичність ремонту після одного року експлуатації.
  - Маркірувати конструкцію згідно заводського номеру, вказавши номер в місці маркірування.
  - Зберігати та транспортувати в спеціальній тарі.
  - На виді згари індикатор поз.2 умовно не показано.

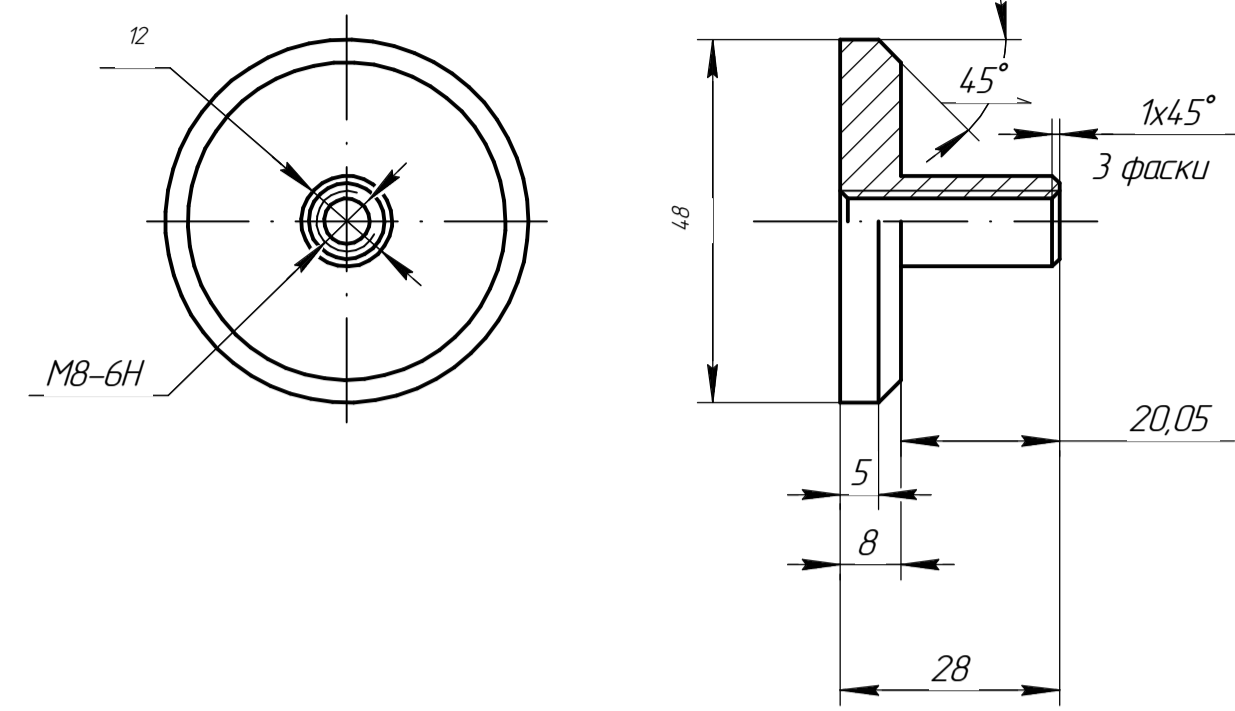
					ПБ6.103.1702.005СК			
Зм.	Лист	№ докум.	Лист	Вид	Пристосування контрольне (складальне креслення)	Лит.	Вага	Масив
Розроб.	Дружів МС.							11
Лектор	Антонів ВС.					Лист	Листів 1	
Інженер								
Затв.								



Ra3,2

- 1. Вільні розміри H12, h12
- 2. Гострі краї притупити.
- 3. Невказані радіуси скруглення R0,1 мм.
- 4. Інші технічні вимоги по ДСТУ 7809:2015.

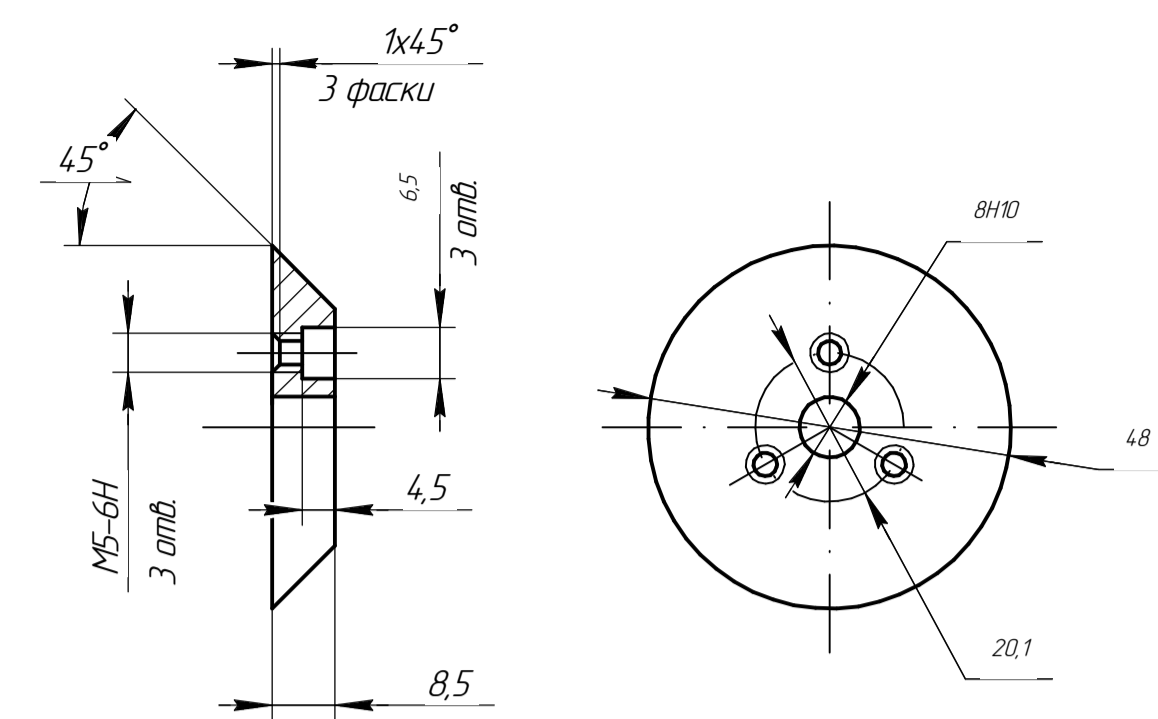
				ПБ6103.1702.005.04			
Зам.	Лист	№ Вокум.	Підп.	Дата	Лит.	Вага	Масшт.
Розроб.	Друків МС				Стінка		1:1
Перев.	Антох ВС				Лист	Листів	
Т.контр.					Сталь 45		"КП"
Н.контр.					ДСТУ 7809:2015		ім. Ігоря Сікарського
Затв.							Формат А3



Ra3,2

- 1. Гострі краї притупити.
- 2. HRC 34...38.
- 3. Покриття Хімакс.

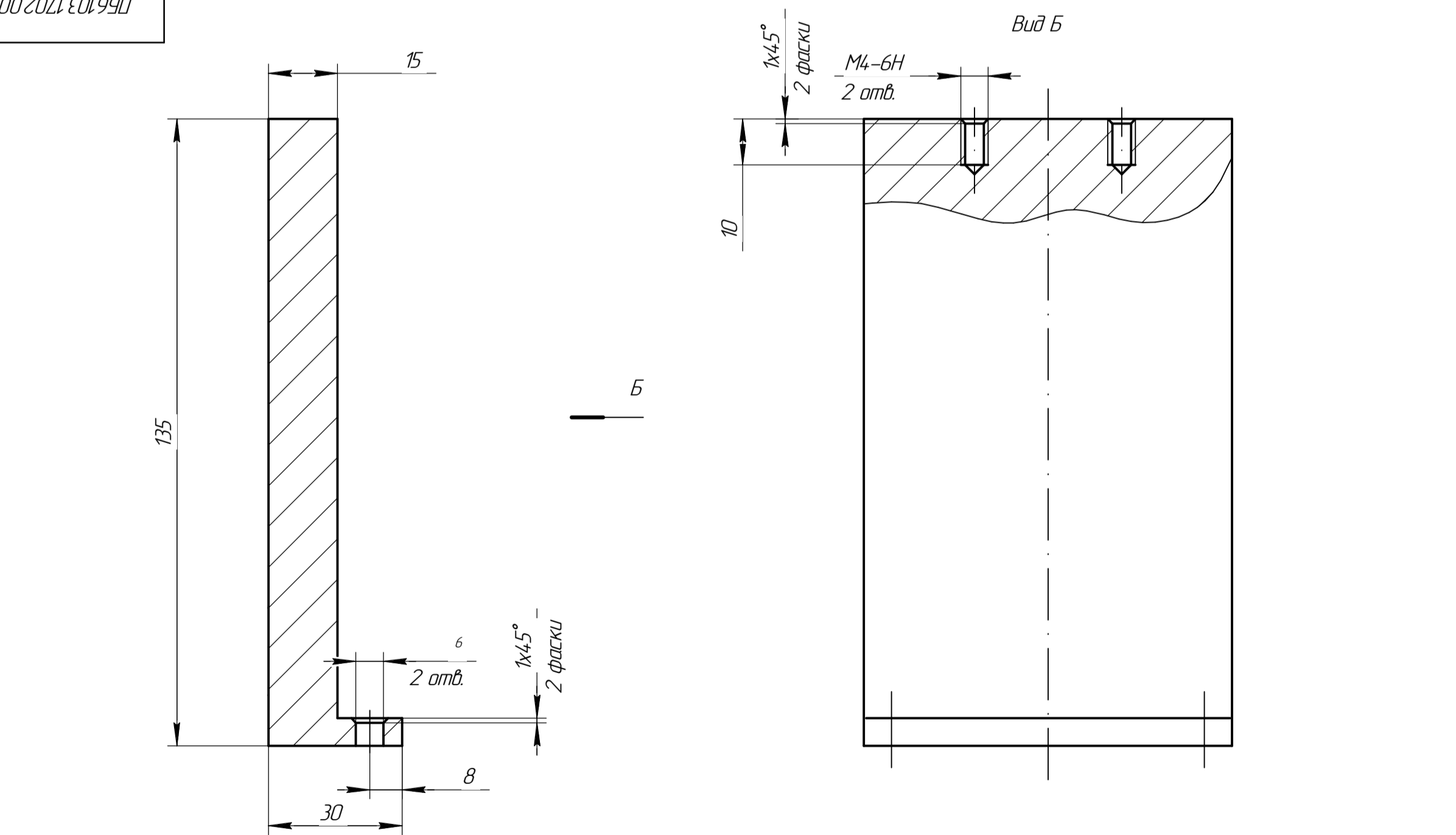
				ПБ6103.1702.003.06			
Зам.	Лист	№ Вокум.	Підп.	Дата	Лит.	Вага	Масшт.
Розроб.	Друків МС				Гайка		1:1
Перев.	Антох ВС				Аркуш	Аркуше	
Т.контр.					Сталь 45		"КП"
Н.контр.					ДСТУ 7809:2015		ім. Ігоря Сікарського
Затв.							



Ra3,2

- 1. H12, h12 ± IT12/2
- 2. Гострі краї притупити.
- 3. Покриття Хімакс.

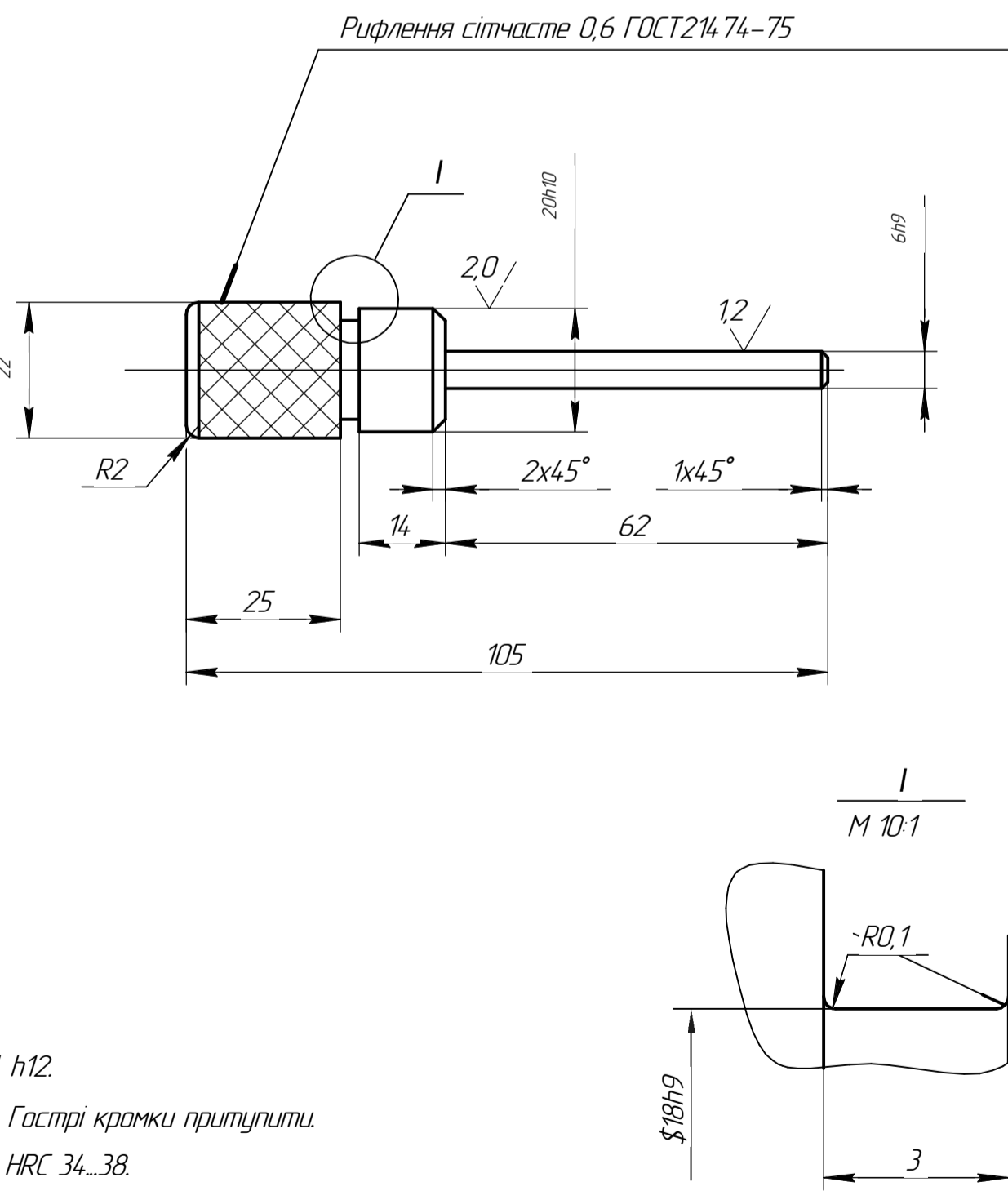
				ПБ6103.1702.003.05			
Зам.	Лист	№ Вокум.	Підп.	Дата	Лит.	Вага	Масшт.
Розроб.	Друків МС				Шайба		1:1
Перев.	Антох ВС				Аркуш	Аркуше	
Т.контр.					Сталь 45		"КП"
Н.контр.					ДСТУ 7809:2015		ім. Ігоря Сікарського
Затв.							



Ra3,2

- 1. H12, h12 ± IT12/2
- 2. Гострі краї притупити.
- 3. Покриття Хімакс.

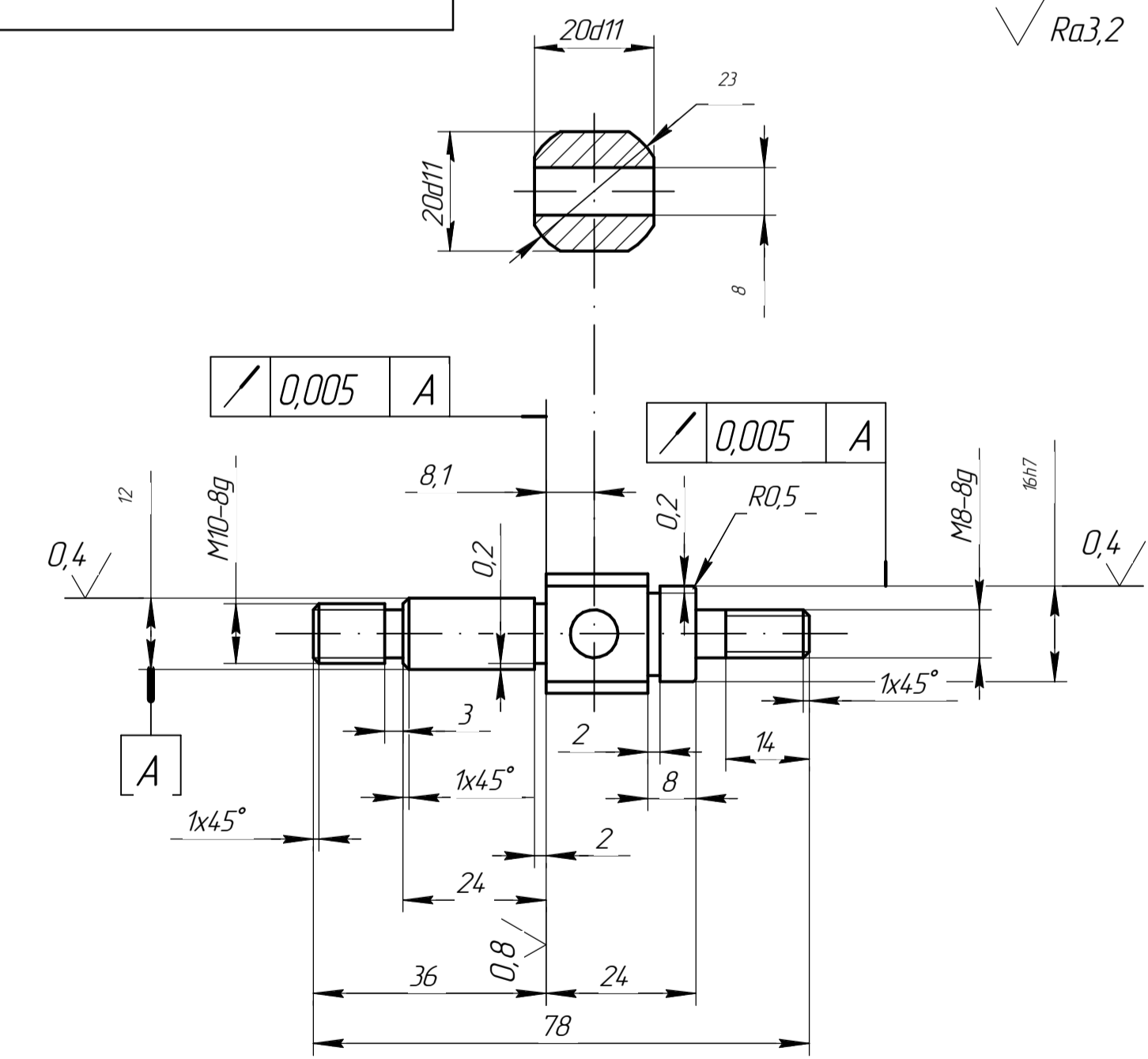
				ПБ6103.1702.005.05			
Зам.	Лист	№ Вокум.	Підп.	Дата	Лит.	Вага	Масшт.
Розроб.	Друків МС				Стінка		1:1
Перев.	Антох ВС				Аркуш	Аркуше	
Т.контр.					Сталь 20 ДСТУ 7809:2015		"КП"
Н.контр.							ім. Ігоря Сікарського
Затв.							



Ra3,2

- 1. h12
- 2. Гострі краї притупити.
- 3. HRC 34...38.
- 4. Покриття Хімакс.

				ПБ6103.1702.004.05			
Зам.	Лист	№ Вокум.	Підп.	Дата	Лит.	Вага	Масшт.
Розроб.	Друків МС				Фіксатор		1:1
Перев.	Антох ВС				Аркуш	Аркуше	
Т.контр.					Сталь 45		"КП"
Н.контр.					ДСТУ 7809:2015		ім. Ігоря Сікарського
Затв.							

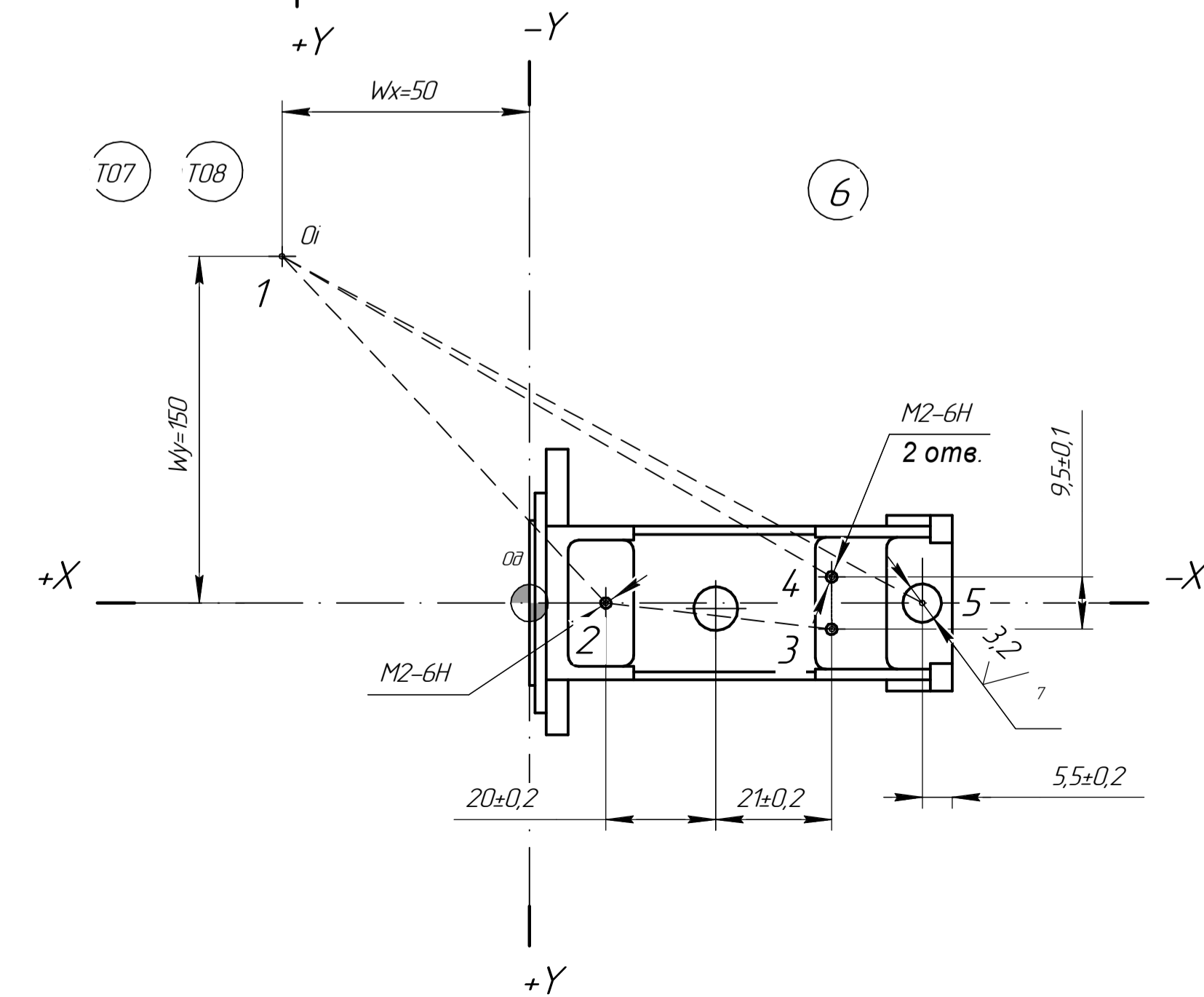
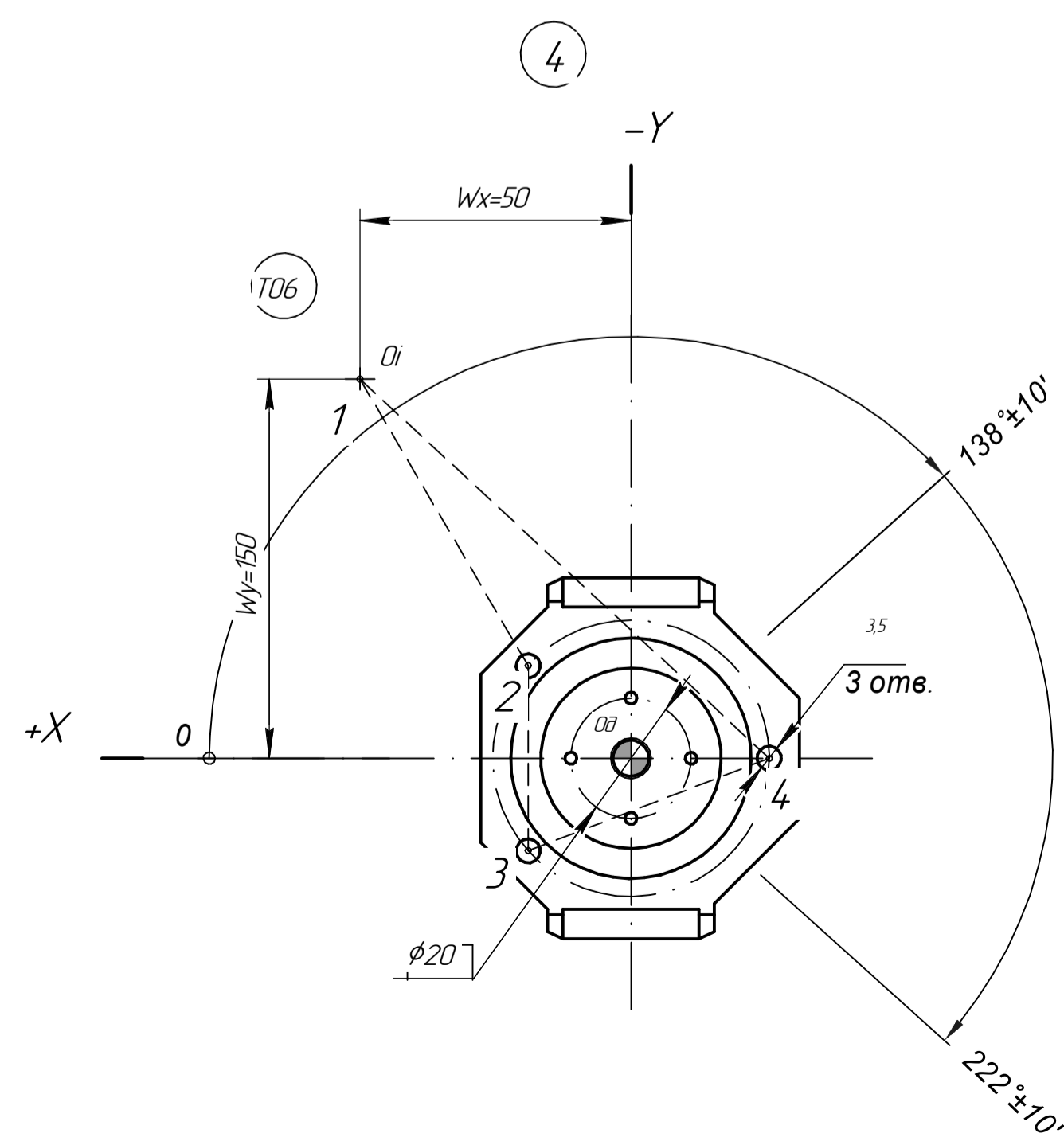
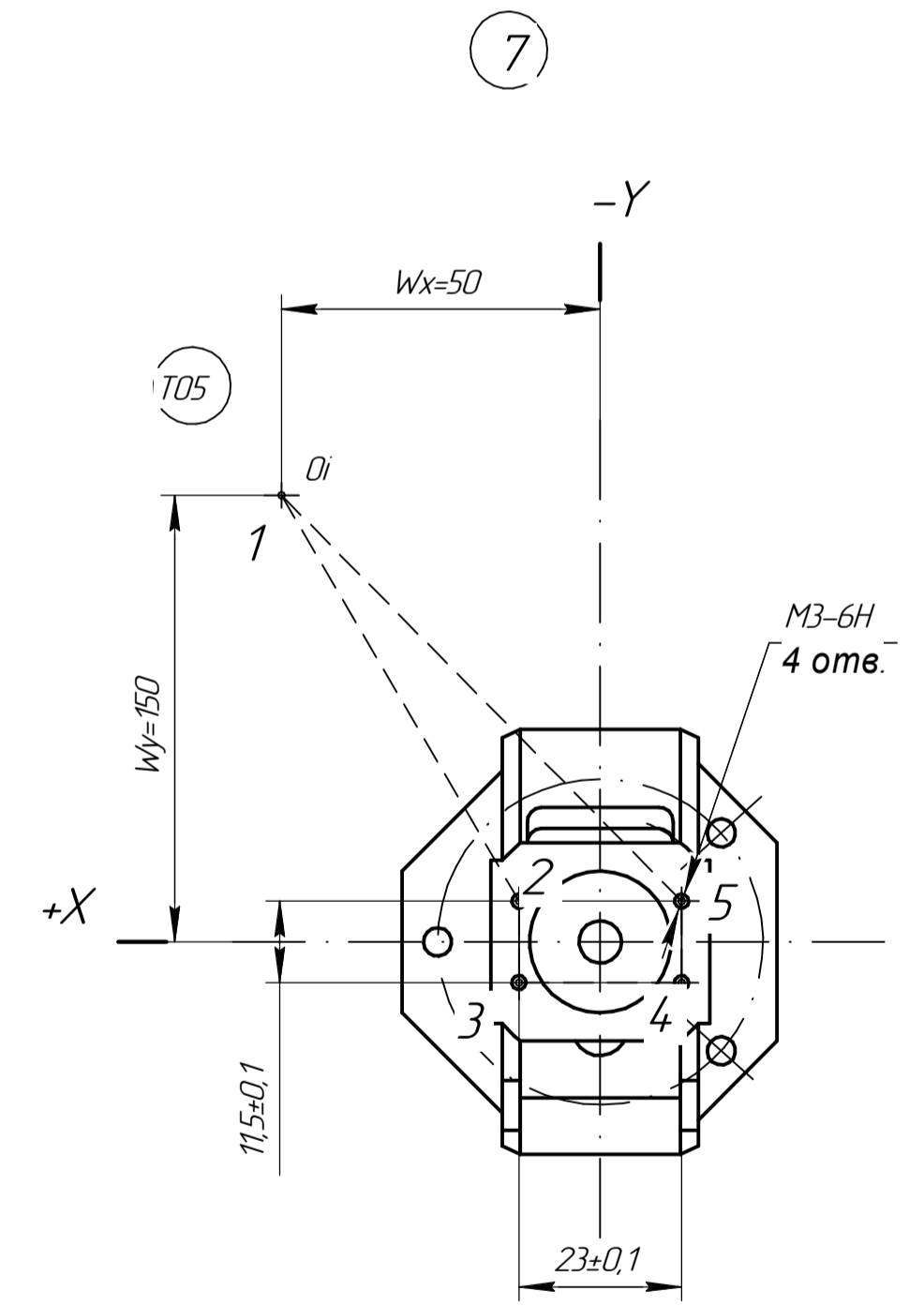
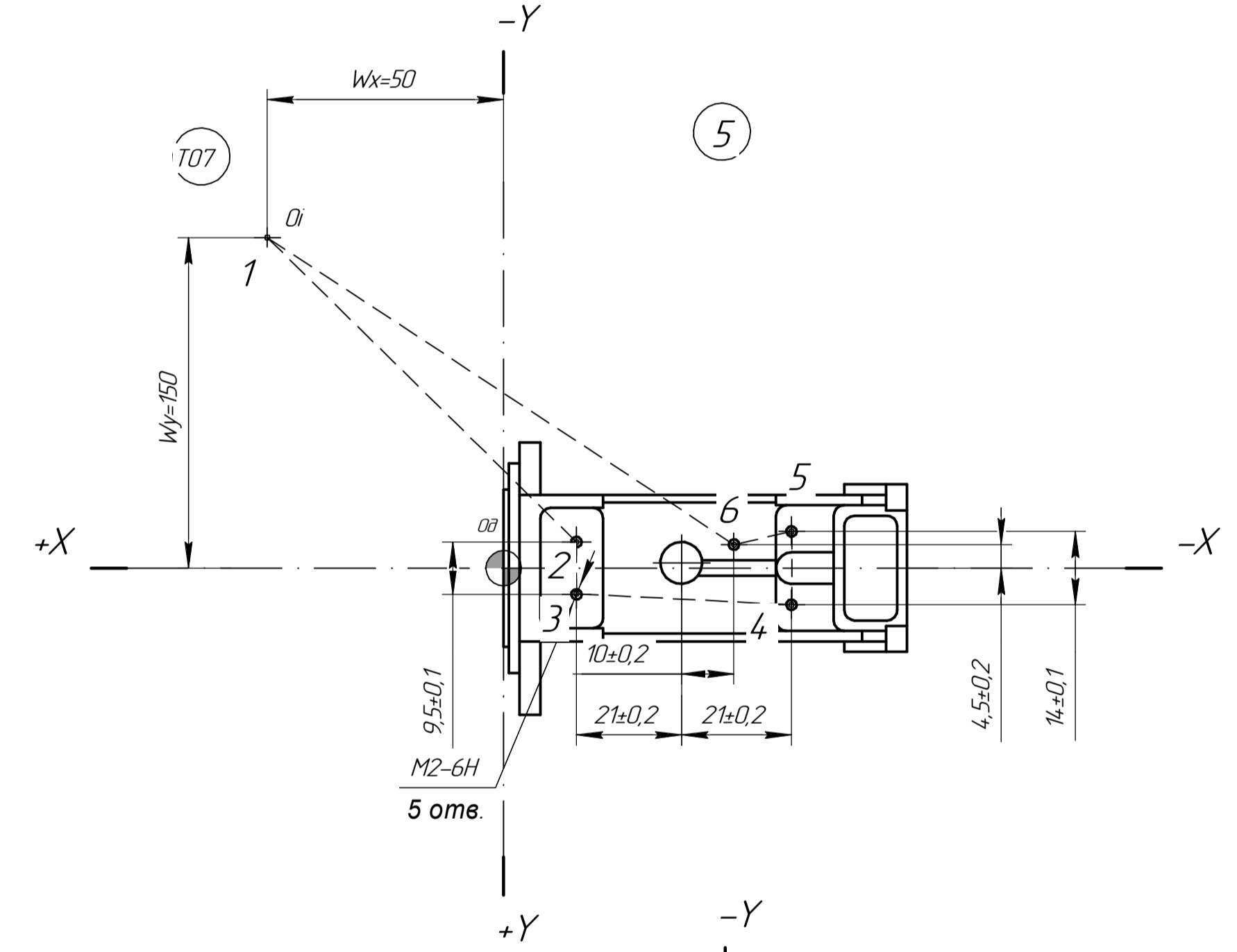
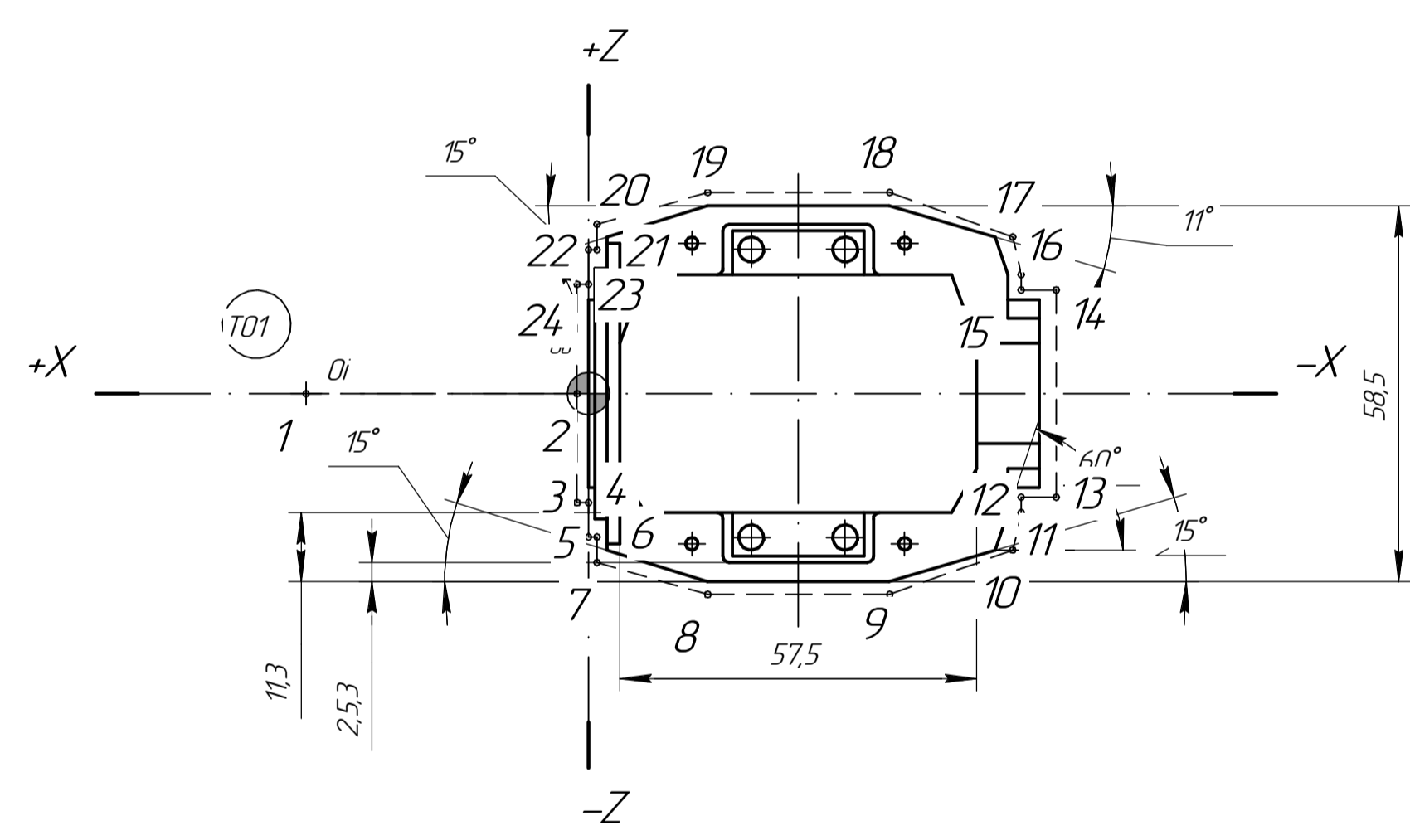
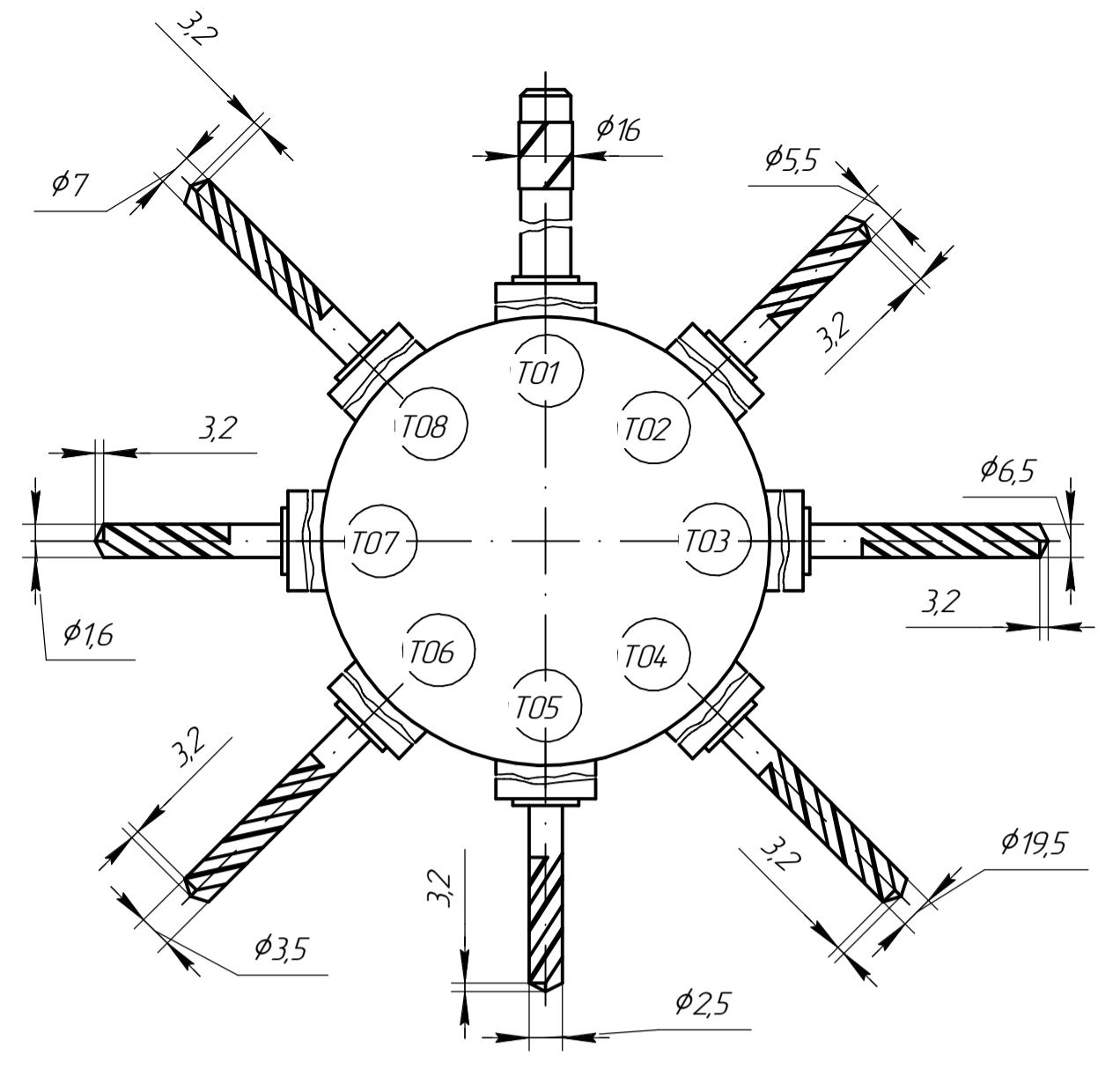
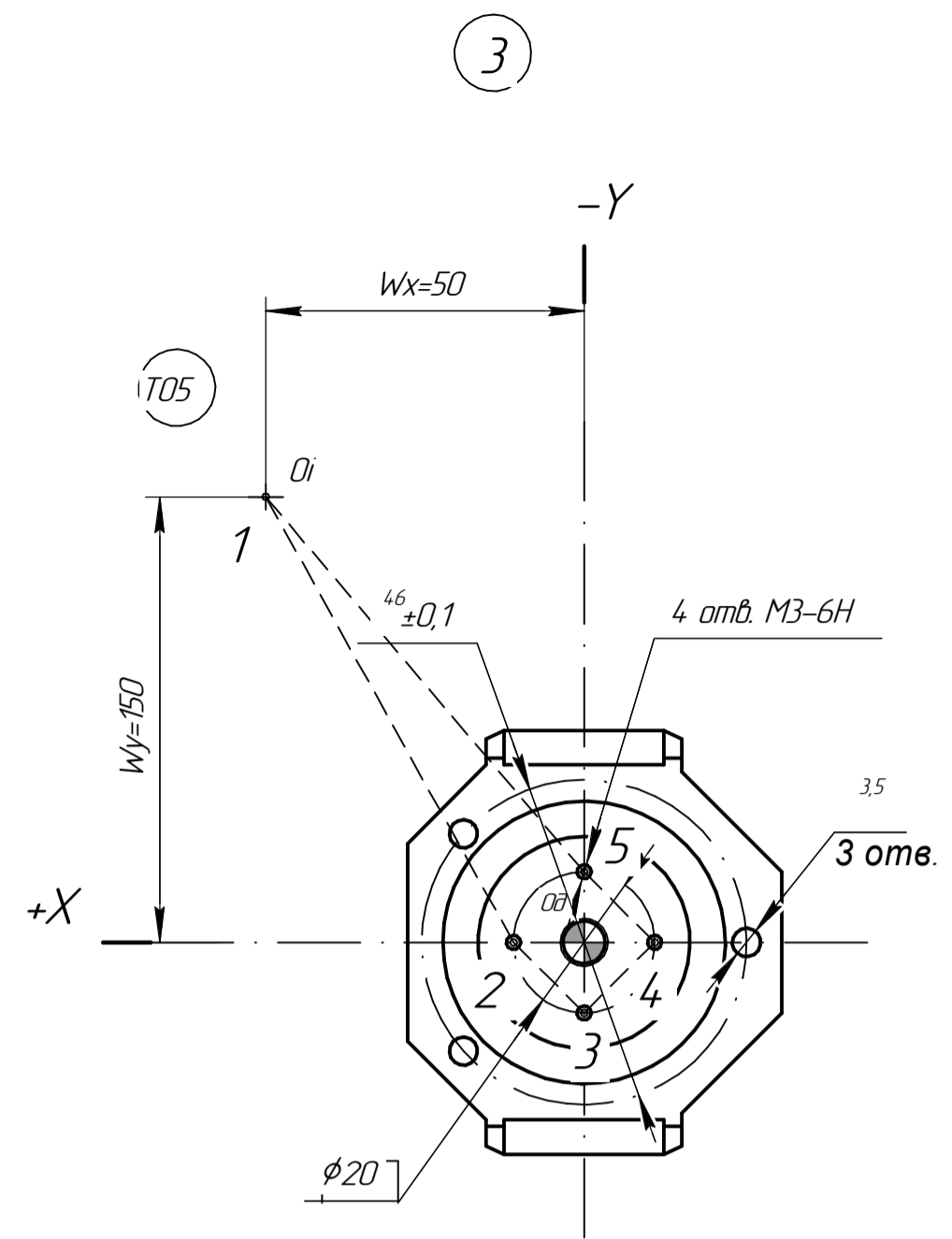
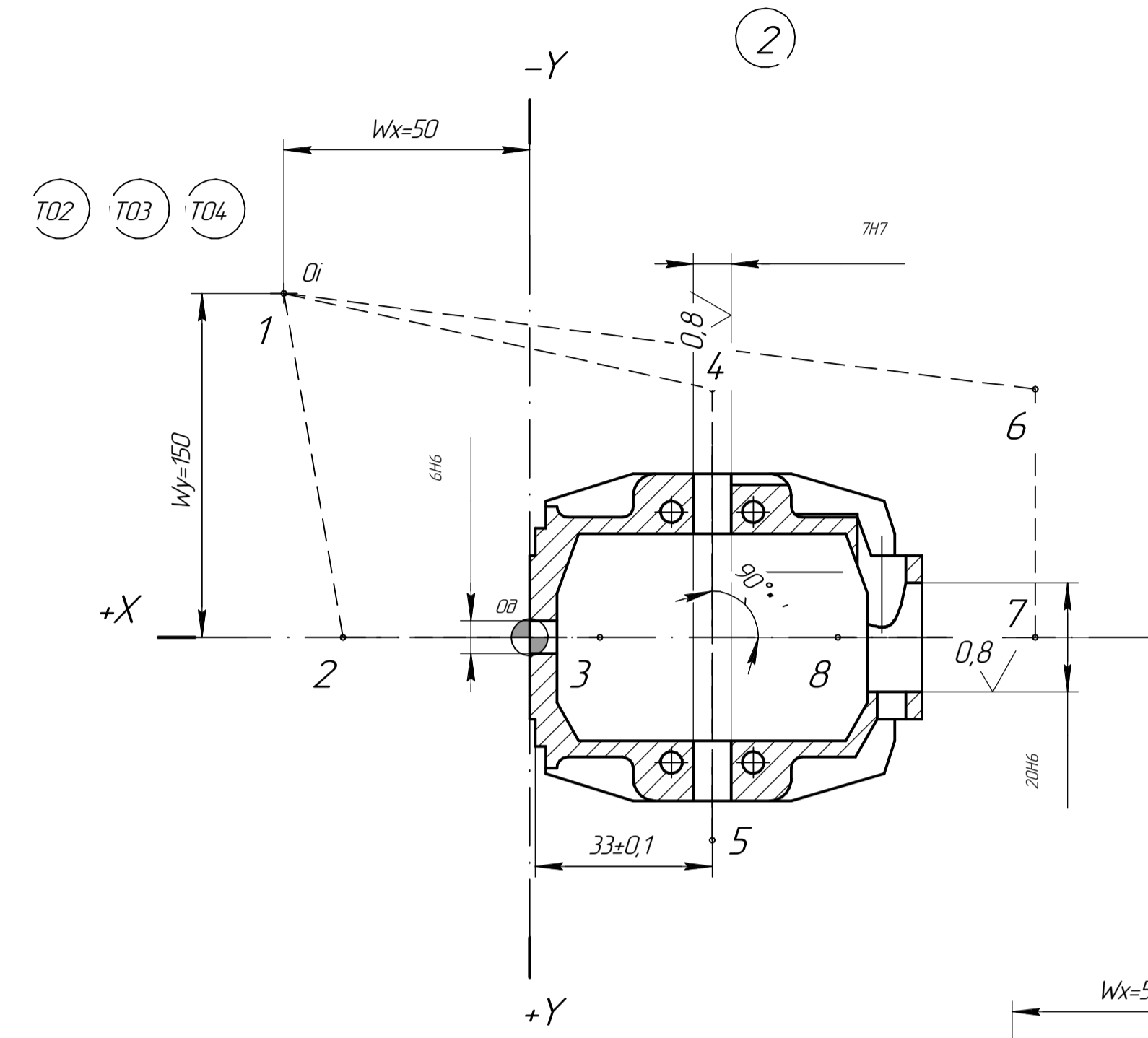
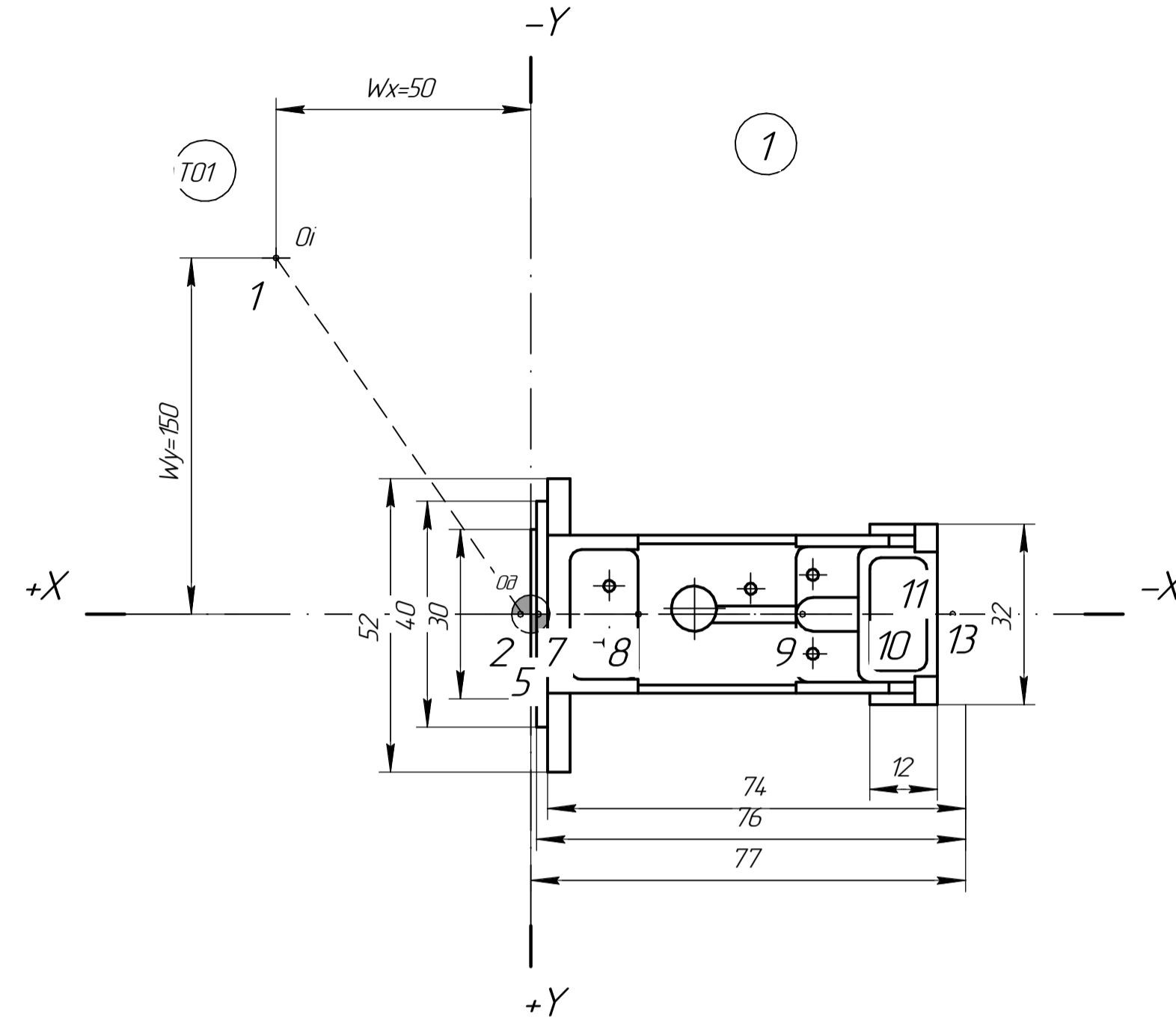


Ra3,2

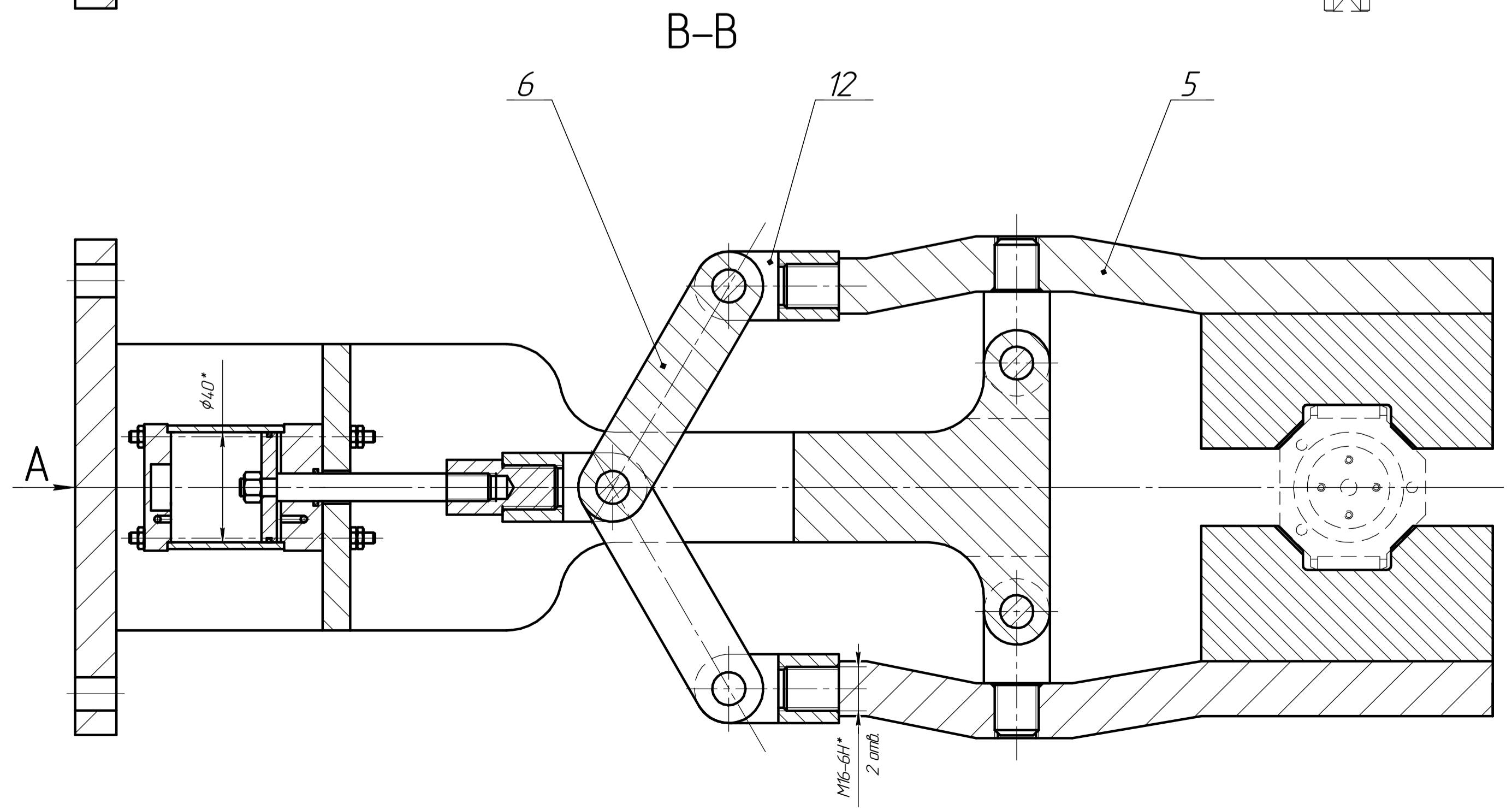
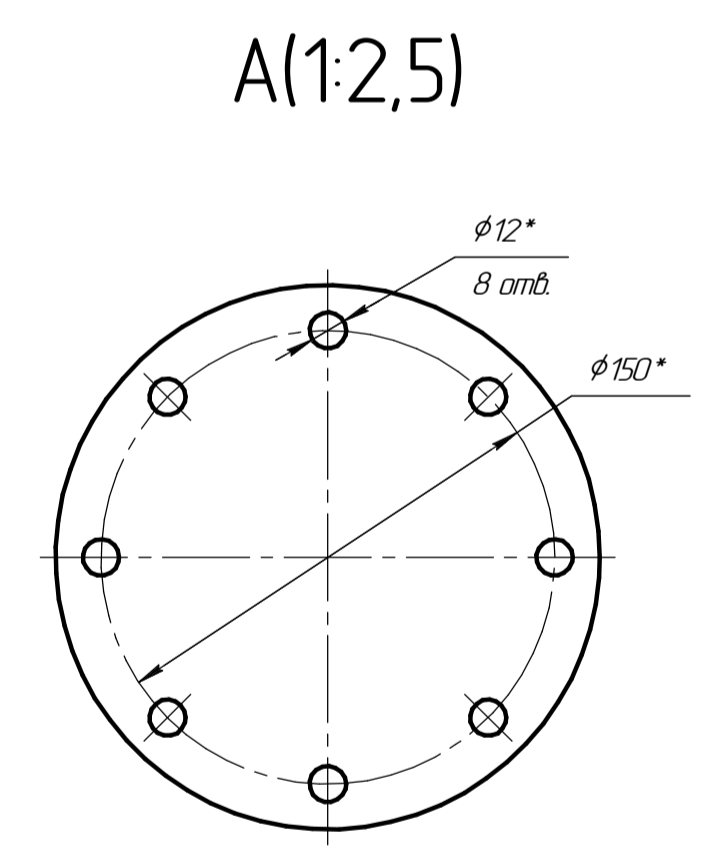
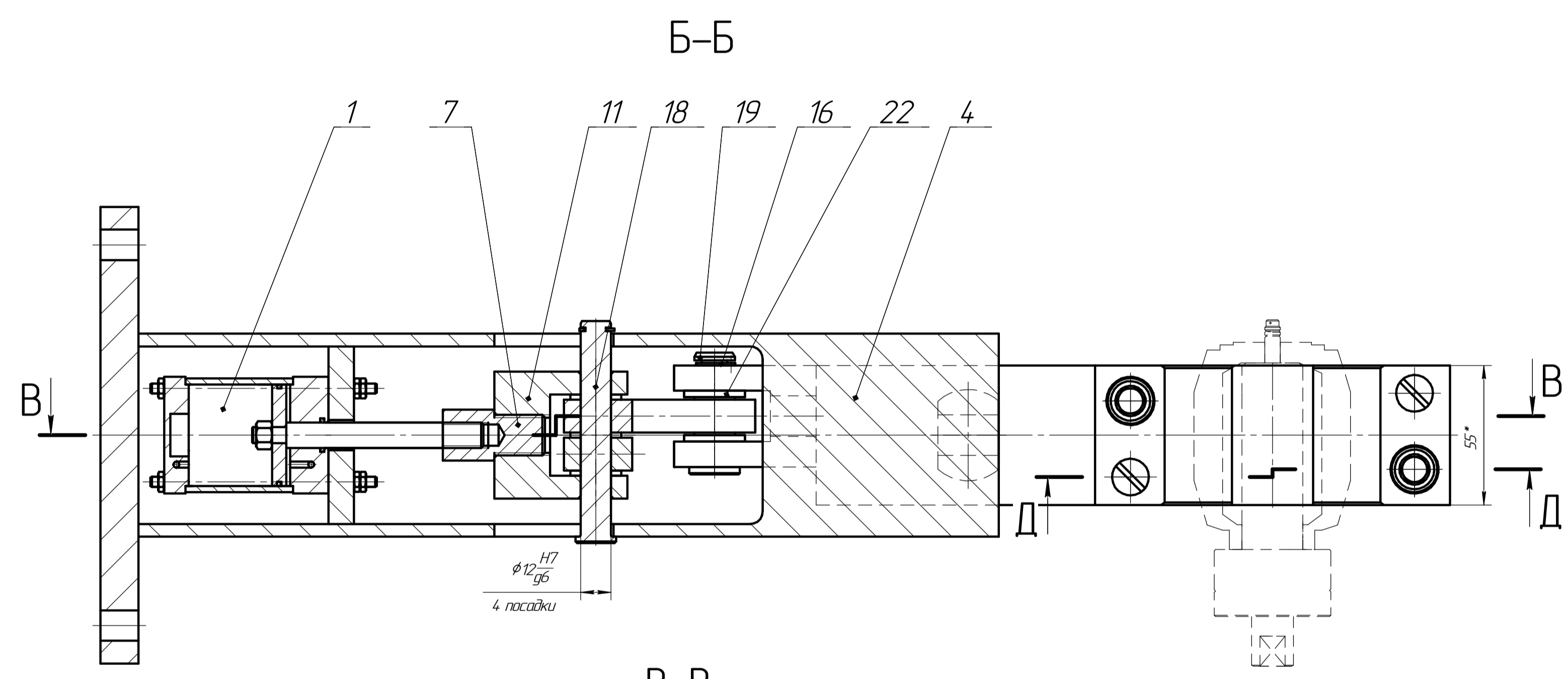
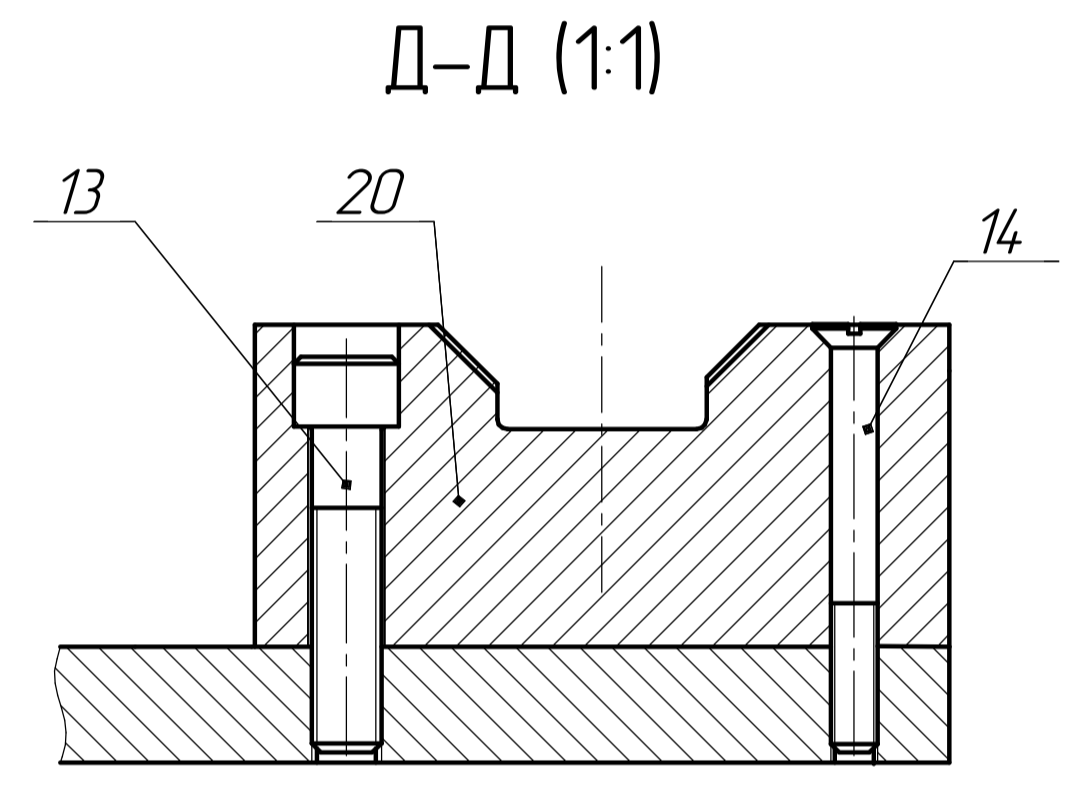
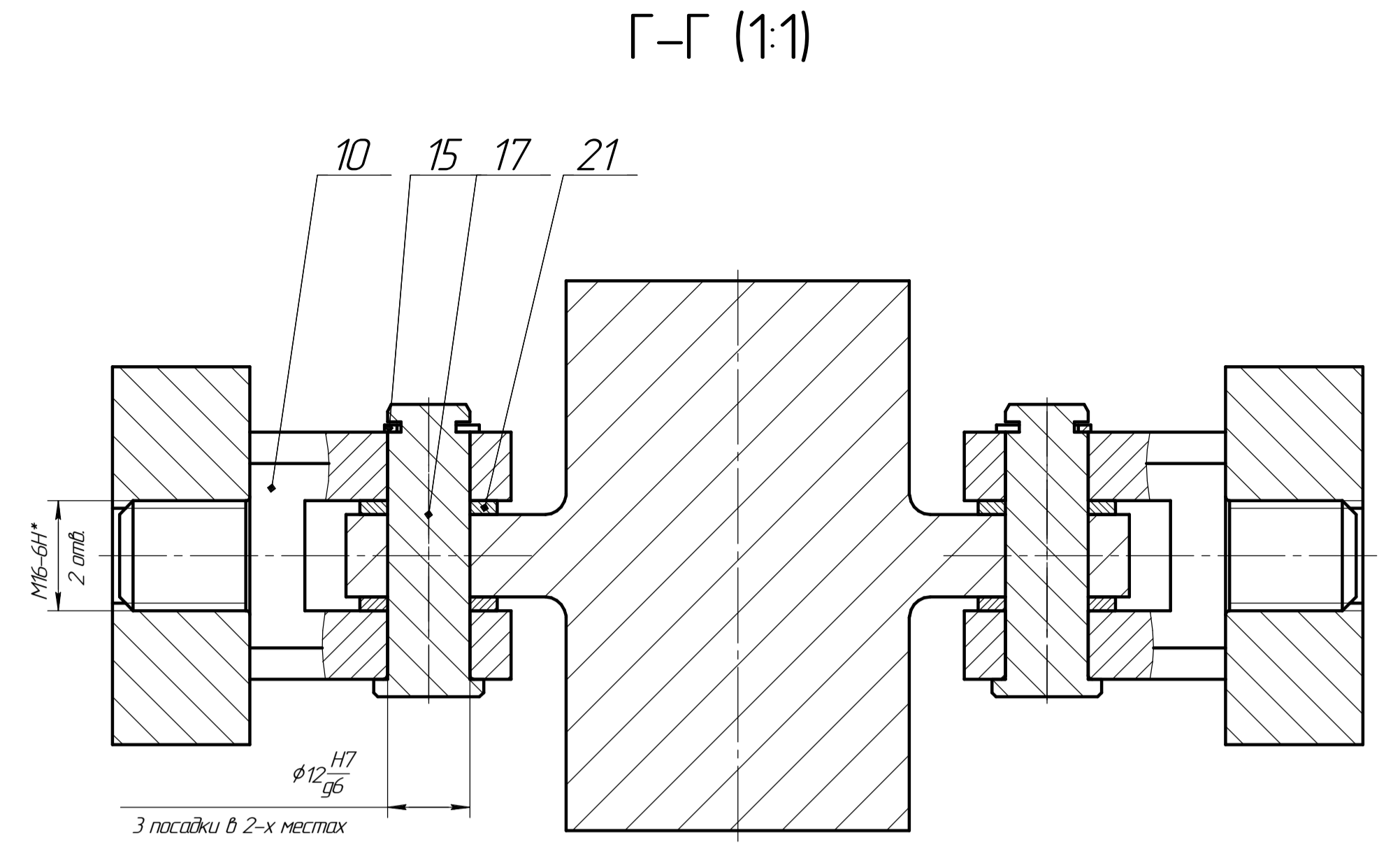
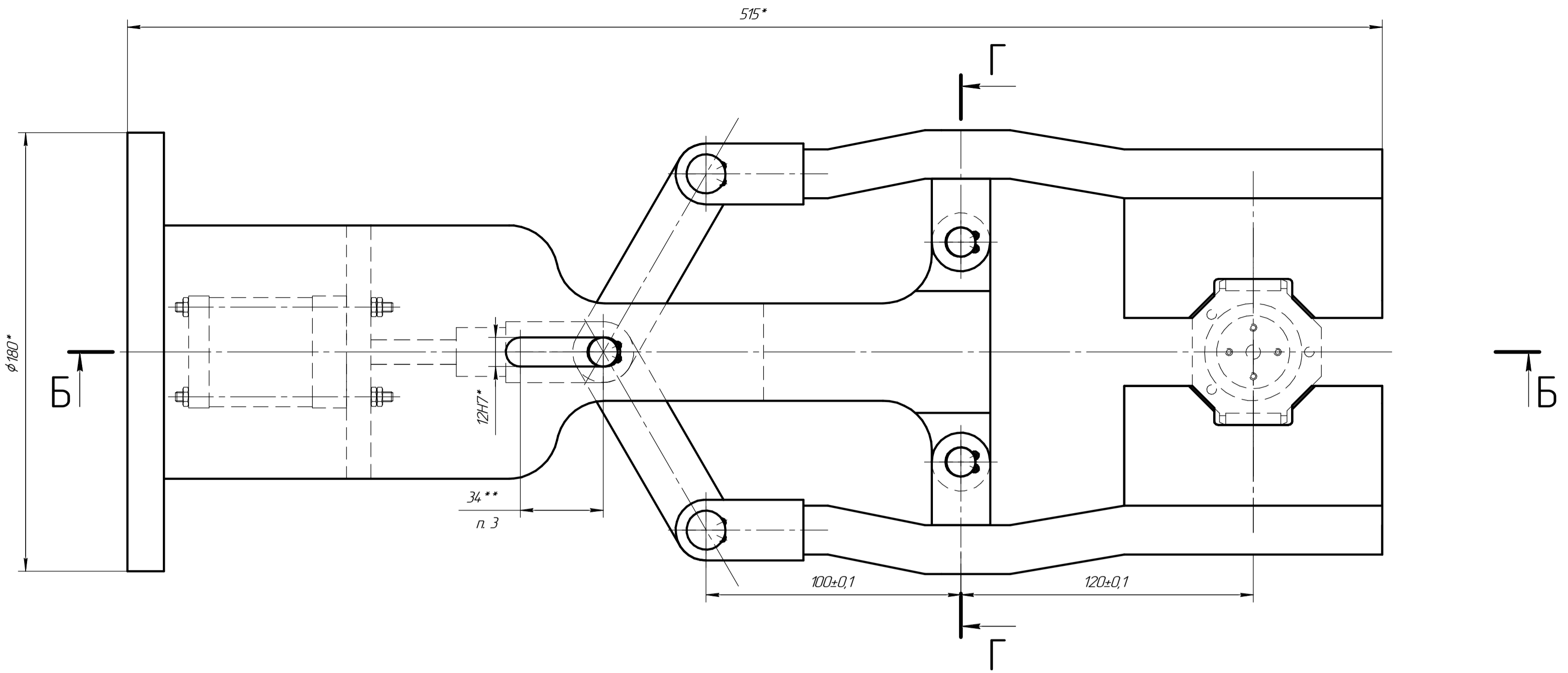
- 1. H12, h12
- 2. Гострі краї притупити.
- 3. Покриття Хімакс.
- 4. HRC 32...36,5.

				ПБ6103.1702.004.03			
Зам.	Лист	№ Вокум.	Підп.	Дата	Лит.	Вага	Масшт.
Розроб.	Друків МС				Шпилька		1:1
Перев.	Антох ВС				Аркуш	Аркуше	
Т.контр.					Лист-III Ст45 ДСТУ 7809:2015		"КП"
Н.контр.							ім. Ігоря Сікарського
Затв.							

Операція №065: Фрезерна з ЧПК  
 Обладнання: Фрезерний верстат мод. IP320  
 Система: ПНФУ



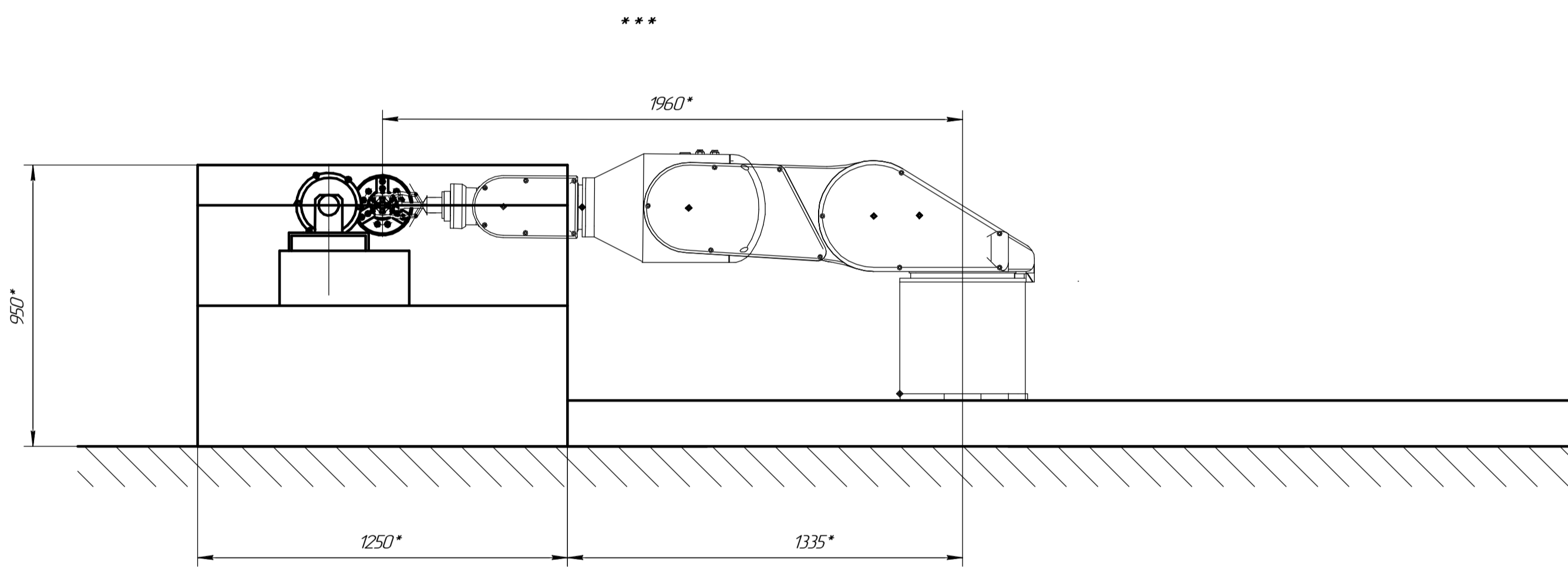
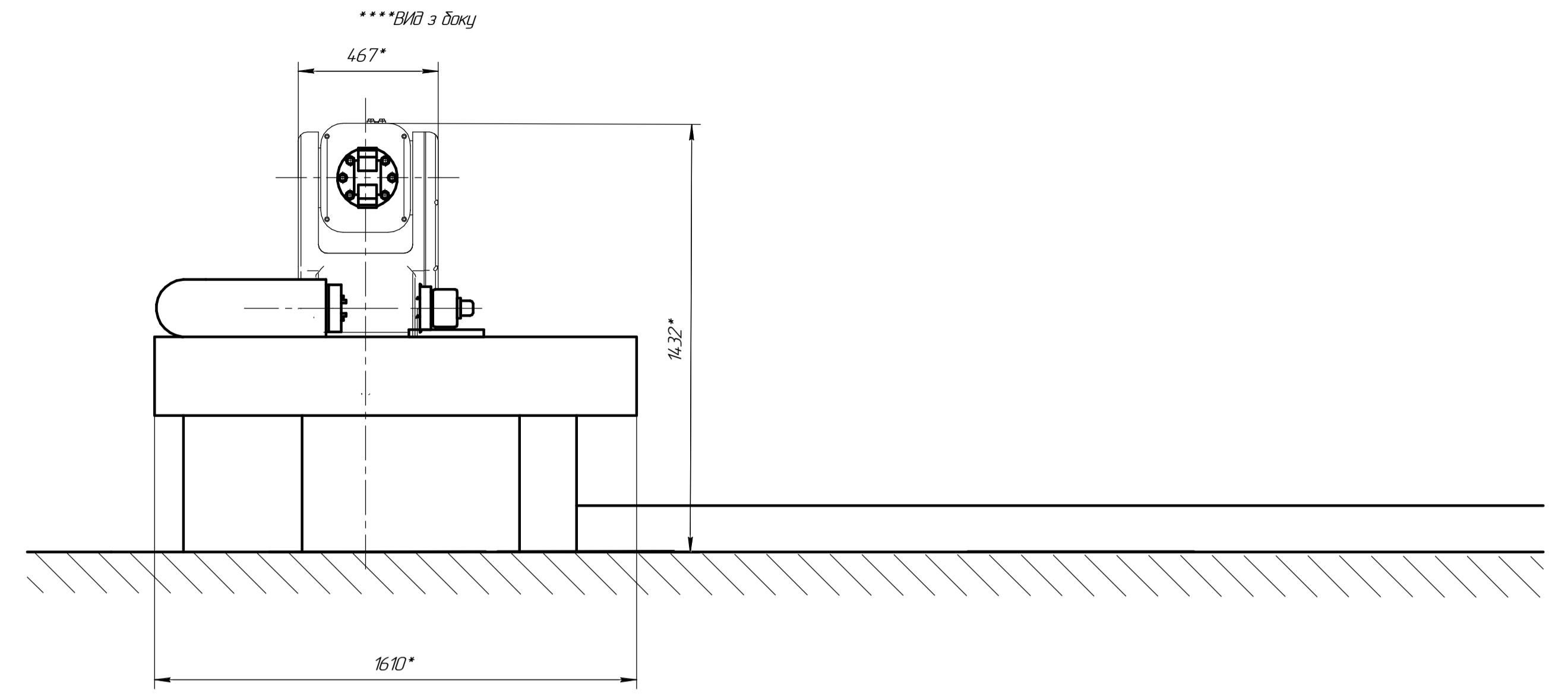
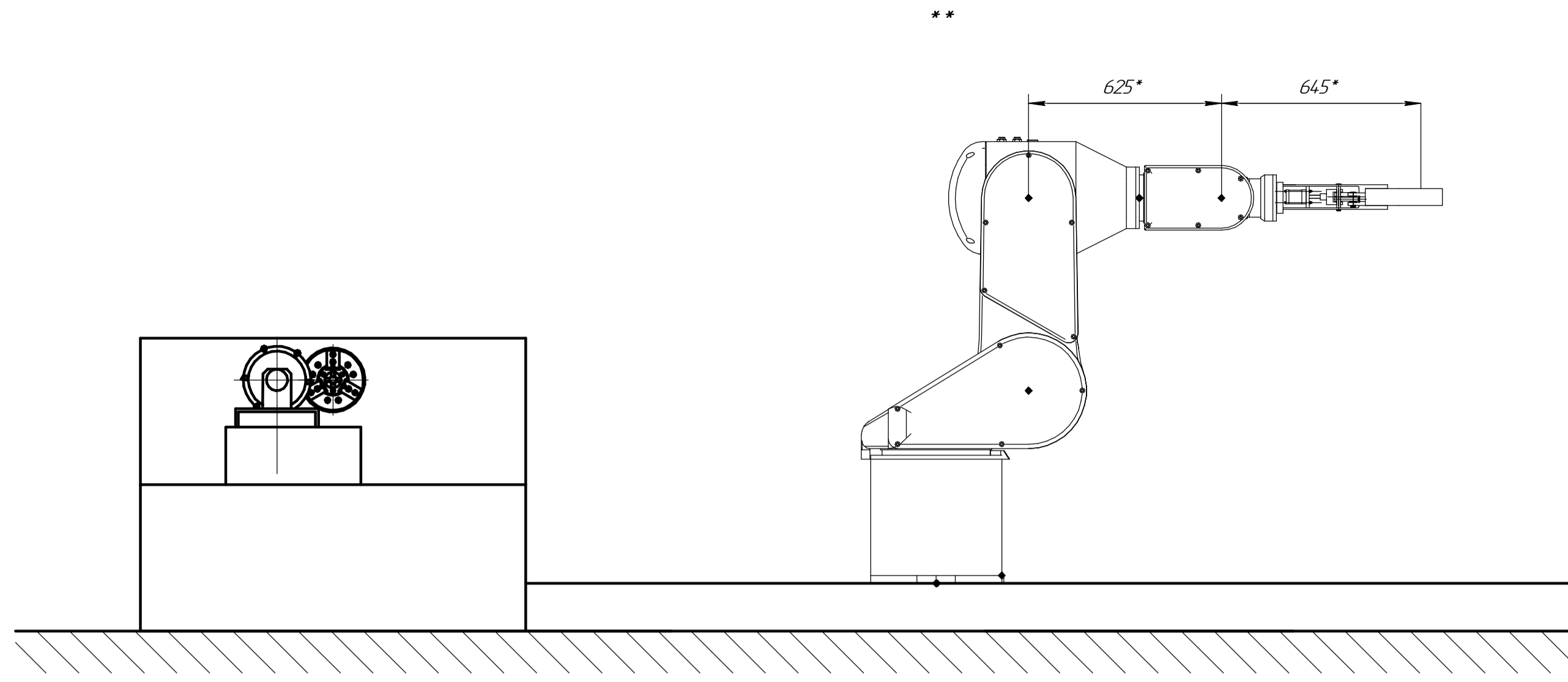
					ЛБ6103.1702.007		
Зм.	Лист	№ документа	Лист	Всього	Хід інструмента (технологічний процес)		
Розроб.	Друкоб МС						
Лист	Александр В.С.				Лист	Листів 1	
Інженер							
Зам.							



1. \*Размеры для доводок.
2. \*\*Хід поршня.
3. Рухомі частини змастити.
4. Невказані граничні відхилення Н14, h14, ± 1/2.
5. Гострі кромки притупити.

				ПБ6103.1702.008		
				Захват робота		
Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
К				1		1:1
				"КТІ"		
				ім. Ігоря Сікорського		
				Формат А1		

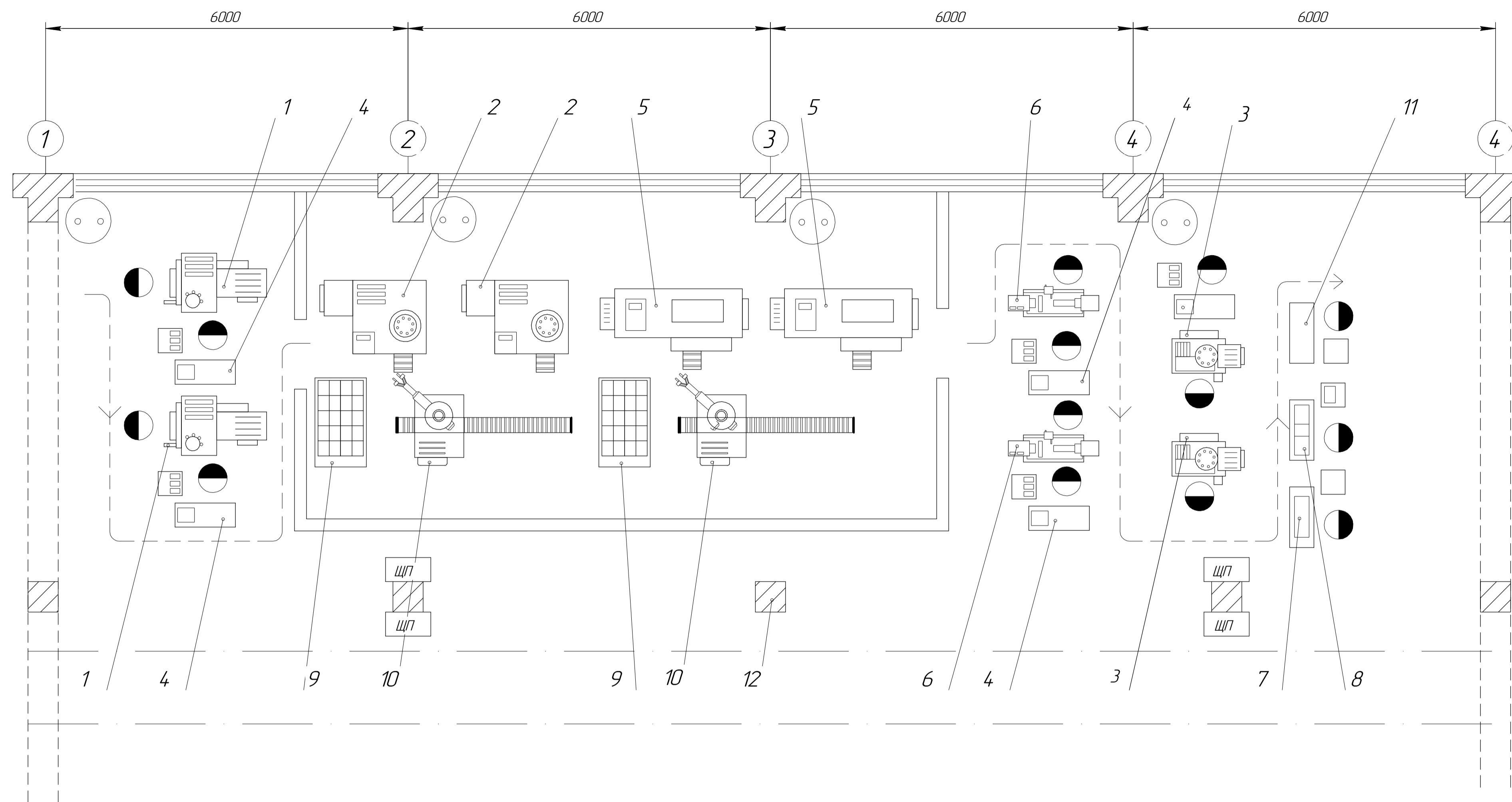
КОМПАС-3D 11.1 Украинская версия © 2019 ООО "АСОФ-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.  
 Не для коммерческого использования



\*Разміри для довідок  
 \*\*Положення робота при складированні деталей  
 \*\*\*Положення робота при установці/знятті деталі  
 \*\*\*\*Вид з боку

КОМПАС-3D 11.1 Українська версія © 2019 ООО "АСОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.  
 Не для коммерческого использования

				ПБ6103.1702.009			
Взам. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Планування РТК		Лист	Масштаб
Разраб.	Друзев М.С.					К	1:1
Пров.	Антонюк В.С.					Листов	1
Т.контр.						"КП"	
Н.контр.						ім. Ігоря Сікорського	
Чтб.						Копірабат	



Умовні позначення

Позначення елементів

- — — — — Головний проїзд цеху
- - - - -> Машрут руху деталі
- ЩП Щит пожежний
- ○ Живлення 380В

- 1. Фрезерний верстат ФУТ
- 2. Фрезерний верстат WF2"Мікрон"
- 3. Свердильний верстат СВІ-10
- 4. Верстак слюсаря
- 5. Токарний верстат ІР320-МПФУ
- 6. Токарний верстат ТВ-320
- 7. Роб.місце прамивщика
- 8. Стіл з ванною
- 9. Тара
- 10. Робот Kawasaki RS003N
- 11. Стіл ВТК
- 12. Колона

					ПБ6.103.1702.010			
Зм	Лист	М.Володимир	Розв.	Вит.	План Ділянки цеху	Лист	Вага	Масштаб
Розроб	Листопад МС							150
Перев.	Антонів ВС					Лист	Листів 1	
Начер.						"КП"		
Затв.						ім. Ізгоря Сікарського		





		<i>Кодирование информации, содержание кадра</i>								<i>Содержание перехода</i>							
		N030X-002000Y+002000J+002000															
		N031F0000															
		N032G01Z-000500F0400															
		N033G02X+002000Y+002000I+002000															
		N034X+000872Y-000200J+002000															
		N035F0000															
		N036G01X+003256F0400															
		N037G02X+000872Y+000200I+000872J+001800															
		N038X+002000Y-002000J+002000															
		N039X-002000Y-002000I+002000															
		N040X-000872Y+000200J+002000															
		N041F0000															
		N042G01X-003256F0400															
		N043G02X-000872Y-000200I+000872J+001800															
		N044X-002000Y+002000J+002000															
		N045F0000															
		N046G01Z-000500F0400															
		N052X+002000Y-002000J+002000															
		N053X-002000Y-002000I+002000															
		N054X-000872Y+000200J+002000															
		N055F0000															
		N056G01X-003256F0400															
		N057G02X-000872Y-000200I+000872J+001800															
		N058X-002000Y+002000J+002000															
		N059F0000															
		N060G01Z+001500F0400															
		N061X+000500															
		N062G02X+001500Y+001500I+001500															
		N063X+000748Y-000200J+001500															
								<i>Разраб.</i>	Друзев М.С.								
<i>Дубл.</i>	<i>Взам.</i>	<i>Подп.</i>						<i>Н. контр.</i>	АНТОНЮК								



		<i>Кодирование информации, содержание кадра</i> N093G01X+003504F0400				<i>Содержание перехода</i>			
		N094G02X+000748Y+000200I+000748J+001300							
		N095X+001500Y-001500J+001500							
		N096X-001500Y-001500I+001500							
		N097X-000748Y+000200J+001500							
		N098F0000							
		N099G01X-003504F0400							
		N100G02X-000748Y-000200I+000748J+001300							
		N101X-001500Y+001500J+001500							
		N102F0000							
		N103G01Z-000500F0400							
		N104G02X+001500Y+001500I+001500							
		N105X+000748Y-000200J+001500							
		N106F0000							
		N107G01X+003504F0400							
		N108G02X+000748Y+000200I+000748J+001300							
		N109X+001500Y-001500J+001500							
		N110X-001500Y-001500I+001500							
		N111X-000748Y+000200J+001500							
		N112F0000							
		N113G01X-003504F0400							
		N114G02X-000748Y-000200I+000748J+001300							
		N116F0000							
		N117G01Z+001500F0400							
		N118X+000500							
		N119G02X+001000Y+001000I+001000							
		N120X+000600Y-000200J+001000							
		N121F0000							
		N122G01X+003800F0400							
						<i>Разраб.</i>	Друзев М.С.		
						<i>Н. контр.</i>	АНТОНЮК		

		<i>Кодирование информации, содержание кадра</i>				<i>Содержание перехода</i>			
		N123G02X+000600Y+000200I+000600J+000800							
		N124X+001000Y-001000J+001000							
		N125X-001000Y-001000I+001000							
		N126X-000600Y+000200J+001000							
		N127F0000							
		N128G01X-003800F0400							
		N129G02X-000600Y-000200I+000600J+000800							
		N130X-001000Y+001000J+001000							
		N131F0000							
		N132G01Z-000500F0400							
		N133G02X+001000Y+001000I+001000							
		N134X+000600Y-000200J+001000							
		N135F0000							
		N136G01X+003800F0400							
		N137G02X+000600Y+000200I+000600J+000800							
		N138X+001000Y-001000J+001000							
		N139X-001000Y-001000I+001000							
		N140X-000600Y+000200J+001000							
		N141F0000							
		N142G01X-003800F0400							
		N143G02X-000600Y-000200I+000600J+000800							
		N144X-001000Y+001000J+001000							
		N145F0000							
		N146G01Z-000500F0400							
		N147G02X+001000Y+001000I+001000							
		N148X+000600Y-000200J+001000							
		N149F0000							
		N150G01X+003800F0400							
		N151G02X+000600Y+000200I+000600J+000800							
						<i>Разраб.</i>	Друзев М.С.		
<i>Дубл.</i>	<i>Взам.</i>	<i>Подп.</i>							
						<i>Н. контр.</i>	АНТОНЮК		



		<i>Кодирование информации, содержание кадра</i>				<i>Содержание перехода</i>			
		N181F0000							
		N182G01X+004106F0400							
		N183G02X+000447Y+000200I+000447J+000400							
		N184F0000							
		N185G01Z-000500F0400							
		N186X-005000							
		N187G02X+000447Y-000200J+000600							
		N188F0000							
		N189G01X+004106F0400							
		N190G02X+000447Y+000200I+000447J+000400							
		N191F0000							
		N192G01Z-000500F0400							
		N193X-005000							
		N194G02X+000447Y-000200J+000600							
		N195F0000							
		N196G01X+004106F0400							
		N197G02X+000447Y+000200I+000447J+000400							
		N198F0000							
		N199G01Z-000500F0400							
		N200X-005000							
		N201G02X+000447Y-000200J+000600							
		N202F0000							
		N203G01X+004106F0400							
		N204G02X+000447Y+000200I+000447J+000400							
		N205F0000							
		N206G01Z+009000F0400							
		N207Y-001200F0712							
		N208Z-007500F0400							
		N209G02X-000447Y+000200J+000600							
						<i>Разраб.</i>	Друзев М.С.		
<i>Дубл.</i>	<i>Взам.</i>	<i>Подп.</i>				<i>Н. контр.</i>	АНТОНЮК		

		<i>Кодирование информации, содержание кадра</i>							<i>Содержание перехода</i>						
		<b>N210F0000</b>													
		<b>N211G01X-004106F0400</b>													
		<b>N212G02X-000447Y-000200I+000447J+000400</b>													
		<b>N213F0000</b>													
		<b>N214G01Z-000500F0400</b>													
		<b>N215X+005000</b>													
		<b>N216G02X-000447Y+000200J+000600</b>													
		<b>N217F0000</b>													
		<b>N218G01X-004106F0400</b>													
		<b>N219G02X-000447Y-000200I+000447J+000400</b>													
		<b>N220F0000</b>													
		<b>N221G01Z-000500F0400</b>													
		<b>N222X+005000</b>													
		<b>N223G02X-000447Y+000200J+000600</b>													
		<b>N224F0000</b>													
		<b>N225G01X-004106F0400</b>													
		<b>N226G02X-000447Y-000200I+000447J+000400</b>													
		<b>N227F0000</b>													
		<b>N228G01Z-000500F0400</b>													
		<b>N229X+005000</b>													
		<b>N230G02X-000447Y+000200J+000600</b>													
		<b>N231F0000</b>													
		<b>N232G01X-004106F0400</b>													
		<b>N233G02X-000447Y-000200I+000447J+000400</b>													
		<b>N234F0000</b>													
		<b>N235G01Z+009000F4712</b>													
		<b>N236X-006000Y-001400F4712</b>													
		<b>N237M03F0000</b>													
		<b>N238Z+010000F4712</b>													
<b>Дубл.</b>	<b>Взам.</b>	<b>Подп.</b>						<b>Разраб.</b>	Друзев М.С.						
								<b>Н. контр.</b>	АНТОНЮК						

		<i>Кодирование информации, содержание кадра</i>				<i>Содержание перехода</i>			
		N239X+006954Y+002300F0712							
		N240Z-007500F0400							
		N241							
		N242G02X+000046Y-000300I+000954J+000300							
		N243X-001000Y-001000I+001000							
		N244X-001000Y+001000J+001000							
		N245X+001000Y+001000I+001000							
		N246X+000954Y-000700J+001000							
		N247F0000							
		N248G01X+003092F0400							
		N249G02X+000954Y+000700I+000954J+000300							
		N250X+001000Y-001000J+001000							
		N251X-001000Y-001000I+001000							
		N252X-001000Y+001000J+001000							
		N253X+000046Y+000300I+001000							
		N254F0000							
		N255G01X-003092F0400							
		N256G02X+000046Y-000300I+000954J+000300							
		N257X-000046Y-000300I+001000							
		N258F0000							
		N259G01X+003092F0400							
		N260Z-000500							
		N261X-003092Y+000600							
		N262G02X+000046Y-000300I+000954J+000300							
		N263X-001000Y-001000I+001000							
		N264X-001000Y+001000J+001000							
		N265X+001000Y+001000I+001000							
		N266X+000954Y-000700J+001000							
		N267F0000							
						<i>Разраб.</i>	Друзев М.С.		
<i>Дубл.</i>	<i>Взам.</i>	<i>Подп.</i>				<i>Н. контр.</i>	АНТОНЮК		







Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			ПБ6103.1702.005СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	ПБ6103.1702.005.01СК	Гвинт ходовий	1	
					1	
				<u>Деталі</u>		
		2	ПБ6103.1702.005.03	Основа	1	
A3		3	ПБ6103.1702.005.04	Стінка	1	
A3		4	ПБ6103.1702.005.05	Стійка	1	
		5	ПБ6103.1702.005.06	Кришка	1	
		6	ПБ6103.1702.005.07	Гвинт	1	
		7	ПБ6103.1702.005.08	Кільце	1	
		8	ПБ6103.1702.005.09	Втулка	1	
		9	ПБ6103.1702.005.10	Планка	1	
		10	ПБ6103.1702.005.11	Калібрований пруток	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		11		Гайка М8.4.013		
				ГОСТ 5915-70	2	
				ПБ6103.1702.005СП		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Контрольне пристосування (складальне креслення)	
Розраб.		Друзев М.С.			Літ.	Аркуш
Перевір.		Антонюк В.С.			1	2
Н. Контр.					„КПП” ім. Ігоря Сікорського	
Затверд.						





Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			ПБ6103.1702.004СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1	ПБ6103.1702.004.01	Корпус	1	
		2	ПБ6103.1702.004.02	Планка	1	
A4		3	ПБ6103.1702.004.03	Шпилька	1	
		4	ПБ6103.1702.004.04	Шайба	1	
A4		5	ПБ6103.1702.004.05	Фіксатор	1	
		6	ПБ6103.1702.004.06	Гайка	1	
		7	ПБ6103.1702.004.07	Фіксатор	2	
		8	ПБ6103.1702.004.08	Основа	1	
		9	ПБ6103.1702.004.09	Палець	2	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		10		Гайка М8-7Н.46.016		
				ГОСТ 5927-70	1	
		11		Штифт 6m6x25.66.00		
				ГОСТ 3128-70	2	
		12		Гвинт М5x15.46.013		
				ГОСТ 1419-80	2	

ПБ6103.1702.004СП				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розраб.		Друзев М.С.		
Перевір.		Антонюк В.С.		
Н. Контр.				
Затверд.				
Фрезерне пристосування (складальне креслення)			Літ.	Аркуш
				1
			„КПП” ім. Ігоря Сікорського	

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			ПБ6103.1702.008СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		4	ПБ6103.1702.008.01	Корпус	1	
		5	ПБ6103.1702.008.02	Коромисло	2	
		6	ПБ6103.1702.008.03	Планка	2	
		7	ПБ6103.1702.008.04	Перехідник	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		10		Вилка 7018-0351Н7	2	
				ГОСТ 4738-67		
		11		Вилка 7018-0377 Н7	1	
				ГОСТ 12470-67		
		12		Винт М12 х 50	4	
				ГОСТ 11738-84		
		13		Винт М8 х 70	4	
				ГОСТ 17475-80		
		14		Кольцо А 10.65Г	3	
				ГОСТ 13942-86		
		15		Кольцо А 12.65Г	1	
				ГОСТ 13942-86		

					ПБ6103.1702.008СП		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розраб.		Друзев М.С.			Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Антонюк В.С.				1	1
Н. Контр.					„КПШ” ім. Ігоря Сікорського		
Затверд.							
Захват работа (складальне креслення)							

