

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Приладобудівний факультет  
Кафедра виробництва приладів

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри



(Ініціали, прізвище)

«  »                      2021 р.

**Дипломний проєкт**  
на здобуття ступеня бакалавра

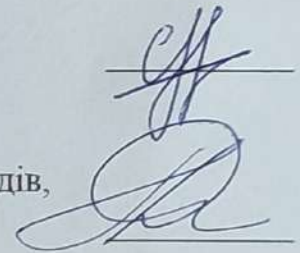
на тему: «Автоматизована ділянка виготовлення муфти зчеплення»

Виконав:

студент IV курсу, групи ПБ-71  
Сябренко Владислав Віталійович

Керівник:

Професор, д.т.н., професор кафедри виробництва приладів,  
Антонюк Віктор Степанович



Рецензент:

Доцент кафедри Оптичних та Оптико-електронних  
приладів, К.Т.Н., доцент Сокуренько В.М.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання)  
(прізвище, ініціали)



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

Студент



Київ – 2021 року

## ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проєкт	2	
2	A4		Пояснювальна записка	45	
3	A3	ДП ПБ7113.1702.000.01	Заготовка	1	
4	A1	ДП ПБ7113.1702.000.02	Муфта вимкнення зчеплення	1	
5	A2	ДП ПБ7113.1702.001 СК	Пневматичний патрон	1	
6	A2	ДП ПБ7113.1702.002 СК	Пневматичний захват	1	
7	A2	ДП ПБ7113.1702.003 СК	Контрольне пристосування	1	
8	A1		Деталювання	1	
9	A3	ДП ПБ7113.1702.004	Автоматизована ділянка	1	
10	A4		Комплект документації	37	

	ПІБ	Підп.	Дата		
Розробл.	Сябренко В.В.			Лист	Листів
Керівн.	Антонюк В.С.			1	1
Консульт.				Відомість дипломного проєкту	
Н/контр.					
Зав. каф.					
				ПБФ, 4 курс	

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

**Приладобудівний факультет  
Кафедра виробництва приладів**

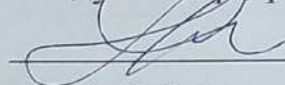
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри



(Ініціали, прізвище)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**

**до дипломного проєкту студента  
Сябренка Владислава Віталійовича**

1. Тема проєкту **«Автоматизована ділянка виготовлення муфти зчеплення»**, керівник проєкту Антоноук Віктор Степанович, д.т.н., професор, затверджені наказом по університету від «26» 05 2021 р. №1347-с
2. Термін подання студентом проєкту «04» 06 2021 р.
3. Вихідні дані до проєкту: креслення муфти вимкнення зчеплення, програма випуску 8568 шт/рік.
4. Зміст пояснювальної записки: Анотація, Abstract, Вступ, Технологічна частина: 1. Аналіз конструкції деталі. 2. Визначення типу виробництва. 3. Обґрунтування вибору заготовки. 4. Розробка технологічного процесу. 5. Розрахунок припусків та проміжних розмірів. 6. Розрахунок режимів різання. 7. Технічне нормування технологічного процесу. Конструкторська частина: 1. Проектування пристосувань. 2. Деталювання деталей пристосувань. 3. Проектування автоматизованої ділянки.
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): 1. Креслення деталі, яка задана на проєктування. 2. Креслення заготовки. 3. Пристосування для токарної обробки. 4. Пристосування для контролю відхилення торців від положення

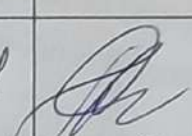
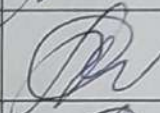
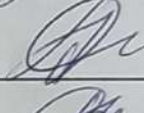
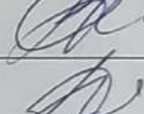
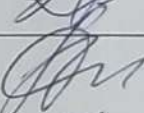
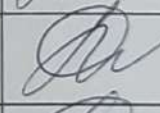
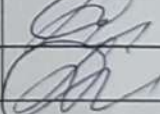


в одній площині. 5. Деталювання деталей пристосування. 6. Проектування автоматизованої дільниці.

6. Консультанти розділів проєкту

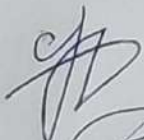
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Календарний план

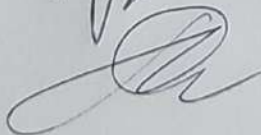
з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1.	Аналіз конструкції деталі, Визначення типу виробництва, Обґрунтування вибору заготовки	12.04.2021	
2.	Розробка технологічного процесу виготовлення деталі	16.04.2021	
3.	Розрахунок припусків, режимів різання та нормування	21.04.2021	
4.	Проектування та розрахунок пристосування для токарної обробки	24.04.2021	
5.	Проектування та розрахунок пристосування для контролю	28.04.2021	
6.	Проектування та розрахунок захватного пристрою для маніпулятора	03.05.2021	
7.	Проектування та розрахунок автоматизованої дільниці	20.05.2021	
8.	Оформлення пояснювальної записки	24.05.2021	
9.	Подання дипломного проєкту до захисту	03.06.2021	

Студент



Сябенко В. В.

Керівник проєкту



Антонюк В. С.

**Пояснювальна записка  
до дипломного проєкту  
на тему: «Автоматизована дільниця виготовлення  
муфти зчеплення»**

Київ – 2021 року

## АНОТАЦІЯ

*Дипломний проєкт включає в себе технологічну та конструкторську частини разом із додатками креслеників та специфікацій.*

*Технологічна частина містить: аналіз конструкції деталі – муфти вимкнення зчеплення, та її опис, опис матеріалу виготовлення деталі, визначення технологічності та типу виробництва разом із річною програмою випуску, технічне та економічне обґрунтування вибору заготовки, розробка технологічного процесу, розробка маршрутного та операційного технологічного процесів, вибір токарного OPTIturn L440, фрезерного Vector 2115F та свердлильного KSB 40 CNC верстатів з ЧПК для механічної обробки, розрахунок припусків, режимів різання і нормування для однієї із зовнішніх поверхонь та одного з отворів деталі – муфти вимкнення зчеплення, а також підбір необхідних інструментів – різця та свердла із твердого сплаву марки ВК8.*

*Конструкторська частина містить: виконані кресленики деталі, заготовки, складальні кресленики пристосування для токарного верстата – пневматичний трьохкулачковий патрон, пристосування для автоматизації виробництва – пневматичний прихват, пристосування для контролю заданого параметра відхилення торців від положення в одній площині, деталювання семи деталей, план автоматизованої ділянки. А також: розрахунки пневмоциліндра двосторонньої дії для двох пристосувань, розрахунки сили затиску, розрахунок похибки вимірювань пристосування для контролю.*

## ANNOTATION

*The thesis project includes technological and design parts alongside with appendices of drawings and specifications.*

*The technological part includes: design analysis of the part – coupling ungearing clutch and its description, part material description, determination of manufacturability and type of production with the annual production program, technical and economic justification for the choice of blank-making and development of technological process. Also, selection of turning OPTIturn L440, milling Vector 2115F and drilling KSB 40 CNC machines for machining, calculation of allowances, cutting and rationing modes for one of the outer surfaces and one of the holes of the part – coupling ungearing clutch, as well as selection of necessary tools drills from a hard alloy of the WC8 brand.*

*The design part includes: drawings of parts, blanks, assembly drawings of the device for the lathe – pneumatic three-cam chuck, device for automation of production – pneumatic grip, device for control of the set parameter of deviation of ends from position in one plane, detailing of seven parts, automated plan. And more: calculations of the pneumatic cylinder of bilateral action for two devices, clip force calculation and calculation of an error of measurements of the device for control.*

## ЗМІСТ

Вступ.....	1
I. Технологічна частина .....	2
1. Аналіз конструкції деталі. ....	2
1.1. Опис матеріалу. ....	2
1.2. Опис конструкції деталі. ....	3
1.3. Відпрацювання конструкції деталі на технологічність. ....	3
2. Визначення типу виробництва. ....	6
2.1. Річна програма випуску. ....	6
2.2. Тип виробництва. ....	7
2.3. Розрахунок розміру партії деталі. ....	8
3. Обґрунтування вибору заготовки. ....	8
3.1. Технічне обґрунтування вибору заготовки. ....	9
3.2. Економічне обґрунтування вибору заготовки. ....	10
4. Розробка технологічного процесу. ....	11
4.1. Розробка маршрутного технологічного процесу. ....	11
4.2. Розробка операційного технологічного процесу. ....	14
4.3. Вибір обладнання та пристосувань для технологічного процесу виготовлення деталі. ....	14
5. Розрахунок припусків та міжопераційних розмірів. ....	20
5.1. Розрахунок припусків і проміжних розмірів для зовнішньої поверхні. ....	21
5.2. Розрахунок припусків і проміжних розмірів для отвору. ....	23
6. Розрахунок режимів різання. ....	26
6.1. Розрахунок режимів різання для точіння зовнішньої поверхні. ....	26
6.2. Розрахунок режимів різання для розсвердлювання отвору. ....	28

7. Технічне нормування технологічного процесу. ....	30
7.1. Нормування токарної операції зовнішньої поверхні. ....	30
7.2. Нормування операції свердління отвору. ....	31
II. Конструкторська частина .....	33
1. Проектування пристосувань. ....	33
1.1. Проектування токарного пристосування. ....	33
1.2. Проектування пневматичного прихвата. ....	34
1.3. Проектування контрольного пристосування. ....	36
2. Деталювання деталей пристосувань.....	38
3. Проектування автоматизованої ділянки. ....	38
Висновки.....	40
Літературні джерела.....	42

## ВСТУП

Приладобудування – це галузь науки і техніки, що займається розробкою і виробництвом засобів вимірювань, обробки і подання інформації, автоматичних і автоматизованих систем управління.

Основним напрямком розвитку приладобудування є вимірювальна техніка, що складається з методів і приладів вимірювання механічних, електричних, магнітних, теплових, оптичних та інших фізичних величин. Вимірювальні прилади спільно з автоматичними керуючими і з виконавчими пристроями утворюють технічну базу автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУТП)[1].

Технологічний процес (ТП) – це послідовність операцій, які необхідно виконати, щоб з вихідного матеріалу отримати готову деталь. Є частиною виробничого процесу, який може мати кілька різних ТП.

Автоматизація ТП – це сукупність методів і засобів, призначена для реалізації системи або систем, що дозволяють здійснювати управління самим ТП без або з частковою участю людини. При цьому, як правило, за людиною залишається право прийняття найбільш відповідальних рішень.

У приладобудуванні ТП в основному діляться на три фази: заготівельна, обробляюча, складальна[2].

Основна задача дипломного проєкту – проєктування автоматизованої ділянки механічної обробки деталі – муфти вимкнення зчеплення.

Завданням роботи є проєктування ТП виготовлення деталі, маршрутних карт (МК), операційних карт (ОК), розрахунок припусків, режимів різання та норм часу, проєктування пристосувань, а також розробка автоматизованої ділянки виготовлення деталі – муфти вимкнення зчеплення.

## I. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 1. Аналіз конструкції деталі.

#### 1.1. Опис матеріалу.

Матеріал, з якого виготовляється муфта вимкнення зчеплення – чавун сірий марки СЧ21-40 ГОСТ 1412-70.

Сірий чавун широко застосовується у приладобудуванні і являє собою не суцільний метал, а пористу металеву губку – сплав заліза з графітом, пори якої заповнені пухкою неметалевою речовиною – графітом. Чавун дуже крихкий. Його відносне подовження при розриві дуже низьке. Він розбивається на шматки ударом.

Механічні властивості сірих чавунів залежать від властивостей металевої основи і в основному, від кількості, форми і розмірів графітних включень. Перлітна основа забезпечує найбільші значення показників міцності і зносостійкості. Чавун СЧ21-40 є феритно-перлітним[3].

Сірий чавун відрізняється високими ливарними властивостями (для нього властива низька температура кристалізації, плинність в рідкому стані, мала усадка) і тому слугує основним матеріалом для лиття. Він широко застосовується для виливки станин верстатів і механізмів, поршнів, циліндрів[4].

Застосовують сірий чавун даної марки для відповідальних виливків з товщиною стінок до 40 мм або для невідповідальних – при більшій товщині стінок[5].

У табл. 1.1.1 та 1.1.2 наведені характеристики сірого чавуну СЧ21-40[6].

C, %	Si, %	Mn, %	P, %	S, %	Cr, %	N, %
3-3.3	1.3-1.7	0.8-1.2	≥0.3	≥0.15	≥0.3	≥0.5

**Табл. 1.1.1.** Хімічний склад чавуну марки СЧ21-40.

Границя міцності, кг/мм <sup>2</sup>			Твердість
При розтягуванні	При згинанні	При стисненні	НВ 10 <sup>-1</sup> , МПа
21	40	75	170-241

**Табл. 1.1.2.** *Механічні властивості чавуну марки СЧ21-40.*

## 1.2. Опис конструкції деталі.

Деталь, муфта вимкнення зчеплення, являє собою циліндроподібний елемент з габаритними розмірами 122x94x53.5 мм, центральним наскрізним отвором Ø55 мм, канавкою 26.5 мм та з двома округленнями R3 в ньому, та фасками 1.5 мм під 30°, що на ньому знаходяться; двома наскрізними отворами Ø10 мм з зенкеруванням 1.6x50° мм; двома наскрізними отворами Ø4x45° мм та наскрізним отвором Ø5 мм і зенкеруванням 1x90° мм; є два виступи з округленнями R7 та наскрізними отворами Ø3 мм і невелика канавка навколо циліндра. Загальна шорсткість поверхонь становить Ra 12.5.

## 1.3. Відпрацювання конструкції деталі на технологічність.

Технологічність конструкції виробу – це сукупність властивостей конструкції виробу, що дозволяють оптимізувати витрати праці, засобів, матеріалів та часу при підготовці виробництва, виготовленні, експлуатації та ремонті у порівнянні з відповідними показниками інших конструкцій виробів однакового призначення при збереженні показників якості і умов виготовлення, експлуатації та ремонті.

Технологічність конструкції - це сукупність властивостей конструкції виробу, що визначає її пристосованість до досягнення оптимальних витрат при виробництві, експлуатації та ремонті виробів для заданих значень показників якості та умов виконання робіт.

Для забезпечення технологічності конструкції виробу передбачено виконання таких заходів:

- технологічний контроль конструкторської документації (КД);

- підготовка та внесення змін до КД за результатами технологічного контролю, що забезпечує досягнення базових показників технологічності;
- відпрацьованість конструкції виробу на технологічність на всіх стадіях розробки, під час технологічної підготовки виробництва і, при необхідності, під час виготовлення виробу;
- удосконалення умов виконання робіт під час виробництва, експлуатації та ремонту виробів та фіксація прийнятих рішень у технологічній документації;
- кількісна оцінка технологічності конструкції виробів.

Відпрацювання конструкції на технологічність здійснюється спільно розробниками конструкторської та технологічної документації, підприємствами – виробниками виробу та представниками замовника (фахівцями з технічного обслуговування та ремонту виробів)[7].

Досягнення такої мети здійснюють у процесі відпрацювання конструкції виробу на технологічність, який починається на самих ранніх етапах конструкторської підготовки виробництва.

Найбільш значимі показники технологічності при економічно вигідному обмеженні:

- мінімальні витрати трудових і матеріальних ресурсів;
- скорочення термінів виготовлення й пристосованості виробу до виробництва; використання типових розмірів матеріалів;

#### 1) Коефіцієнт використання матеріалу.

Коефіцієнт використання матеріалу – це одна з характеристик виробничого процесу, яка являє собою кількість матеріалу (обсяг або масу) в готовому виробі розділеного на загальну кількість матеріалу, який було використано на виготовлення виробу. Даний коефіцієнт зі зрозумілих причин не може бути більше одиниці, втім, і одиниці він практично ніколи не дорівнює[8].

Коефіцієнт використання матеріалу розраховується за формулою:

$$k_{\text{вм}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{з}}}$$

де  $m_{\text{д}}$  – маса деталі,  $m_{\text{з}}$  – маса заготовки.

$$k_{\text{вм}} = \frac{1,1 \text{ кг}}{1,3 \text{ кг}} = 0,8462$$

2) Коефіцієнт точності обробки розраховується за формулою.

Розраховується за формулою:

$$k_{\text{т}} = 1 - \frac{1}{A_{\text{ср}}}$$

де  $A_{\text{ср}}$  – середній квалітет точності.

$$A_{\text{ср}} = \frac{6 + 9 * 2 + 10 * 3 + 11 * 2 + 12 * 3 + 14 * 41}{52} = 13,19$$

$$k_{\text{т}} = 1 - \frac{1}{13,19} = 0,9242$$

3) Коефіцієнт шорсткості розраховується за формулою.

Розраховується за формулою:

$$k_{\text{ш}} = 1 - \frac{1}{B_{\text{ср}}}$$

де  $B_{\text{ср}}$  – середній умовний показник шорсткості.

$$B_{\text{ср}} = \frac{0,8 * 2 + 1,6 * 2 + 3,2 * 3 + 12,5 * 45}{52} = 11,09$$

$$k_{\text{ш}} = 1 - \frac{1}{11,09} = 0,9099$$

4) Комплексний показник технологічності.

Комплексний показник технологічності є вираженим середнім арифметичним значенням з урахуванням економічної еквівалентності прийнятих частинних показників і відповідає вимогам показовості виразу технологічності виробу.

Комплексний показник технологічності розраховується за формулою:

$$K = k_{\text{вм}} * k_1 + k_{\text{т}} * k_2 + k_{\text{ш}} * k_3$$

Якщо  $K < 0,5$ , то деталь не технологічна, а якщо  $1 > K > 0,5$ , то технологічна.

Оберемо значення  $k_1, k_2, k_3$  для даної деталі, щоб в сумі було 1:

$$k_1 = 0,4 \qquad k_2 = 0,35 \qquad k_3 = 0,25$$

$$K = 0,8462 \cdot 0,4 + 0,9242 \cdot 0,35 + 0,9099 \cdot 0,25 = 0,8894$$

$$K > 0,5$$

Оскільки  $K = 0,8894 > 0,5$ , то дана деталь є технологічною та може запускатися у виробництво.

## 2. Визначення типу виробництва.

### 2.1. Річна програма випуску.

Річна програма випуску виробів визначає тип виробництва. Масштаб випуску визначається кількістю виробів, що випускаються за одними і тими ж креслениками[9].

Річна програма випуски розраховується за формулою:

$$N_{ц} = N \cdot K \left(1 + \frac{\beta_1}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{\beta_2}{100}\right)$$

Де  $N$  – кількість деталей;

$K$  – кількість деталей у виробі;

$\beta_1$  – відсоток запасних деталей;

$$\beta_1 = 5 \dots 10 \%$$

$\beta_2$  – відсоток можливого технологічного браку;

$$\beta_2 = 2 \dots 5 \%$$

Отже:

$$N = 8000;$$

$$K = 1;$$

$$\beta_1 = 5 \%;$$

$$\beta_2 = 2 \%;$$

Підставляємо початкові дані у формулу та отримуємо програму випуску:

$$N_{ц} = 8000 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{5}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{2}{100}\right) = 8568$$

Із цього випливає, що  $N_{ц} = 8568$  деталей.

## 2.2. Тип виробництва.

Тип виробництва – це комплексна характеристика технічних, організаційних та економічних особливостей приладобудівного виробництва, обумовлена його спеціалізацією, типом і сталістю номенклатури виробів, а також формою руху виробів по робочих місцях.

У приладобудуванні умовно виділяють три основних типи виробництва: одиничне, серійне, масове[10].

$N_{ц} < 5000$  – одиничне виробництво;

$5000 < N_{ц} < 30000$  – серійне виробництво;

$N_{ц} > 30000$  – масове виробництво.

Так, як  $N_{ц} = 8568$ , яка належить проміжку  $5000 < N_{ц} < 30000$ , це означає, що у тип виробництва буде серійним.

Серійне виробництво – це форма організації виробництва, для якої характерний випуск виробів великими партіями (серіями) зі встановленою регулярністю випуску.

Воно характеризується постійністю випуску досить великої номенклатури виробів. При цьому річна номенклатура виробів, що випускаються ширше, ніж номенклатура кожного місяця.

Це дозволяє організувати випуск продукції більш-менш ритмічно. Випуск виробів у великих або відносно великих кількостях дозволяє проводити значну уніфікацію виробів, що випускаються, і ТП, виготовляти стандартні або нормалізовані деталі, що входять в конструктивні ряди, великими партіями, що зменшує їх собівартість. Особливості серійного виробництва обумовлюють економічну доцільність випуску продукції за циклічно повторюваним графіком[11].

Відмінні рисами серійного виробництва є:

- виробництво серіями щодо обмеженої номенклатури повторюваної продукції;
- щодо нетривала тривалість виробничого циклу;
- типізація ТП;
- наявність спеціалізованого обладнання та робочих місць;
- використання в процесі виробництва робітників середньої кваліфікації;
- механізація контролю якості продукції.

### 2.3. Розрахунок розміру партії деталі.

Партія деталей – група деталей одного найменування та розміру, виготовлені з однієї марки сталі, одного типу лиття, по одному ТП, що означає відсутність потреби у пере налаштуванні устаткування[12].

Формула розрахунку партії деталей:

$$n = \frac{Nc}{F}$$

Де  $N_{ц}$  – річна програма випуску деталей;

$c$  – запас деталей на складі (для деталей <15 кг,  $c = 7..10$ ) днів;

$F$  – кількість робочих днів на рік. У 2021 році  $F = 250$  день;

Отже,

$$n = \frac{8568 \cdot 7}{250} = 239,904$$

Округливши, отримуємо, що  $n = 240$  деталі.

### 3. Обґрунтування вибору заготовки.

На вибір заготовки впливають наступні показники: призначення деталі, матеріал, технічні умови (ТУ), обсяг випуску і тип виробництва, тип і конструкція деталі; розміри деталі і обладнання; економічність виготовлення заготовки. Усі ці показники повинні враховуватися одночасно, так як вони тісно пов'язані. Остаточне рішення приймають на підставі економічного

розрахунку з урахуванням вартості методу отримання заготовки і механічної обробки[13].

Отримання заготовки може бути виконано одним із цих методів: лиття, гаряча та холодна штамповки, спеціальні види обробки тиском, електрофізичні та електрохімічні методи обробки, обробка різанням тощо.

### **3.1. Технічне обґрунтування вибору заготовки.**

Обраний метод отримання заготовки повинен забезпечувати найменшу собівартість виготовлення деталі, тобто витрати на матеріал, виконання заготовки і подальшу механічну обробку разом з накладними витратами повинні бути мінімальними, з підвищенням точності виконання заготовки і наближенням її форми до вигляду готової деталі питома вага механічної обробки помітно знижується. Однак при малій програмі випуску не всі методи можуть виявитися рентабельними через те, що витрати на оснащення для заготівельних процесів економічно не окупаються[14].

Ураховуючи нестандартну форму деталі, вид виробництва (серійне) і матеріал заготовки (СЧ21-40) можна застосувати такий варіант отримання заготовок, як лиття по виплавлюваних моделях.

Лиття по виплавлюваних моделях дозволяє отримувати точні вироби, зводячи до мінімуму втрати матеріалу, енергії і необхідність подальшої обробки. Воно також дозволяє виробляти дуже складні деталі. Це робить процес лиття по виплавлюваних моделях вельми корисним для інженерів-конструкторів та технологів. Лиття по виплавлюваних моделях отримало свою назву від моделі, яка виплавляється, перебуваючи в вогнетривкому матеріалі. Багато матеріалів підходять для лиття по виплавлюваних моделях: чавуни, сплави з нержавіючої сталі, латуні, алюмінію, вуглецевої сталі і скла. Матеріал заливають в порожнину в вогнетривкому матеріалі, яка є точною копією потрібної виливки. Через твердість використовуваних вогнетривких матеріалів, лиття по виплавлюваних моделях дозволяє виробляти вироби з

винятковою якістю поверхні, що знижує потребу в подальшій механічній обробці[15].

Переваги методу:

- діапазон розмірів;
- універсальні та складні форми;
- точні та гладкі поверхні;
- точність розмірів;
- якість та цілісність.

Недоліки методу:

- відносно висока вартість формувальних матеріалів;
- складність модельної оснастки;
- підвищене виділення шкідливих хімічних речовин в ході термічного видалення модельної речовини.

$$V_{\text{заг.}} = 189,8 \text{ см}^3$$

$$V_{\text{дет.}} = 160,6 \text{ см}^3$$

$$m_{\text{з}} = 1,3 \text{ кг}$$

$$m_{\text{д}} = 1,1 \text{ кг}$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{з}}} = \frac{1,1}{1,3} = 0,8462$$

### 3.2. Економічне обґрунтування вибору заготовки.

Собівартість заготовок, отриманих литтям по виплавлюваних моделях, можна розрахувати за формулою:

$$S_{\text{заг}} = \left( \frac{C_i}{1000} \right) \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{\Pi} - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{відх}}}{1000}$$

де  $C$  – базова вартість 1 т заготовок, грн.  $K_T$ ,  $K_C$ ,  $K_B$ ,  $K_M$ ,  $K_{\Pi}$  – коефіцієнти, що залежать від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу і обсягу виробництва заготовок,  $Q$  – маса заготовки,  $q$  – маса готової деталі.

Економічні розрахунки:

$$C_i = 65000 \text{ грн.}$$

$$S_{\text{відх}} = 4000 \text{ грн.}$$

$$Q = 1,3 \text{ кг}$$

$$q = 1,1 \text{ кг}$$

$$K_T = 1,1; K_C = 0,83; K_B = 1; K_M = 1,04; K_{\Pi} = 1$$

$$S_{\text{заг.}} = \left( \frac{65000}{1000} \cdot 1,1 \cdot 0,83 \cdot 1 \cdot 1,04 \cdot 1 \right) - (1,3 - 1,1) \cdot \frac{4000}{1000} = 60,92 \text{ грн.}$$

Отже, собівартість заготовок для лиття по виплавлюваних моделях є прийнятною, тому її можна допускати до виробництва.

#### 4. Розробка технологічного процесу.

ТП механічної обробки – це частина виробничого процесу, що безпосередньо пов'язана із зміною форми, розмірів або властивостей оброблюваної заготовки, що виконується в певній послідовності. ТП складається з ряду операцій[16].

##### 4.1. Розробка маршрутного технологічного процесу.

Технологічний маршрут визначає послідовність операцій і склад технологічного обладнання. Від того, як побудований технологічний маршрут, багато в чому залежить якість деталі і ефективність її виготовлення.

Розробка маршрутного ТП є складним завданням і залежить від конструкції деталі, матеріалу, вимог до її якості, виду заготовки, масштабу та випуску[17].

Маршрутний ТП:

- 005 Заготівельна
  1. Лиття по виплавлюваних моделях
- 010 Токарна

#### A1 Установити, закріпити, зняти

1. Підрізати торець, витримуючи розмір 54.5 мм
2. Точити внутрішню поверхню  $\varnothing 54$  мм
3. Розточити внутрішню поверхню  $\varnothing 55H10$  мм
4. Точити канавку  $\varnothing 61$  із закругленнями R3 мм
5. Точити внутрішню фаску 1.5 мм під  $30^\circ$
6. Точити зовнішню фаску  $1 \times 45^\circ$  мм

#### A2 Переустановити

7. Підрізати торець, витримуючи розмір 54 мм
  8. Точити торець, витримуючи розмір  $53.5h12$  мм
  9. Точити чорнову зовнішню поверхню  $\varnothing 70.4174$  мм на 19.5 мм
  10. Точити напівчистову зовнішню поверхню  $\varnothing 70.2083$  мм на 19.5 мм
  11. Точити чистову зовнішню поверхню  $\varnothing 70.0627$  мм на 19.5 мм
  12. Точити тонку зовнішню поверхню  $\varnothing 69.985$  мм на 19.5 мм
  13. Точити торець  $\varnothing 86$  мм, витримуючи розмір 34 мм
  14. Розточити торець  $\varnothing 86$  мм, витримуючи розмір  $33.5h12$  мм
  15. Точити внутрішню фаску 1.5 мм під  $30^\circ$
  16. Точити зовнішню фаску  $1 \times 45^\circ$  мм
  17. Точити канавку глибиною 2 мм під  $45^\circ$
- 015 Фрезерна

#### A3 Установити, закріпити, зняти

1. Фрезерувати зовнішню поверхню  $\varnothing 84$  мм

#### A4 Переустановити

2. Фрезерувати поверхню планок по контурам зі зкругленнями R5 мм та R6 мм
3. Фрезерувати плоску поверхню планок

#### A5 Переустановити

4. Фрезерувати плоску поверхню планок
5. Фрезерувати поверхню виступних елементів

#### A6 Переустановити

6. Фрезерувати поверхню під  $45^\circ$
- 020 Свердлильна
  - A7 Установити, закріпити, зняти
    1. Свердлити наскрізний отвір  $\varnothing 8$  мм під  $45^\circ$
    2. Зенкувати отвір  $1 \times 90^\circ$  мм
  - A8 Переустановити
    3. Свердлити наскрізний отвір  $\varnothing 4$  мм під  $45^\circ$
  - A9 Переустановити
    4. Свердлити наскрізний отвір  $\varnothing 4$  мм під  $45^\circ$
  - A10 Переустановити
    5. Свердлити наскрізний отвір  $\varnothing 3$  мм
  - A11 Переустановити
    6. Свердлити наскрізний отвір  $\varnothing 3$  мм
  - A12 Переустановити
    7. Зенкерувати 2 наскрізні отвори  $\varnothing 9.8296$  мм
    8. Розгорнути 2 наскрізні чистові отвори  $\varnothing 9.9562$  мм
    9. Розгорнути 2 наскрізні тонкі отвори  $\varnothing 10.018$  мм
    10. Зенкувати 2 отвори  $1.6 \times 50^\circ$  мм
- 025 Контрольна
  - A13 Установити, закріпити, зняти
    1. Контролювати відхилення торців  $T$  і  $T_1$  від положення в одній площині
  - A14 Переустановити
    2. Контролювати шорсткість поверхонь
  - A15 Переустановити
    3. Контролювати точність розмірів

#### **4.2. Розробка операційного технологічного процесу.**

Операційний ТП – це ТП, що виконується за документацією, в якій зміст операцій викладається із зазначенням переходів і режимів обробки. Операційний ТП застосовується в серійному і масовому виробництві, а для деталей складних конструкцій і високої точності також і в дослідному виробництві[18]. На цьому етапі оформлюються операційні карти ТП.

Операційна карта (ОК) – технологічний документ, що містить опис технологічної операції із зазначенням переходів, режимів обробки і даних про засоби технологічного оснащення. ОК застосовують в серійному і масовому виробництві. Комплект цих карт на виріб за всіма операціями доповнюють маршрутною картою (МК). Карта ескізів – технологічний документ, що містить ескізи, схеми і таблиці, необхідні для виконання ТП, операції або переходу складання виробу[19]. Має бути оформлена згідно вимог ГОСТ 3.1404-86[20].

#### **4.3. Вибір обладнання та пристосувань для технологічного процесу виготовлення деталі.**

##### **Токарний верстат.**

Виходячи з потреб механічної обробки деталі, було обрано токарний верстат з ЧПК моделі OPTIturn L440 (рис. 4.3.1)[21].



**Рис. 4.3.1.** Токарний верстат з ЧПК моделі OPTIturn L440.

Контурна обробка циліндричних поверхонь на даному токарному верстаті проводиться сучасним токарним різальним інструментом в серійному і масовому виробництві.

Передня бабка має нову сучасну конструкцію. Передавальний механізм має два ступені і перемикається пневматично. Подвійні напрямляючі станини верстата виконані з високою геометричною точністю і мають прямокутну форму. У револьверну головку верстата встановлюється вісім попередньо налаштованих інструментальних блоків, гідравлічний затиск проводиться автоматично. Управління проводиться сучасною системою ЧПК німецького виробництва 828D. Для обробки довгих деталей, на напрямляючих станини встановлена задня бабка. Піноль токарного верстата має конічний отвір Морзе 4 для установки осьового інструменту і оснащення. Видалення вібрації і прогину можна здійснити установкою на напрямляючі, люнетів – рухомого і не рухомого. Регулювання швидкостей подачі проводиться

гідравлічним приводом. Для зберігання робочого масла є бак ємністю 50 літрів. Для очищення відпрацьованого масла є можливість установки сепаратора. Установка заготовок проводиться у гідравлічний патрон. Охолодження інструменту і заготовки виконується централізованою системою подачі ЗОР. Для збору емульсії є вбудований бак ємністю 100 літрів. Для автоматичного видалення стружки з верстата можна встановити транспортер і візок[22].

Технічні характеристики верстату:

- Загальна споживча потужність: 20 кВт 380 В ~50 Гц;
- Привід шпинделя: 12 кВт;
- Насос подачі МХР: 375 Вт;
- Ємність бака МХР: 100 л;
- Потужність насоса: 750 Вт;
- Ємність бака: 50 л;
- Висота центрів: 235 мм;
- Міжцентрова відстань: 1000 мм, 1500 мм;
- діаметр обробки над супортом, станиною, виїмкою станини: 240 мм, 475 мм, 710 мм;
- Число оборотів шпинделя: 100-4500 об/хв;
- Фланець шпинделя: Camlock D1-6";
- Прохідний отвір шпинделя: 65 мм;
- Гідравлічний токарний патрон :200 мм;
- Прохідний отвір токарного патрона: 52 мм;
- Тип змінника інструменту: гідравлічний VDI 40;
- Кількість інструменту: 8;
- Максимальний розмір державки різця: 25x25 мм;
- Максимальний діаметр осевого інструменту: 32 мм;
- Повторюваність: 0,005 мм;
- Позиціонування:  $\pm 0,005$  мм;

- Переміщення X, Z: 260 мм, 1150-1680 мм;
- Швидкість робочої подачі X, Z: 15000 мм/хв;
- Конус пінолі задньої бабки: МК 4;
- Діаметр пінолі задньої бабки: 65 мм;
- Хід пінолі задньої бабки: 150 мм;
- Габарити: 3030-3530x1950x2050 мм;
- Маса верстата: 3000-3450 кг;

### Фрезерний верстат.

Виходячи з потреб механічної обробки деталі, було обрано фрезерний верстат з ЧПК моделі Vector 2115F (рис. 4.3.2)[23][24].



**Рис. 4.3.2.** Фрезерний верстат з ЧПК моделі Vector 2115F.

Даний фрезерний верстат з ЧПК призначений для виготовлення деталей з металу і є широкоуніверсальним верстатом. На ньому можлива обробка заготовок з чавуну, кольорових металів і сталей будь-якої твердості. У якості інструменту використовуються твердосплавні фрези від 1 до 28 мм, або корончасті фрези діаметром до 80 мм. Робоча подача може досягати до 1500 мм/хв по всіх осях одночасно. Обмежень на довжину G-коду в

програмному забезпеченні немає. А в якості САМ системи є можливість використовувати будь-яку систему, що генерує ISO або ГОСТ G-код[22].

Технічні характеристики верстата:

- робочий хід: 2100x1500x250 мм;
- швидкість переміщення: 1-25 м/хв;
- направляючі: лінійні Hiwin;
- привід переміщення: ШВП Hiwin;
- крокові двигуна: Nema 34 (4.2 А);
- шпиндель: 2.2 кВт з повітряним охолодженням;
- частотний перетворювач: 2.2 кВт;
- кінцеві датчики індуктивного принципу дії;
- датчик висоти заготовки: калібратор;
- суцільнометалева, зварна рама, фрезерована за один захід;
- робочий стіл: алюмінієвий профіль з Т-подібним пазом для фіксації заготовки;
- контролери: YAKO;
- аварійна кнопка зупинки;
- датчик напруги мережі;
- датчик температури шпинделя;
- тороїдальний трансформатор для забезпечення стабільної роботи електроніки;
- система управління: NcStudio;
- вага верстата: 700 кг.

### **Свердильний верстат.**

Виходячи з потреб механічної обробки деталі, було обрано свердильний верстат з ЧПК моделі KSB 40 CNC (рис. 4.3.3)[25].



**Рис. 4.3.3.** Свердильний верстат з ЧПК моделі KSB 40 CNC.

Цей верстат призначені для свердління глухих і наскрізних отворів в суцільному матеріалі, розсвердлювання, зенкерування, розгортання, нарізування внутрішніх різьб, а також вирізання дисків з листового матеріалу. Для виконання подібних операцій використовуються відповідні свердла, зенкери, розгортки, мітчики тощо. Формоутворюючими рухами при обробці отворів є головний обертальний рух інструменту і поступальний рух подачі інструменту по його вісі[26].

Технічні характеристики верстата:

- діаметр свердління: 40 мм;
- нарізання різьби: 32 мм;
- робоча зона: 850x400x240 мм;
- розміри столу: 1000x545 мм;
- допустиме навантаження столу: 300 кг;
- Т-подібні пази: 18x100 мм 3 шт;
- відстань від торця шпинделя до столу: 65-665 мм;
- виліт: 335 мм;
- діапазон частоти обертання: 31.5-1400 об/хв;
- конус шпинделя: МК 4/МТ 4;
- прискорений хід по осі X, Y: 5000 мм/хв;
- прискорений хід по осі Z: 1100 мм/хв;
- Робоча подача по осі X, Y: 2000 мм/хв;
- Робоча подача по осі Z: 1000 мм/хв;
- точність позиціонування: 0.025 мм;
- точність повтору: 0.015 мм;
- потужність двигуна головного приводу: 3 кВт;
- потужність двигуна, вісь X, Y, Z: 1,5 кВт;
- габарити: 3000x2050x2630 мм;
- маса: 2600 кг.

## **5. Розрахунок припусків та міжопераційних розмірів.**

Припуск – це шар матеріалу, що піддається зняттю з заготовки при механічній обробці. Він призначається з метою забезпечення точності дійсних розмірів, а також заданої якості поверхневого шару обробленої деталі[27].

### 5.1. Розрахунок припусків і проміжних розмірів для зовнішньої поверхні.

#### Розрахунок мінімального симетричного припуску.

$$2 \cdot Z_{min} = 2 \cdot (R_{zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \text{ де:}$$

$R_{zi-1}$  – висота нерівностей профілю (характеристика шорсткості поверхні), мкм;

$T_{i-1}$  – глибина дефектного шару, мкм;

$\rho$  – сумарне значення просторових відхилень на попередньому переході, мкм;

$\varepsilon_i$  – похибка установки заготовки на виконуваному переході.

*Точіння чорнове:*

$$2 \cdot Z_{min} = 2 \cdot (32 + 170 + \sqrt{42^2 + 50^2}) = 2 \cdot 375,2993 \text{ мкм,}$$

*Точіння напівчистове:*

$$2 \cdot Z_{min} = 2 \cdot (25 + 25 + \sqrt{78^2 + 35^2}) = 2 \cdot 93,0117 \text{ мкм,}$$

*Точіння чистове:*

$$2 \cdot Z_{min} = 2 \cdot (20 + 20 + \sqrt{52^2 + 21^2}) = 2 \cdot 65,807 \text{ мкм,}$$

*Точіння тонке:*

$$2 \cdot Z_{min} = 2 \cdot (10 + 10 + \sqrt{26^2 + 14^2}) = 2 \cdot 34,8661 \text{ мкм.}$$

#### Розрахунок проміжного розміру.

*Мінімальний:*  $A_{min}^n = A_{min} + 2 \cdot Z_{min i}$ , де:

$A_{min}^n$  – мінімальний розмір, який потрібно отримати, мм;

$A_{min}$  – розмір, який потрібно отримати на даному переході, мм.

*Точіння чистове:*

$$A_{min}^n = 69,9700 + 0,0697 = 70,0397 \text{ мм,}$$

*Точіння напівчистове:*

$$A_{min}^n = 70,0397 + 0,1316 = 70,1713 \text{ мм},$$

*Точіння чорнове:*

$$A_{min}^n = 70,1713 + 0,1860 = 70,3574 \text{ мм},$$

*Заготовка:*

$$A_{min}^n = 70,3574 + 0,7506 = 71,1080 \text{ мм}.$$

*Максимальний:*  $A_{max}^n = A_{min}^n + \delta$ , де:

$A_{max}^n$  – максимальний розмір який необхідно отримати;

$A_{min}^n$  – мінімальний розмір даного переходу;

$\delta$  – допуск на даному переході.

*Точіння тонке:*

$$A_{max}^n = 69,9700 + 0,0300 = 70,0000 \text{ мм},$$

*Точіння чистове:*

$$A_{max}^n = 70,0397 + 0,0460 = 70,0857 \text{ мм},$$

*Точіння напівчистове:*

$$A_{max}^n = 70,1713 + 0,0740 = 70,2453 \text{ мм},$$

*Точіння чорнове:*

$$A_{max}^n = 70,3574 + 0,1200 = 70,4774 \text{ мм},$$

*Заготовка:*

$$A_{max}^n = 70,1080 + 0,3000 = 71,4080 \text{ мм}.$$

### **Максимальний припуск.**

$$Z_{max i} = A_{max i+1}^n - A_{max i}^n, \text{ де:}$$

$Z_{max}$  – максимальний припуск на механічну обробку, мм;

$A_{max i+1}^n$  – максимальний проміжний розмір на попередній операції, мм;

$A_{max i}^n$  – максимальний проміжний розмір на даній операції, мм.

*Точіння чорнове:*

$$Z_{max} = 71,4080 - 70,4774 = 0,9306 \text{ мм},$$

*Точіння напівчистове:*

$$Z_{max} = 70,4774 - 70,2453 = 0,2320 \text{ мм,}$$

Точіння чистове:

$$Z_{max} = 70,2453 - 70,0857 = 0,1596 \text{ мм,}$$

Точіння тонке:

$$Z_{max} = 70,0857 - 70,0000 = 0,0857 \text{ мм.}$$

### Перевірка.

$$\delta_1 - \delta_n = 0,3 - 0,03 = 0,27$$

$$\sum Z_{max} - \sum Z_{min} = 1,4080 - 1,1380 = 0,27$$

Виходячи з того, що отримані значення співпадають, можна зробити висновок про вірно проведені розрахунки. Розмір заготовки:  $\varnothing 71^{+0,408}_{+0,108}$  мм.

Технологічні перехід	Елементи припуску				Розрах. припуску	Розрах. розміру	Допуск, $\delta$	Граничний допуск		Граничний припуск	
	$R_{z\ i-1}$	$T_{i-1}$	$P_{i-1}$	$\epsilon_{i-1}$	$Z_{min}$	мм	мкм	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>min</i>
Переходи											
Заготовка	50	260	42	–	–	71,1080	0,3	71,4080	71,1080	–	–
Точіння чорнове	25	25	35	50	750,5986	70,3574	0,12	70,4774	70,3574	0,9306	0,7506
Точіння напівчистове	20	20	21	25	186,0233	70,1713	0,074	70,2453	70,1713	0,2320	0,1860
Точіння чистове	10	20	14	15	131,6140	70,0397	0,046	70,0857	70,0397	0,1596	0,1316
Точіння тонке	6,3	–	–	5	69,7321	69,9700	0,03	70,0000	69,9700	0,0857	0,0697

## 5.2. Розрахунок припусків і проміжних розмірів для отвору.

### Розрахунок мінімального симетричного припуску.

$$2 \cdot Z_{min} = 2 \cdot (R_{zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \epsilon_i^2}), \text{ де:}$$

$R_{zi-1}$  – висота нерівностей профілю (характеристика шорсткості поверхні), мкм;

$T_{i-1}$  – глибина дефектного шару, мкм;

$\rho$  – сумарне значення просторових відхилень на попередньому переході, мкм;

$\varepsilon_i$  – похибка установки заготовки на виконуваному переході.

*Розгортання чистове:*

$$2 \cdot Z_{min} = 2 \cdot (32 + 170 + \sqrt{5^2 + 25^2}) = 2 \cdot 335,4951 \text{ мкм}$$

*Розгортання тонке:*

$$2 \cdot Z_{min} = 2 \cdot (20 + 20 + \sqrt{3^2 + 15^2}) = 2 \cdot 55,2971 \text{ мкм}$$

*Заготовка:*

$$2 \cdot Z_{min} = 2 \cdot (10 + 10 + \sqrt{2^2 + 5^2}) = 2 \cdot 25,3852 \text{ мкм}$$

### **Розрахунок проміжного розміру.**

*Максимальний:*  $A_{max}^n = A_{max} - 2 \cdot Z_{min i}$ , де:

$A_{min}^n$  – мінімальний розмір, який потрібно отримати, мм;

$A_{min}$  – розмір, який потрібно отримати на даному переході, мм;

*Розгортання чистове:*

$$A_{max}^n = 10,0360 - 0,0508 = 9,9852 \text{ мм}$$

*Розгортання тонке:*

$$A_{max}^n = 9,9852 - 0,1106 = 9,8746 \text{ мм}$$

*Заготовка:*

$$A_{max}^n = 9,8746 - 0,6701 = 9,2036 \text{ мм}$$

*Мінімальний:*  $A_{min}^n = A_{max}^n - \delta$ , де:

$A_{max}^n$  – максимальний розмір який необхідно отримати;

$A_{min}^n$  – мінімальний розмір даного переходу;

$\delta$  – допуск на даному переході.

*Розгортання тонке:*

$$A_{min}^n = 10,0360 - 0,0360 = 10,0000 \text{ мм}$$

*Розгортання чистове:*

$$A_{min}^n = 9,9852 - 0,058 = 9,9272 \text{ мм}$$

*Зенкерування:*

$$A_{min}^n = 9,8746 - 0,11 = 9,7846 \text{ мм}$$

*Заготовка:*

$$A_{min}^n = 9,2036 - 0,18 = 9,0536 \text{ мм}$$

### **Мінімальний симетричний припуск.**

$$2 \cdot Z_{\min i} = A_{\max i}^n - A_{\max i+1}^n, \text{ де:}$$

$2Z_{\min}$  – симетричний максимальний припуск на механічну обробку ,  
мкм;

$A_{\max i+1}^n$  – максимальний проміжний розмір на попередній операції, мм;

$A_{\max i}^n$  – максимальний проміжний розмір на даній операції, мм.

*Зенкерування:*

$$2 \cdot Z_{\min} = 9,7846 - 9,0536 = 0,7310 \text{ мм}$$

*Розгортання чистове:*

$$2 \cdot Z_{\min} = 9,9272 - 9,7846 = 0,1426 \text{ мм}$$

*Розгортання тонке:*

$$2 \cdot Z_{\min} = 10,0000 - 9,9272 = 0,0728 \text{ мм}$$

### **Перевірка.**

$$\delta_1 - \delta_n = 0,15 - 0,036 = 0,114$$

$$\sum 2 \cdot Z_{\min} - \sum 2 \cdot Z_{\max} = 0,9464 - 0,8324 = 0,114$$

Виходячи з того, що отримані значення співпадають, можна зробити висновок про вірно проведені розрахунки. Розмір заготовки:  $\text{Ø}9 \begin{smallmatrix} +0,2036 \\ +0,0536 \end{smallmatrix}$  мм.

Технологічні перехід	Елементи припуску				Розрах. припуску	Розрах. розміру	Допуск, $\delta$	Граничний допуск		Граничний припуск	
	$R_{z\ i-1}$	$T_{i-1}$	$P_{i-1}$	$\epsilon_{i-1}$	$Z_{min}$	мм	мкм	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>min</i>
Переходи											
Заготовка	50	260	5	–	–	9,2036	0,15	9,2036	9,0536	–	–
Зенкерування	20	20	3	25	670,9902	9,8746	0,09	9,8746	9,7846	0,6710	0,7310
Розгортання чистове	10	10	2	15	110,5941	9,9852	0,058	9,9852	9,9272	0,1106	0,1426
Розгортання тонке	10	–	–	5	50,7703	10,0360	0,036	10,0360	10,0000	0,0508	0,0728

## 6. Розрахунок режимів різання.

Призначення режимів обробки різанням розглядається як техніко-економічна задача. Режими обробки впливають на показники виробництва як технічні, так і економічні.

Особливе значення при розрахунку режимів різання має залежність між стійкістю різального інструменту, швидкістю різання, подачею і глибиною різання, а також геометричними параметрами різального інструменту.

При розрахунку режимів різання доцільно враховувати фактор оптимізації їх по одному з критеріїв оптимізації: максимуму продуктивності, мінімуму собівартості, а також оптимізація по комплексу параметрів якості поверхневого шару оброблюваних поверхонь і точності обробки[28].

Параметри режимів різання: глибина різання –  $t$ , мм; подача –  $S$ , мм/об; швидкість різання –  $V$ , м/хв; частота обертів шпинделя –  $n$ , об/хв.

Усі дані розраховано згідно з відповідними посібниками[29][30].

### 6.1. Розрахунок режимів різання для точіння зовнішньої поверхні.

Для точіння поверхні деталі муфта вимкнення зчеплення використано різець підрізний відігнутий 12x12x100 мм, виготовлений із твердого сплаву ВК8 (рис. 6.1.1)[31][32][33].

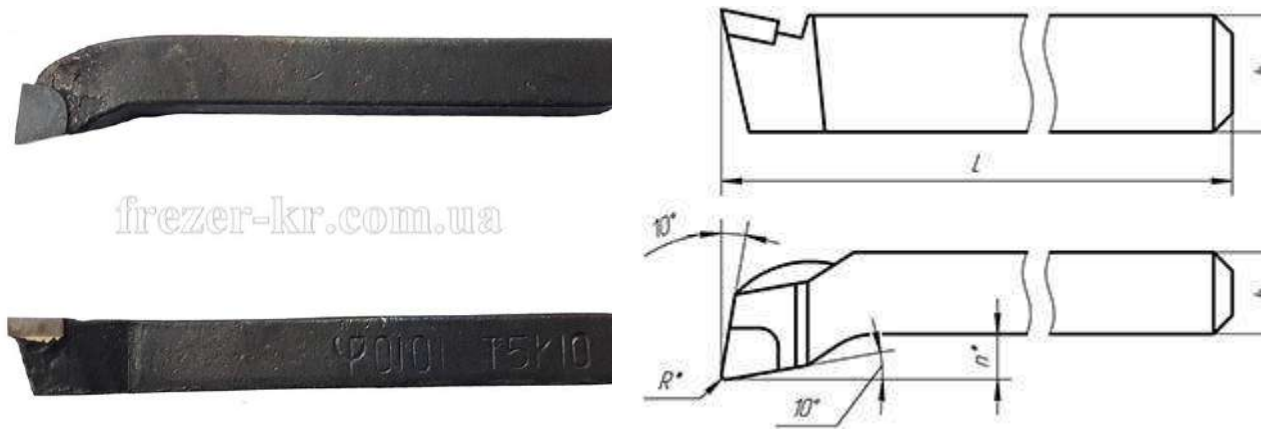


Рис. 6.1.1. Різець підрізний відігнутий 12x12x100 мм.

- 1) Глибина різання:  $t = \frac{0,7506}{2} = 0,3753$  мм;
- 2) Подача:  $S_v = 1$  мм/об;
- 3) Теоретична швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_v^y} \times K_v, \text{ де:}$$

$K_v$  – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання;

$C_v$  – коефіцієнт, що враховує матеріал деталі, вид обробки і матеріал різальної частини різця;

$T$  – період стійкості різця, хв.;

$t_v$  – глибина різання;

$S_v$  – подача;

$m, x, y$  – показники степенів (табл. значення),

Для чорнового точіння СЧ:

$$C_v = 243; x = 0,15; y = 0,4; m = 0,2; T = 60;$$

$$K_v = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 = 2,78 \times 0,8 \times 0,8 \times 0,83 \times 1 = 1,4767,$$

$$V = \frac{243}{60^{0,2} \cdot 0,3753^{0,15} \cdot 1^{0,4}} \cdot 1,4767 = 183,283 \text{ м/хв.}$$

- 1) Теоретична частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 183,283}{3,14 \times 71} = 821,725 \text{ об/хв}$$

Згідно з паспортними даними верстата –  $n_{\text{верс}} = 850$  об/хв

- 2) Дійсна швидкість різання:

$$V_{\text{верс}} = \frac{\pi \times D \times n_{\text{верс}}}{1000} = \frac{3.14 \times 71 \times 850}{1000} = 189,59 \text{ м/хв}$$

3) Сила різання:

$$P_z = C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_{Pz}, \text{ де:}$$

$$C_p = 920; x = 1; y = 0,75; n = 0;$$

$$K_{Pz} = K_1 \times K_2 \times K_3 = 0,44 \times 0,92 \times 1 = 0,4048$$

$$P_z = 920 \times 0,3753^1 \times 1^{0,75} \times 189,59^n \times 0,4048 = 139,768 \text{ Н}$$

4) Ефективна потужність різання:

$$N_e = \frac{0,1 \times P_z \times V_{\text{верс}}}{102 \times 60} = \frac{0,1 \times 139,768 \times 189,59}{102 \times 60} = 0,4323 \text{ кВт}$$

5) Припустима потужність різання на приводі:

$$N_{\text{прип}} = N_{\text{верс}} \times \eta = 12 \cdot 0,8 = 9,6 \text{ кВт}$$

Обробка є можливою, адже  $N_e < N_{\text{прип}}$ :  $0,4323 \text{ кВт} < 9,6 \text{ кВт}$

## 6.2. Розрахунок режимів різання для розсвердлювання отвору.

Для розсвердлювання отвору буде використане свердло твердосплавне  $\text{Ø}10 \times 100$  мм твердістю 80HRC, монолітно виготовлена зі сплаву ВК8 – твердий сплав (рис. 6.2.1)[34][35][36].



Рис. 6.2.1. Свердло твердосплавне  $\text{Ø}10 \times 100$  мм.

1) Глибина різання:  $t = \frac{h}{2} = \frac{0,671}{2} = 0,3355$  мм

2) Подача:  $S_{\text{вТ}} = 0,4$  мм/об

$$K = K_1 \times K_2 \times K_3 = 0,9 \times 0,75 \times 1 = 0,675$$

$$S_{\text{в}} = S_{\text{вТ}} \times K = 0,4 \times 0,675 = 0,27$$

Із паспорта верстата  $S_{\text{верс}} = 0,3$  об/хв

3) Період стійкості:  $T = 25$  хв

4) Теоретична швидкість різання:  $V_T = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$ , де:

$$C_v = 17,1; q = 0,35; y = 0,125; m = 0,4; x = 0,1$$

$$K_v = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 = 1,35 \times 1,15 \times 1 \times 0,6 \times 0,83 = 0,7732$$

$$V_T = \frac{17,1 \cdot 9,5^{0,35}}{25^{0,4} \cdot 0,3355^{0,1} \cdot 0,3^{0,125}} \cdot 0,7732 = 10,401 \text{ м/хв}$$

5) Теоретична частота обертання шпинделя верстата:

$$n_T = \frac{1000 \cdot V_T}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 10,401}{3,14 \cdot 9,5} = 348,509 \text{ об/хв}$$

Згідно з паспортними даними верстата  $n_{\text{верс}} = 350$  об/хв

6) Дійсна швидкість різання:

$$V_{\text{верс}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{верс}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 9,5 \cdot 350}{1000} = 10,4455 \text{ м/хв}$$

7) Ефективна потужність різання:

$$N_e = \frac{C_n \cdot D^n \cdot t^x \cdot S^y \cdot n}{975} \cdot K$$

$$C_n = 0,085; n = 1; x = 0,75; y = 0,8; K = \left(\frac{HB}{190}\right)^{0,6} = 1,2347$$

$$N_e = \frac{0,085 \cdot 9,5^1 \cdot 0,3355^{0,75} \cdot 0,3^{0,8} \cdot 350}{975} \cdot 1,2347 = 0,0602$$

8) Припустима потужність різання на приводі:

$$N_{\text{прип}} = N_e \times \eta = 3 \times 0,8 = 2,4 \text{ кВт}$$

Дана обробка можлива, оскільки  $N_e < N_{\text{прип}} : 0,0602 \text{ кВт} < 2,4 \text{ кВт}$ .

## 7. Технічне нормування технологічного процесу.

### 7.1. Нормування токарної операції зовнішньої поверхні.

1) Розрахунок основного часу:

$$T_0 = \frac{L}{S \times n} \times i = \frac{l_0 + l_1 + l_2}{S \times n} \times i, \text{ де:}$$

$l_0$  – довжина оброблюваної поверхні вздовж обробки;

$l_1$  – довжина врізання;

$l_2$  – перебіг різального інструменту;

$S$  – подача;

$n$  – частота оберту шпинделя;

$i$  – число робочих ходів;

$$T_0 = \frac{20 + 4 + 0}{1 \cdot 850} \cdot 1 = 0,028 \text{ хв}$$

2) Допоміжний час:

$T_d$  – допоміжний час, хв

час на установку і зняття деталі – 0,5 хв;

час на робочий хід – 0,1 хв;

час на вимірювання деталі – 0,15 хв;

$$T_d = 0,5 + 0,1 + 0,15 = 0,75 \text{ хв.}$$

3) Оперативний час:

$$T_{оп} = T_0 + T_d$$

$$T_{оп} = 0,028 + 0,75 = 0,778 \text{ хв}$$

4) Обслуговуючий час:

$$T_{обс} = 0,1 \cdot T_0$$

$$T_{обс} = 0,1 \cdot 0,028 = 0,003 \text{ хв}$$

5) Час відпочинку:

$$T_{від} = 0,12 \cdot T_0$$

$$T_{від} = 0,12 \cdot 0,028 = 0,003 \text{ хв}$$

6) Штучний час:

$$T_{шт} = T_0 + T_d + T_{обс} + T_{від}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,028 + 0,75 + 0,003 + 0,003 = 0,784 \text{ хв}$$

7) Штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{P_{\text{р}}}, \text{ де:}$$

$T_{\text{пз}}$  – підготовчо-заключний час;  $T_{\text{пз}} = 2$

$P_{\text{р}}$  – кількість деталей в партії;  $P_{\text{р}} = 240$

$$T_{\text{шк}} = 0,784 + \frac{2}{240} = 0,792 \text{ хв}$$

## 7.2. Нормування операції свердління отвору.

1) Розрахунок основного часу:

$$T_0 = \frac{L}{S \times n} \times i = \frac{l_0 + l_1 + l_2}{S \times n} \times i$$

$l_0$  – довжина оброблюваної поверхні вздовж обробки;

$l_1$  – довжина врізання;

$l_2$  – перебіг різального інструменту;

$S$  – подача;

$n$  – частота оберту шпинделя;

$i$  – число робочих ходів.

$$T_0 = \frac{12 + 2 + 2}{0,3 \cdot 350} \cdot 1 = 0,152 \text{ хв}$$

2) Допоміжний час:

$T_{\text{д}}$  – допоміжний час, хв.

час на установку і зняття деталі – 0,15 хв;

час на робочий хід – 0,12 хв;

час на вимірювання деталі – 0,1 хв;

$$T_{\text{д}} = 0,15 + 0,12 + 0,1 = 0,37 \text{ хв.}$$

3) Оперативний час:

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_{\text{д}}$$

$$T_{\text{оп}} = 0,152 + 0,37 = 0,522 \text{ хв}$$

4) Обслуговуючий час:

$$T_{\text{обс}} = 0,1 \cdot T_0$$

$$T_{\text{обс}} = 0,1 \cdot 0,152 = 0,015 \text{ хв}$$

5) Час відпочинку:

$$T_{\text{від}} = 0,12 \cdot T_0$$

$$T_{\text{від}} = 0,12 \cdot 0,152 = 0,018 \text{ хв}$$

6) Штучний час:

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_d + T_{\text{обс}} + T_{\text{від}}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,152 + 0,37 + 0,015 + 0,018 = 0,555 \text{ хв}$$

7) Штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{P_p}, \text{ де:}$$

$T_{\text{пз}}$  – підготовчо-заключний час;  $T_{\text{пз}} = 3$

$P_p$  – кількість деталей в партії;  $P_p = 240$

$$T_{\text{шк}} = 0,555 + \frac{3}{240} = 0,568 \text{ хв}$$

## II. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

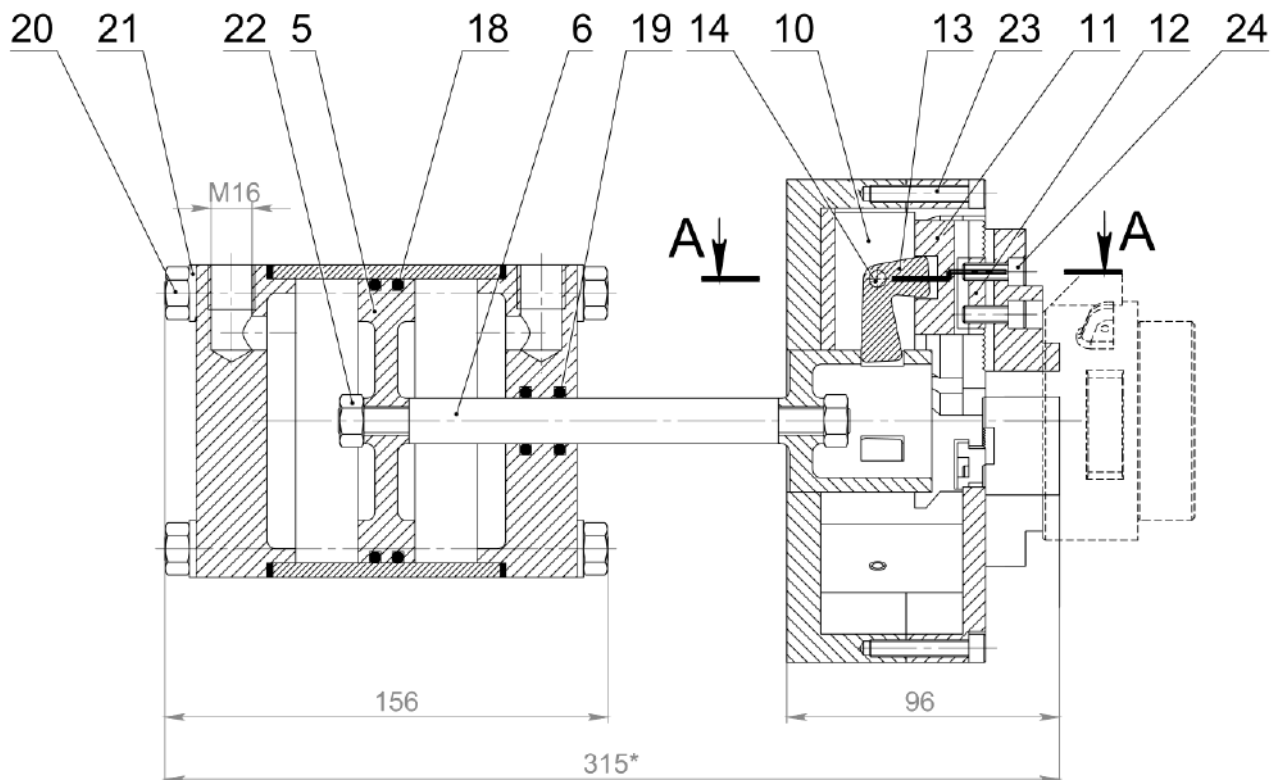
### 1. Проєктування пристосувань.

#### 1.1. Проєктування токарного пристосування.

Для проєктування токарного пристосування за основу взятий аналог – трьохкулачковий патрон, у результаті чого розроблено пневматичний трьохкулачковий патрон, що підходить для серійного виробництва[37][38].

Спроєктоване пристосування ДП ПБ7113.1702.001 СК являє собою спеціальне пристосування для обробки поверхонь на токарному верстаті з ЧПК (рис. 1.1.1).

Опис дії пристосування: при надходженні повітря під тиском до камери пневмоциліндра через отвір у задній кришці поз. 1 диск поз. 5 з силою рухає шток поз. 6 разом із чашею поз. 15 приводить у дію ланки поз. 13, що рухають три ластівчині хвости поз. 11 разом із кулачками поз. 9, закріпленими кріпленнями поз. 12 та гвинтами поз. 24. Кулачки поз. 9 у свою чергу затискають та фіксують муфту вимкнення зчеплення.



**Рис. 1.1.1.** Токарне пристосування ДП ПБ7113.1702.001 СК.

Сила затиску патрона розраховується за формулою:

$$Q = \frac{k \cdot P_Z}{f \cdot R}, \text{ де:}$$

$k$  – коефіцієнт запасу сил затиску,

$P_Z$  – сила різання,

$f$  – коефіцієнт тертя між заготовкою та кулачками,

$R$  – радіус деталі.

$$Q = \frac{2,5 \cdot 139,768}{0,3 \cdot 27,5} = 42,354 \text{ Н}$$

Сила штока пневмоциліндра розраховується за формулою:

$$F = \frac{9,8 \cdot D^2 \cdot \pi \cdot P}{4 \cdot 1000}, \text{ де:}$$

$D$  – діаметр поршня пневмоциліндра,

$P$  – робочий тиск.

$$F = \frac{9,8 \cdot 100^2 \cdot \pi \cdot 1}{4 \cdot 1000} = 76,97 \text{ Н}$$

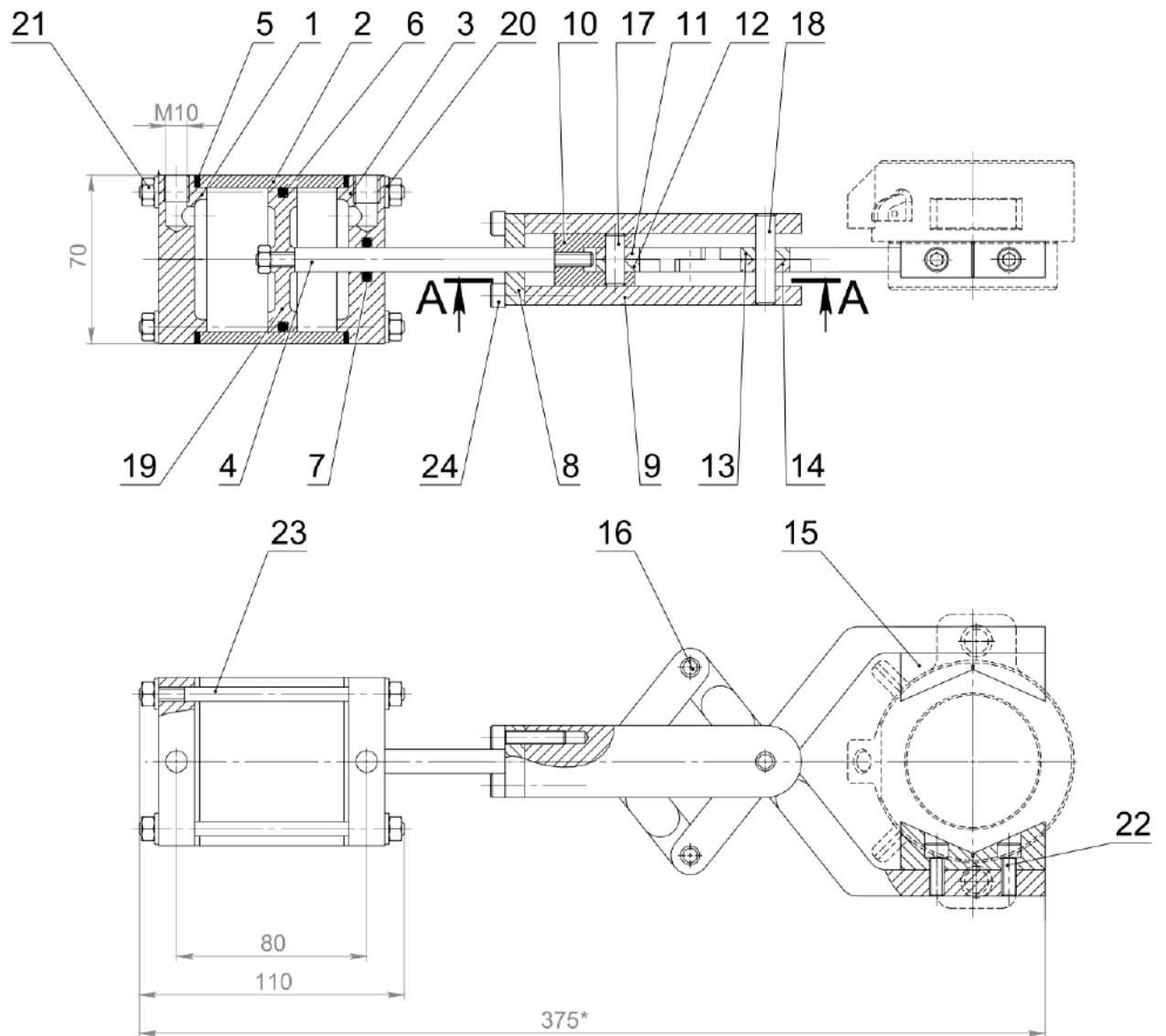
Отже, сила від штока пневмоциліндра є достатньою для затиску спроектованого пневматичного патрона.

## 1.2. Проектування пневматичного прихвата.

Для проектування прихвата робота-маніпулятора за основу взятий аналог – важільний прихват, у результаті чого розроблено пневматичний прихват, що підходить для серійного виробництва[40][41].

Спроекований прихват ДП ПБ7113.1702.002 СК являє собою спеціальне пристосування для маніпуляцій над заготовкою (рис. 1.2.1).

Опис дії пристосування: при надходженні повітря під тиском до камери пневмоциліндра через отвір у передній кришці поз. 3 диск поз. 19 з силою рухає шток поз. 4 разом із тримачем поз. 10 приводить у дію ланки поз. 11 і поз. 12 та два важелі поз. 13 і поз. 14, що закріплені чотирма осями поз. 16, поз. 17 і поз. 18, затискаючи муфту вимкнення зчеплення двома губками поз. 15, що пригвинчені чотирма гвинтами поз. 22.



**Рис. 1.2.1.** Прихват робота-маніпулятора ДП ПБ7113.1702.002 СК.

Сила затиску прихвата розраховується за формулою:

$$Q = \frac{k \cdot m \cdot (g + a)}{2,8 \cdot f}, \text{ де:}$$

$k$  – коефіцієнт запасу сил затиску,

$m$  – маса деталі,

$g$  – прискорення вільного падіння,

$a$  – прискорення прихвата,

$f$  – коефіцієнт тертя між заготовкою та призмами.

$$Q = \frac{2 \cdot 1,1 \cdot (9,81 + 2)}{2,8 \cdot 0,3} = 30,939 \text{ Н}$$

Сила штока пневмоциліндра розраховується за формулою:

$$F = \frac{9,8 \cdot (D^2 - d^2) \cdot \pi \cdot P}{4 \cdot 1000}, \text{ де:}$$

$D$  – діаметр поршня пневмоциліндра,

$d$  – діаметр штока пневмоциліндра,

$P$  – робочий тиск.

$$F = \frac{9,8 \cdot (60^2 - 10^2) \cdot \pi \cdot 1,5}{4 \cdot 1000} = 40,41 \text{ Н}$$

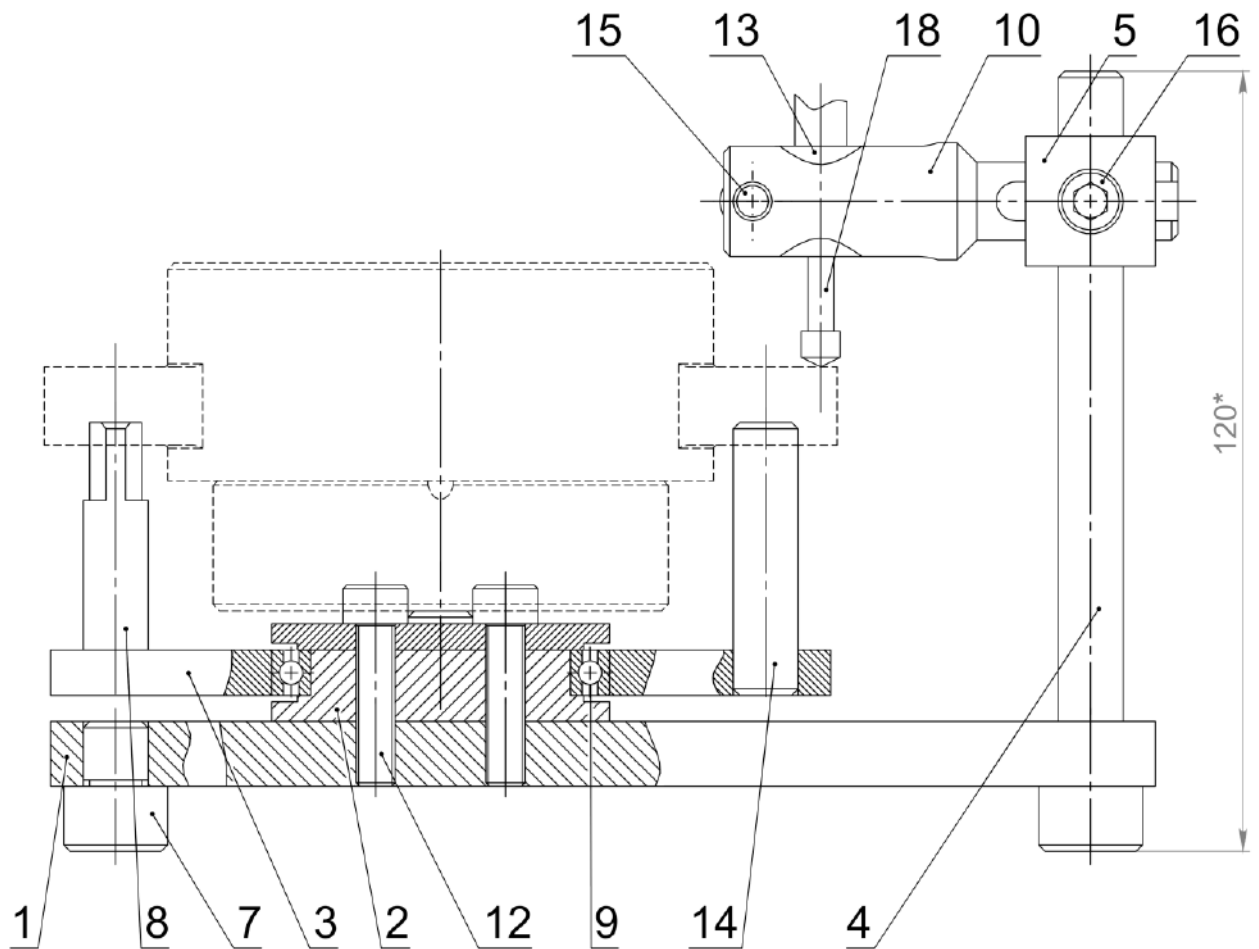
Отже, сила від штока пневмоциліндра є достатньою для затиску спроектованого пневматичного прихвата.

### 1.3. Проектування контрольного пристосування.

Для проектування контрольного пристосування за параметр вимірювання та контролю взято відхилення торців від положення в одній площині не більше, ніж 0,1 мм, у результаті чого розроблено відповідне контрольне пристосування[42][43].

Спроектване контрольне пристосування ДП ПБ7113.1702.003 СК являє собою спеціальне пристосування для контролю відхилення торців від положення в одній площині не більше, ніж 0,1 мм (рис. 1.3.1).

Опис дії пристосування: муфта вимкнення зчеплення базується на три пальці поз. 17 та фіксується точним пальцем поз. 14 і зрізаним пальцем поз. 8, після чого вимірюється контрольований параметр датчиком годинникового типу поз. 18, що зафіксовано втулкою поз. 13 і гвинтом з накаткою поз. 15 у направляючій поз. 10. За допомогою підшипника поз. 9, що зафіксовано основою поз. 2 і кришкою поз. 11 двома гвинтами поз. 12 у плиту поз. 1, круг може обертатися навколо своєї вісі, що дозволяє проводити вимірювання.



**Рис. 1.3.1.** Контрольне пристосування ДП ПБ7113.1702.003 СК.

Для використання контрольного пристосування похибка його вимірювань не повинна перевищувати третину від контрольованого параметру.

Похибка контрольного пристосування розраховується за формулою:

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2} \leq \frac{1}{3} TD, \text{ де:}$$

зліва – середнє квадратичне значення всіх похибок вимірювань,

TD – значення контрольованого розміру.

Основні похибки, що можуть впливати на вимірювання параметра:

$\varepsilon_y = 0,008$  – похибка установки (кронштейн);

$\varepsilon_3 = 0,003$  – похибка закріплення (базування на точний і зрізаний палець);

$\varepsilon_i = 0,001$  – похибка зносу (елементи закріплення);

$\varepsilon_{\text{вим}} = 0,001$  – похибка вимірювань (індикатор годинникового типу).

Підставивши значення в формулу, отримуємо:  $0,00866 \leq 0,033333$ .

Отже, так як нерівність вірна, контрольне пристосування допускається до проведення вимірювань та контролю параметра відхилення торців від положення в одній площині не більше, ніж 0,1 мм.

## 2. Деталювання деталей пристосувань.

Для деталювання деталей пристосувань на листі формату А1 вибрано 7 деталей, а саме:

ДП ПБ7113.1702.001.05,

ДП ПБ7113.1702.001.07,

ДП ПБ7113.1702.002.10,

ДП ПБ7113.1702.002.15,

ДП ПБ7113.1702.003.03,

ДП ПБ7113.1702.003.05,

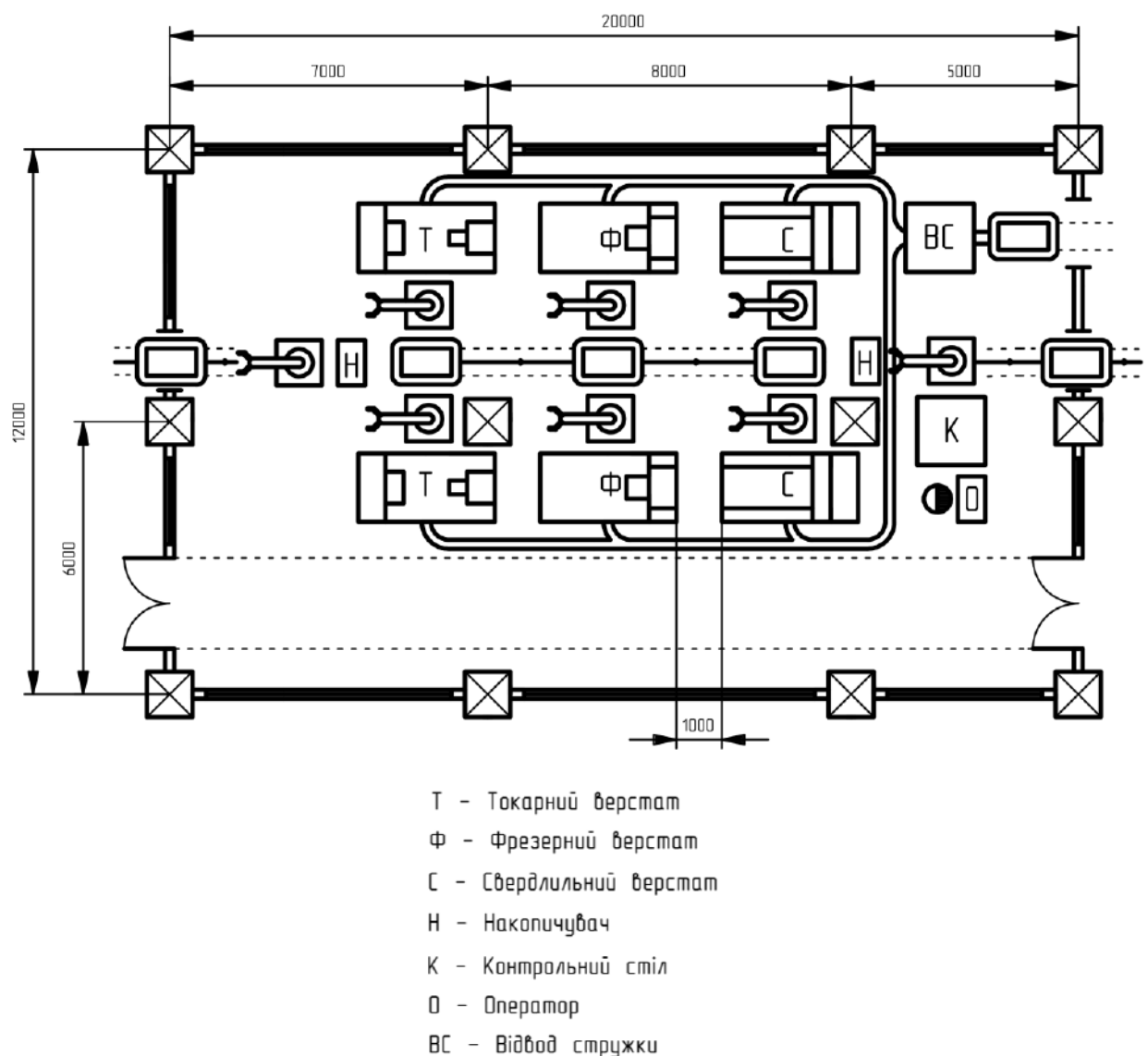
ДП ПБ7113.1702.003.06.

Усі кресленики оформлено згідно вимог і стандартів, указаних у ГОСТ[44][45].

## 3. Проектування автоматизованої дільниці.

У ході розробки плану автоматизованої дільниці ДП ПБ7113.1702.004 спроектовано розміщення 6-ти верстатів з ЧПК, серед яких: 2 токарних верстати моделі OPTturn L440, 2 фрезерних верстати моделі Vector 2115F та 2 свердлильних верстати моделі KSB 40 CNC (рис. 3.1). Усі вони розміщені по ходу виконання технологічного процесу, що дозволяє його автоматизувати та виготовляти делать, муфту вимкнення зчеплення, за

максимально короткий і вигідний час, а також для підвищення потужностей автоматизованої ділянки верстати розміщені у два ряди, поміж якими прокладений шлях візків від одного накопичувача до іншого: у перший завантажуються отримані деталі, а у другий механічно оброблені деталі проходять контролювання параметрів за контрольним столом, після чого перенаправляються в інший відділ[46]. До всіх верстатів підведений відвод стружки, який також згодом передається до іншого відділу за допомогою візка. Загальна площа ділянки склала 200 м<sup>2</sup>.



**Рис. 3.1.** План автоматизованої ділянки ДП ПБ7113.1702.004.

## ВИСНОВКИ

У ході виконання дипломного проєкту, розроблено технологічний процес для серійного автоматизованого виробництва деталі – муфта вимкнення зчеплення та спроектовано токарне і контрольне пристосування, пристрій автоматизації, план ділянки і виконано деталювання пристосувань. Розраховані припуски на механічну обробку зовнішньої поверхні муфти вимкнення зчеплення та одного з отворів. Спроектовано технологічний маршрут та операційні карти технології виготовлення муфти вимкнення зчеплення, розраховані режими різання та технічне нормування. Для розрахунку режимів різання однієї з поверхонь муфти вимкнення зчеплення та одного з отворів вибрано твердосплавний різець та твердосплавне свердло.

Вибрано необхідне обладнання для механічної обробки: токарний верстат ЧПК моделі OPTiturn L440, фрезерний верстат ЧПК моделі Vector 2115F, свердлильний верстат ЧПК моделі KSB 40 CNC, обґрунтовано їх вибір та описано технічні характеристики.

Спроектовано пристосування для токарної обробки, пневматичний прихват та пристосування для контролю. Виконано кресленики 7-ми деталей на листі формату А1 при деталюванні, а також розроблено план автоматизованої ділянки.

Перелік проведеної та виконаної роботи у дипломному проєкті:

- 1) Розроблено ТП виготовлення деталі, ОК та МК;
- 2) Підібрано обладнання: токарний верстат ЧПК моделі OPTiturn L440, фрезерний верстат ЧПК моделі Vector 2115F, свердлильний верстат ЧПК моделі KSB 40 CNC;
- 3) Розраховано припуски та проміжні розміри на механічну обробку однієї з зовнішніх поверхонь муфти вимкнення зчеплення та одного з отворів;
- 4) Розраховано режими різання операцій фрезерування та свердління;
- 5) Розраховано норми часу операцій фрезерування та свердління.

- 6) Спроектовано пристосування: патрон для токарної обробки, прихват для автоматизації та контрольне пристосування для контролювання параметра.
- 7) Виконано кресленики 7-ми деталей на листі формату А1 при деталюванні згідно всіх вимог за стандартів ГОСТ.
- 8) Розроблено план автоматизованої ділянки з урахуванням потреб при серійному виробництві деталі муфта вимкнення зчеплення.

## ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА

1. [ru.wikipedia.org/wiki/Приборостроение](http://ru.wikipedia.org/wiki/Приборостроение)
2. [opiobjektid.tptlive.ee/Automatiseerimine/3](http://opiobjektid.tptlive.ee/Automatiseerimine/3)
3. Юрчишин І.І. Технологія машинобудування Посібник довідник для виконання кваліфікаційних робіт: Навч. посібник / І.І. Юрчишин, М.Л. Кукляк, Я.М. Кусій, В.В. Ступницький, В.А. Яцюк, А.М. Кук, С.М.Махоркін, В.Р.Свізінський / За ред. І.І. Юрчишина.– Львів; Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2009.– 526 с.
4. Сыроватченко П.В. (ред.) Справочник технолога-приборостроителя. Том 1 В 2-х томах. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1980. — 607 с.: ил
5. [delta-grup.ru/bibliot/14/89.htm](http://delta-grup.ru/bibliot/14/89.htm)
6. Справочни технолога – машиностроителя: В 2 т.(Под ред. А.Г. Кошевой и Р.К. Мещерякова). – М.Машиностроение, 1985. – 1986.
7. Кутай А.К. (ред.) Справочник по производственному контролю в машиностроении. 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение (Ленингр. отд-ние), 1974. — 676 с.: ил.
8. [wikipedia.ua.nina.az/wiki/Коефіцієнт\\_використання\\_матеріалу](http://wikipedia.ua.nina.az/wiki/Коефіцієнт_використання_матеріалу)
9. Антонюк В.С., Сорока Е.Б. Конструирование дискретно-модифицированных износостойких поверхностей // Упрочняющие технологии и покрытия - 2008. – No 10. - С. 8 - 13.
10. [grandars.ru/student/ekonomicheskaya-teoriya/tip-proizvodstva.html](http://grandars.ru/student/ekonomicheskaya-teoriya/tip-proizvodstva.html)
11. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. (ред.) Справочник технолога-машиностроителя. Том 1 – 4-е изд., -М.: Машиностроение, -1986. - 496с, ил.
12. Марчук В.І. Технологія приладобудування: навчальний посібник / В.І. Марчук, В.Ю. Заблоцький. –Луцьк : РВВ ЛНТУ, 2015. –216 с.

13. Валетов В.А. Технология приборостроения. Учебное пособие/ В.А.Валетов, К.П.Помпеев.–СПб.: НИУ ИТМО, 2013. –234 с  
[books.ifmo.ru/file/pdf/1373.pdf](http://books.ifmo.ru/file/pdf/1373.pdf)
14. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. Т. 1. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И. Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001.
15. [umlz.com.ua/lite-po-vyplavlyаемым-modelyam](http://umlz.com.ua/lite-po-vyplavlyаемым-modelyam)
16. [bibliotekar.ru/slesar/26.htm](http://bibliotekar.ru/slesar/26.htm)
17. Справочник технолога-машиностроителя (Под ред. В.М. Кована). – М.: Машгиз 1963. – 52 с.
18. [ngpedia.ru/id345460p3.html](http://ngpedia.ru/id345460p3.html)
19. 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.
20. [docs.cntd.ru/document/1200012135](http://docs.cntd.ru/document/1200012135)
21. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков Справочник – Издание 7-е, переработанное. М. «Машиностроение»,1979г
22. [dneprstan.com.ua/optiturn-cnc-l440-l460-3514410](http://dneprstan.com.ua/optiturn-cnc-l440-l460-3514410)
23. Антонюк В.С. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин // Резание и инструмент в технологических системах. – Межд. науч.-техн. сборник. - Харьков: НТУ «ХПИ», 2007. – С. 25-31
24. Антонюк В.С., Выслоух С.П., Мазур В.А., Самоутугин С.С. Оптимизация технологических параметров процесса формирования упрочняющих покрытий. // Технологические системы. Киев. 2003 No 4. С.44–48.
25. Даценко М.А., Стапаненко А.М., Усачев П.А., Антонюк В.С. Моделирование сил резания при контурном фрезеровании концевыми

- фрезами // [Вісн. Сум. держ. ун-ту. Сер. Техн. науки](#). - 2010. - № 4. - С. 154-158.
26. [vector-cnc.com.ua/vector\\_2115\\_f](http://vector-cnc.com.ua/vector_2115_f)
27. 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», 1976, 136 с.
28. [knuth-industry.ru/catalog/sverlilnyie-stanki/vertikalnyie-sverlilnyie-stanki/cveplilnyie-ctanki-s-chpu/sverlilnyij-standok-s-chpu-ksb-40-cnc](http://knuth-industry.ru/catalog/sverlilnyie-stanki/vertikalnyie-sverlilnyie-stanki/cveplilnyie-ctanki-s-chpu/sverlilnyij-standok-s-chpu-ksb-40-cnc)
29. І.О. Гурко, М.Ф. Бренкдуля, С.М. Доценко Технологія обробки типових деталей (курсове проектування). Навчальний посібник . – Львів: «Новий світ–2000», 2006 – 576 с.
30. Barandych, K.S., Vysloukh, S.P. & Antonyuk, V.S. Ensuring Fatigue Life of Parts During Finish Turning with Cubic Boron Nitride Tools. J. Superhard Mater. 40, 206–215 (2018).  
<https://doi.org/10.3103/S1063457618030085>
31. Расчет режимов резания. Учебное пособие / Безъязычный В.Ф., Аверьянов И.Н., Кордюков А.В. – Рыбинск: РГАТА, 2009. – 185 с.
32. Общемашиностроительные нормативы режимов резания. Справочник В 2-х т .: Т. 1/А. Локтев, И.Ф. Гуцин, В.А. и др. М.: Машиностроение, 1991 – 640 с.
33. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч.1. Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, сверлильные, строгальные, долбежные и фрезерные станки. Издательство: Машиностроение Год: 1974.
34. [frezer-kr.com.ua/rezec-podreznoy-otognutyy-12h12h100-vk8-chiz](http://frezer-kr.com.ua/rezec-podreznoy-otognutyy-12h12h100-vk8-chiz)
35. Антонюк В.С. «Основи підвищення працездатності різального інструменту шляхом формування зносостійких покриттів дискретного типу» // Автореферат д-р техн. наук. Київ - 2006. – 36 с.

36. Antonyuk, V.S., Soroka, E.B., Lyashenko, B.A., Rutkovskii, A.V. Discontinuous coatings on cutting tools // Strength of Materials, 39, No 1, 99 – 102 (2007).
37. [sverla.info/sverla/sverla-tverdosplavnye/sverlo-tverdosplavnoe-po-metallu-10-mm](http://sverla.info/sverla/sverla-tverdosplavnye/sverlo-tverdosplavnoe-po-metallu-10-mm)
38. Покриття у приладобудуванні: / В. С. Антонюк, Г. С. Тимчик, Ю. Ю. Бондаренко [та ін.] // К.: НТТУ «КПІ», 2016. – 360 с.
39. ДСТУ 2413-94 «Основні норми взаємозамінності. Шорсткість поверхні. Терміни та визначення.»
40. ГОСТ 6636-69 Основные нормы взаимозаменяемости нормальные линейные размеры [files.stroyinf.ru/Data/375/37585.pdf](http://files.stroyinf.ru/Data/375/37585.pdf) ДСТУ 2413-94
41. ДСТУ ГОСТ 2.104:2006. Єдина система конструкторської документації. [online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=55417](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=55417)
42. ДСТУ 3321:2003 «Система конструкторської документації «Терміни та визначення основних понять».
43. Ю.С., Альбом контрольно-измерительных приспособлений, 1998.
44. Ачеркан Справочник машиностроителя в 6 томах Т1 – Издательство: Машгиз.
45. Справочник контрольного мастера, Кутай А.К. – Издательство: Лениздат Год: 1980.
46. ГОСТ 25347-82 Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Поля допусков и рекомендуемые посадки [ntcexpert.ru/documents/docs/normativs/gost\\_25346-89.pdf](http://ntcexpert.ru/documents/docs/normativs/gost_25346-89.pdf)
47. ДСТУ 3008-95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан приладобудівного факультету

\_\_\_\_\_ Г.С. Тимчик

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

**АКТ**

про впровадження результатів виконання дипломного проекту  
в освітній процес кафедри виробництва приладів  
бакалавранта **Сябрєнка Владислава Віталійовича**  
на тему: «**Автоматизована діляниця виготовлення муфти зчєплення**»

Комісії у складі:

Голова – заступник декана приладобудівного факультету з навчально-методичної роботи, к.т.н. доцент Філіппова М.В.;

Члени комісії: - в.о завідувача кафедри виробництва приладів, д.т.н., професор Анто́нюк В.С.

- доцент кафедри виробництва приладів, к.т.н., доцент Подолян О.О.,

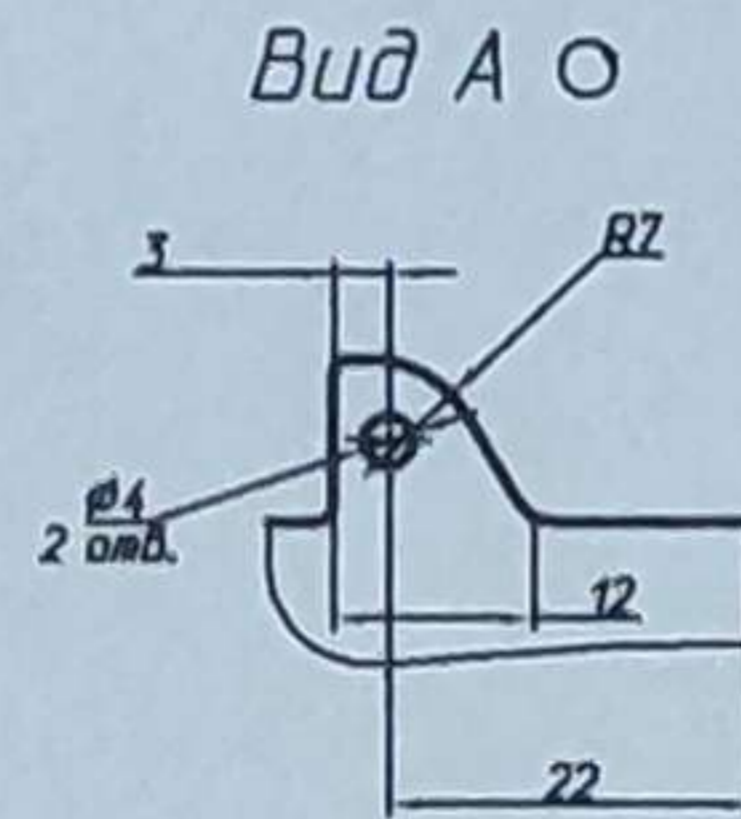
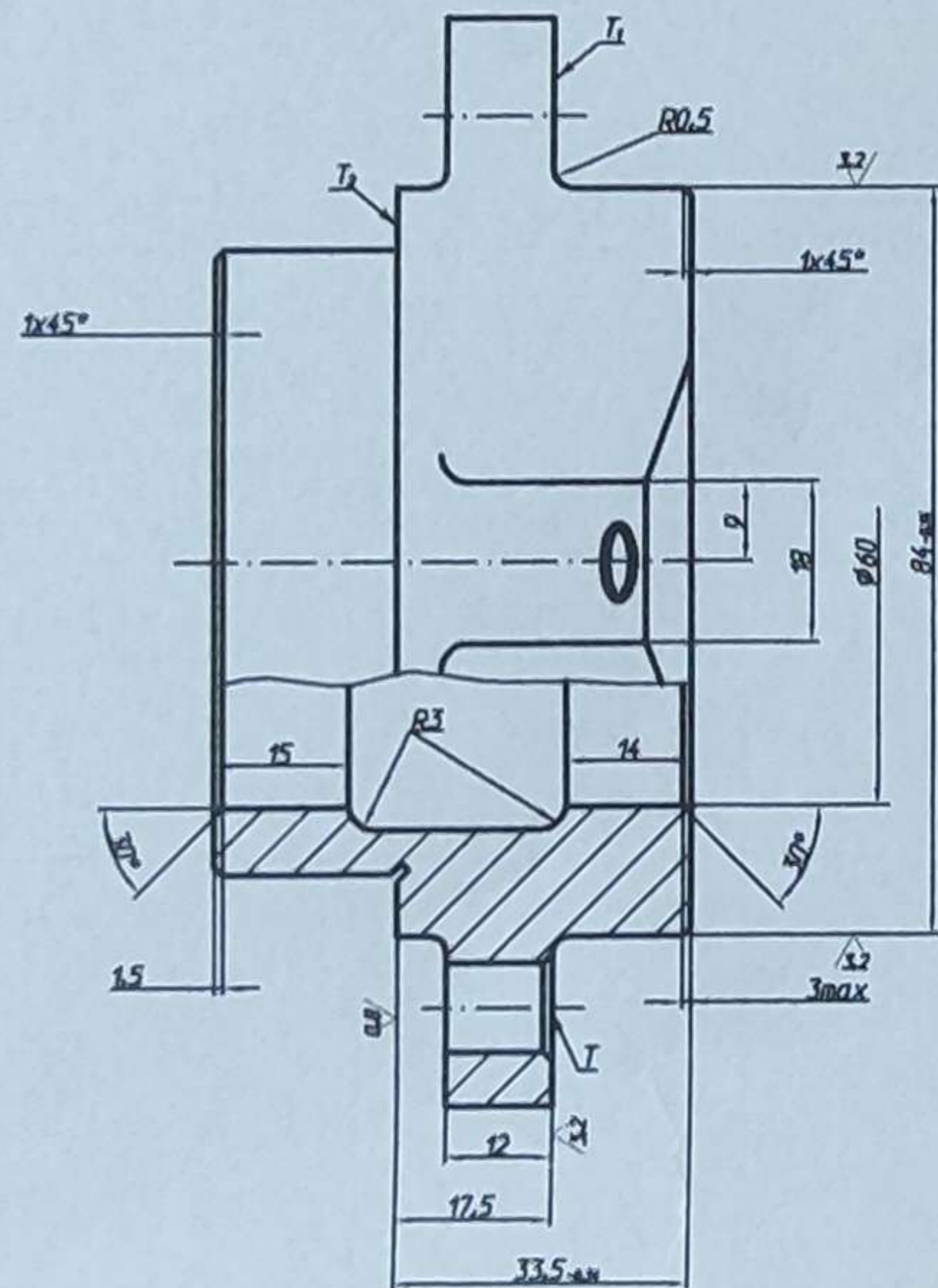
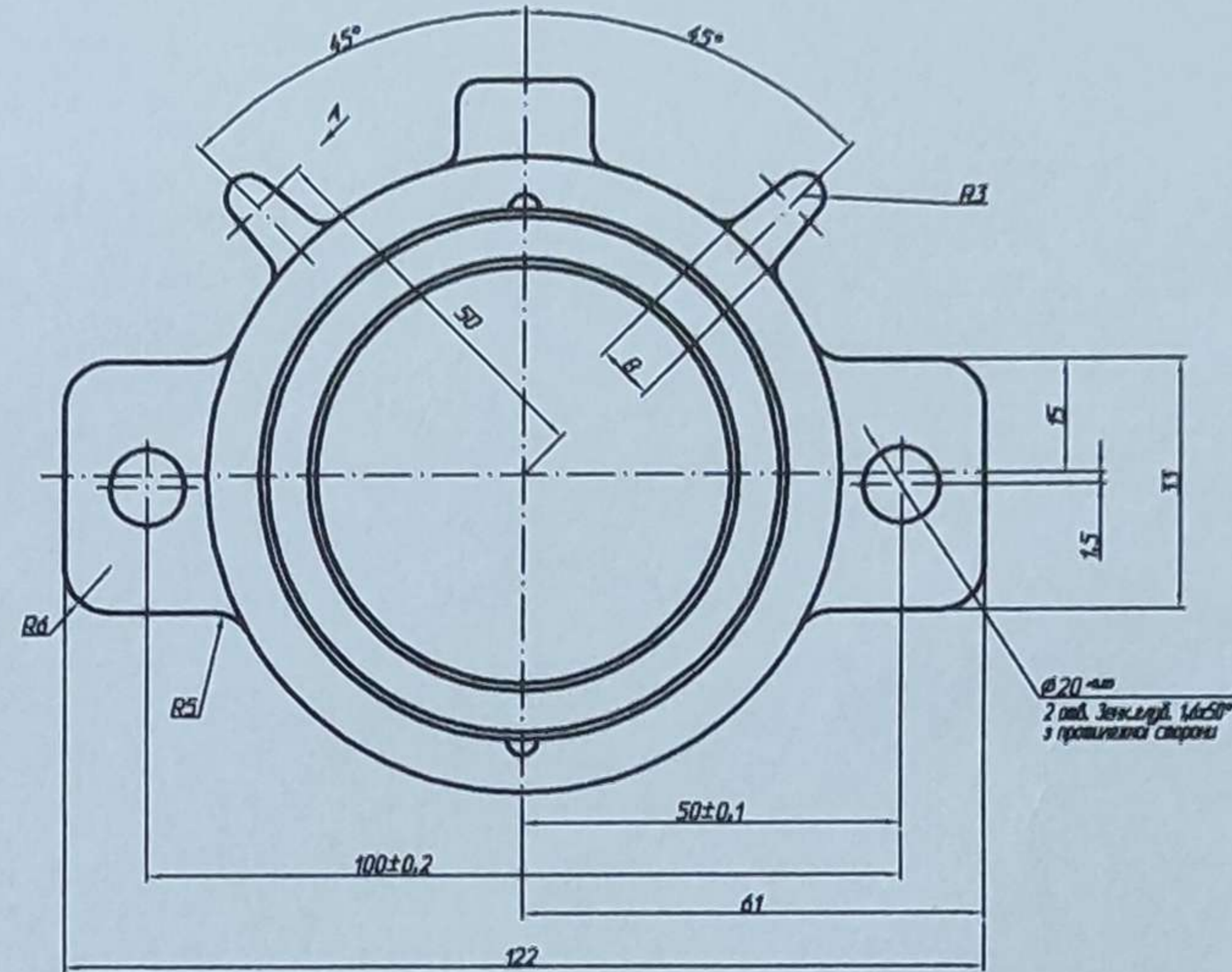
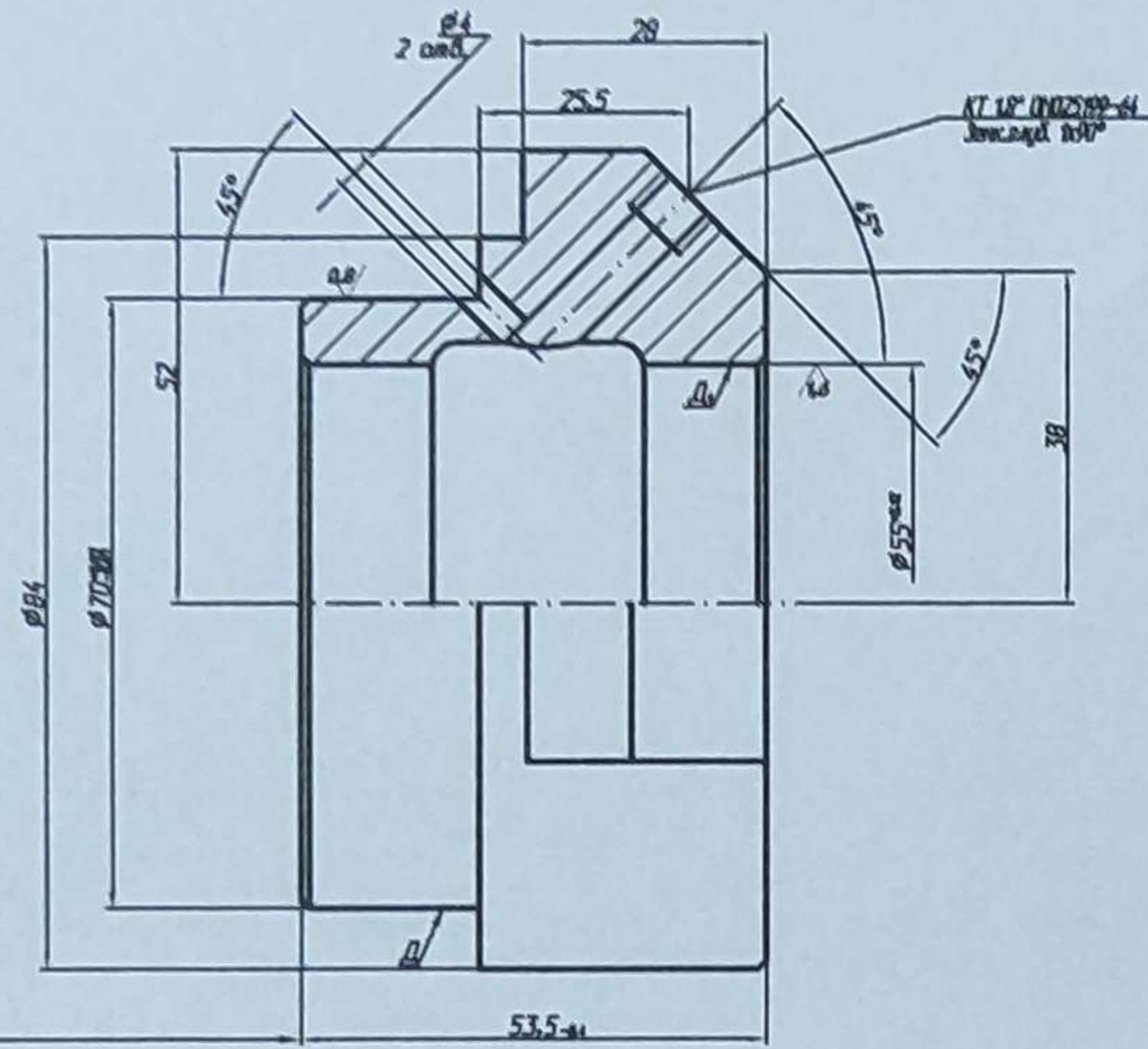
цим актом засвідчує те, що результати виконання дипломного проекту Сябрєнка Владислава Віталійовича на тему: «Автоматизована діляниця виготовлення муфти зчєплення» - а саме, отримані результати у ході виконання даного проекту, що використовуються при проведенні лекцій та лабораторних практикумів у ході навчального процесу викладачами кафедри виробництва приладів приладобудівного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Голова комісії \_\_\_\_\_ М.В.Філіппова

Члени комісії \_\_\_\_\_ В.С. Анто́нюк

\_\_\_\_\_ О.О. Подолян

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021р.

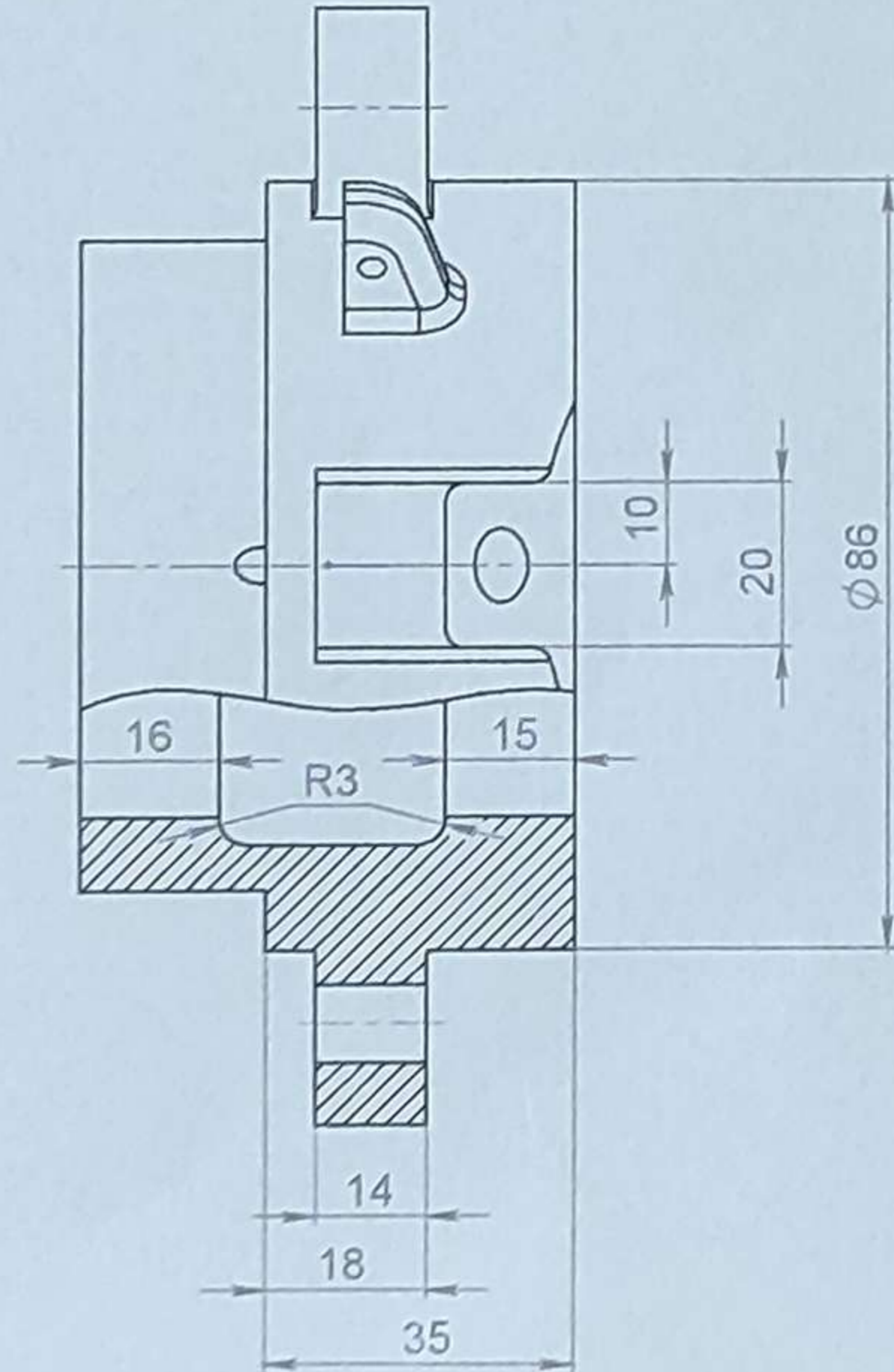
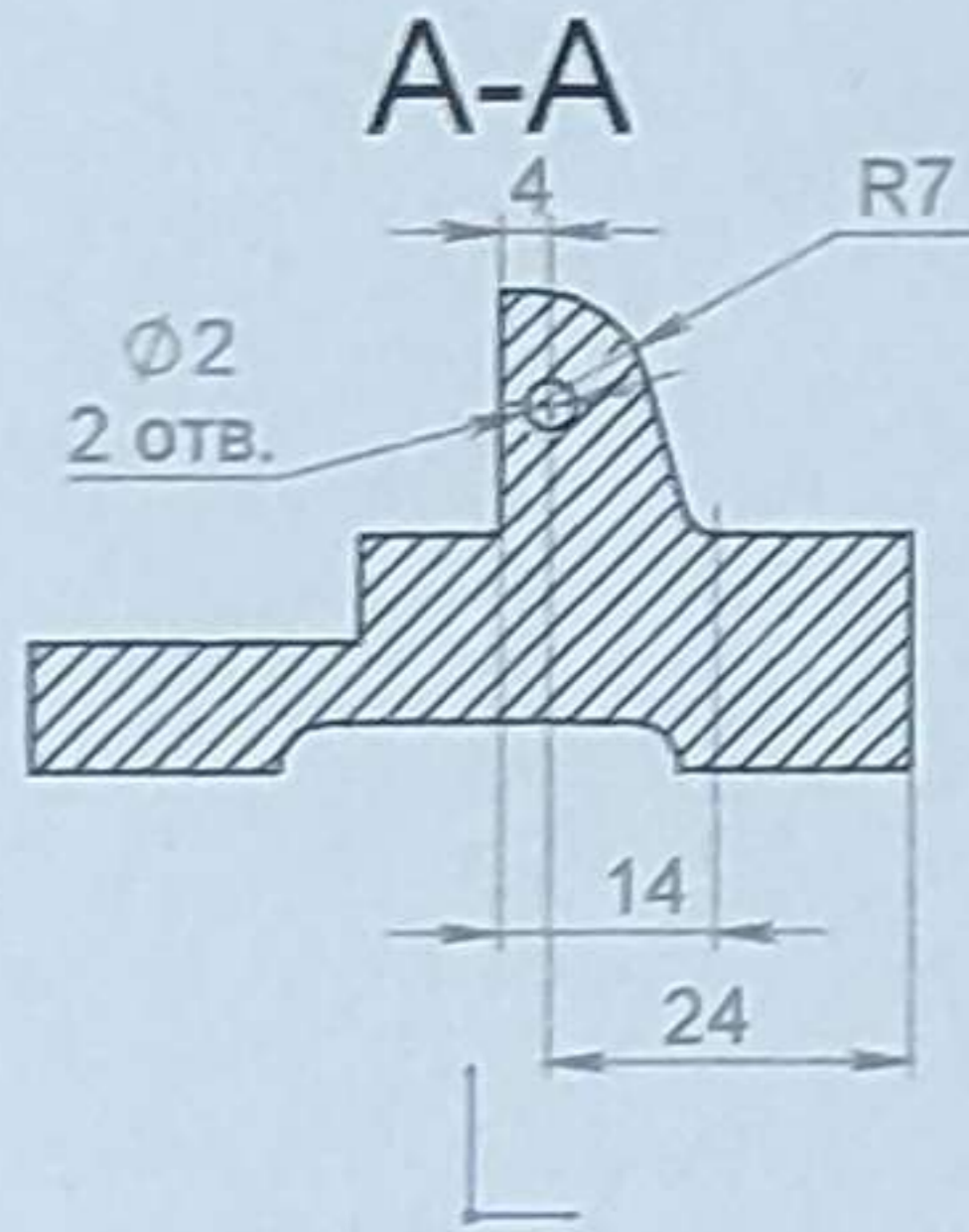
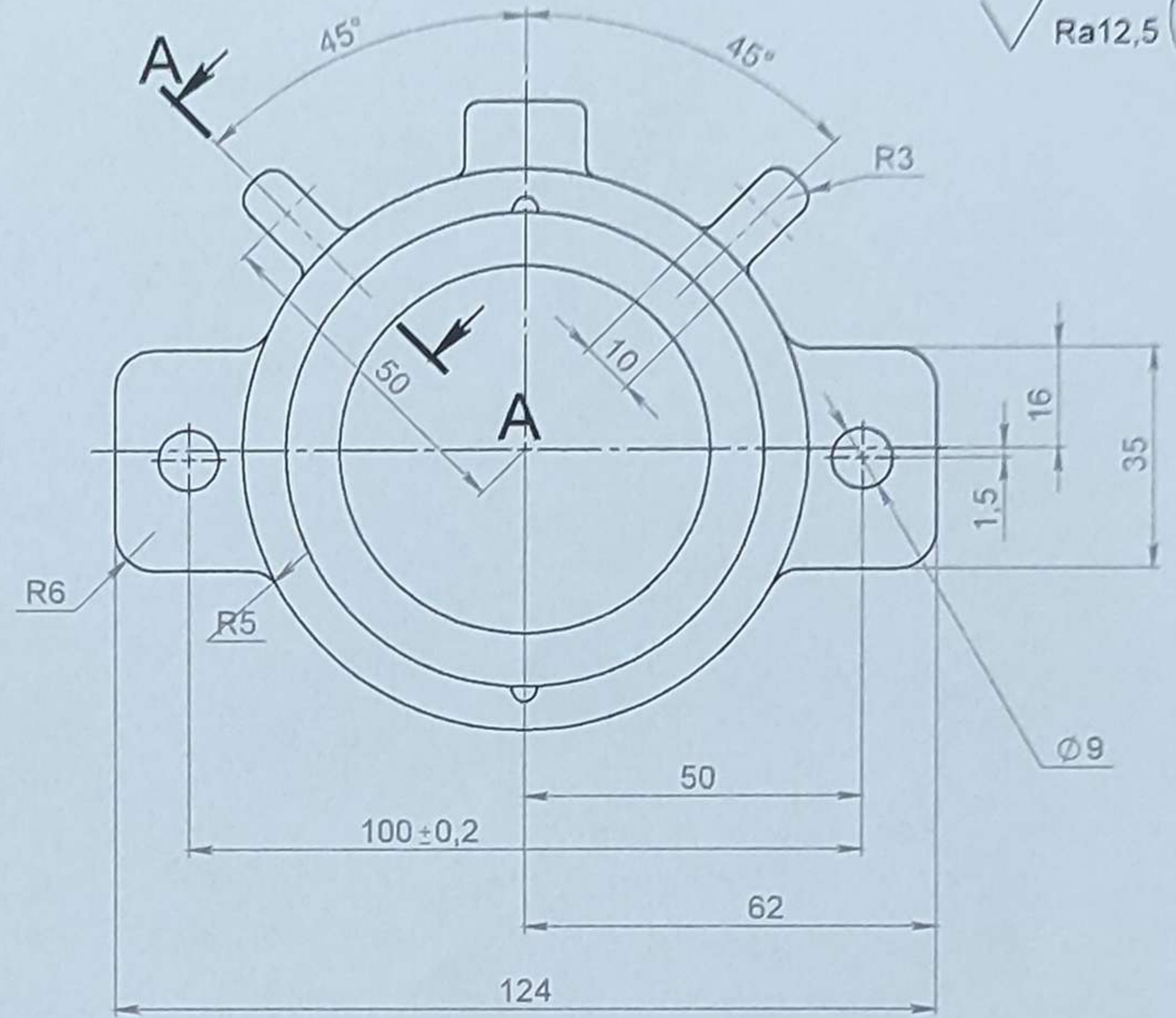
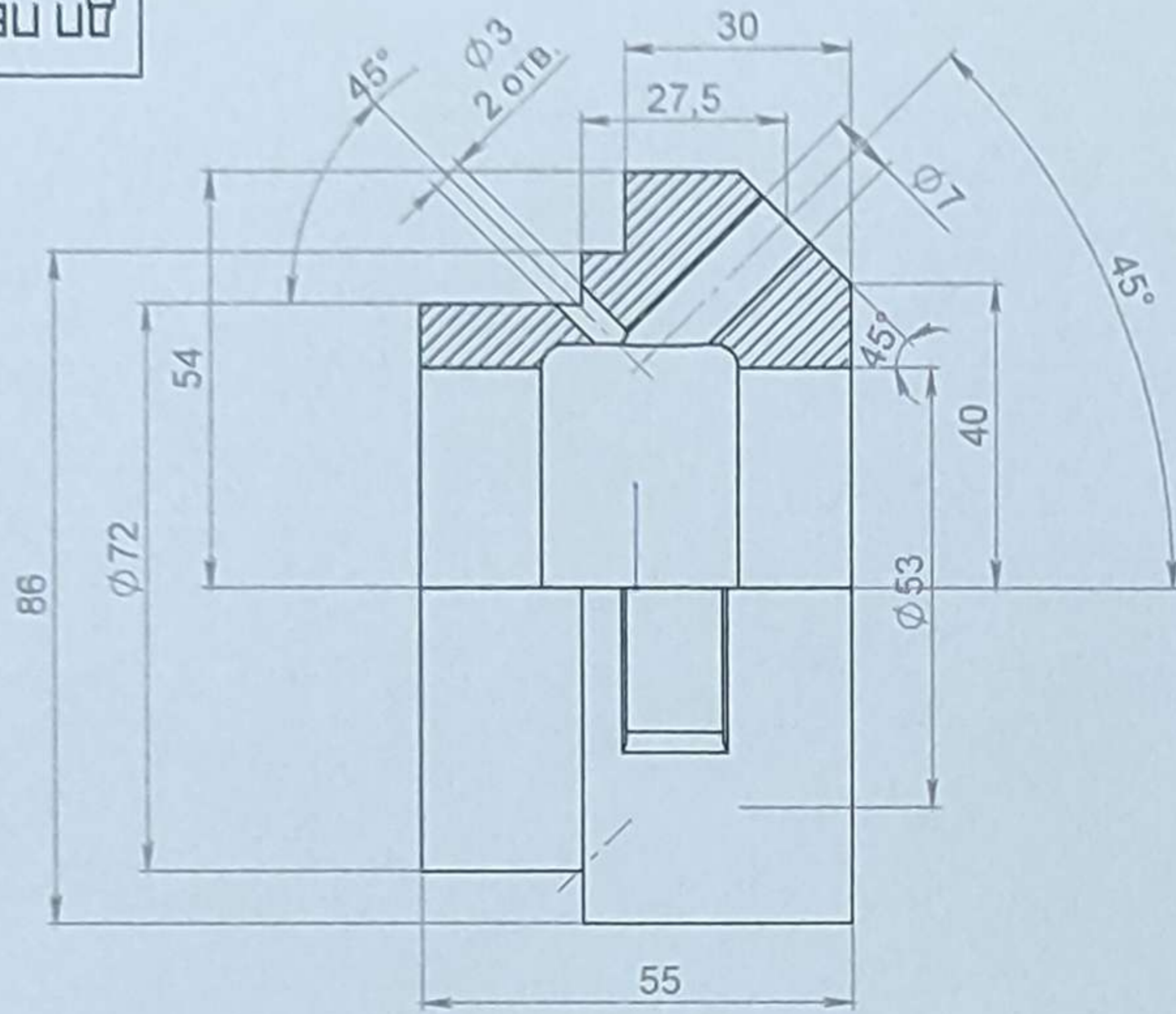


1. Невказані допуски відливки по Ілкл ГОСТ 1855-55.
2. Невказані радіуси скрулення в литві 2...3мм.
3. Невказані уклони литви 2°.
4. 170...24 П-В.
5. Додаткові ТТ до відливки по ГОСТ 1412-70.
6. Взаємне біття поверхонь D та D<sub>1</sub>: max 0,05мм.
7. Допуск перпендикулярності торців T, T<sub>1</sub> та T<sub>2</sub> відносно осі поверхні D, max 0,08мм.
8. Відхилення торців T та T<sub>1</sub> від положення в одній площині max 0,1мм.
9. Заусенці та гострі кромки не допустимі.
10. Покриття: Хн.Фос.прн. ГОСТ 9.075-77.
11. Гострі кромки притупити.
12. Допустима остатня намагніченість не більше 0,3а.
13. Інші технічні вимоги по ОСТ 4Г 0.70.014.
14. Маркірувати виріб згідно заводського номеру.
15. Зберігати та транспортувати в спеціальній тарі.

				ДПБ.3119.1702.001		
				Муфта вимкнення зчеплення		
				Чавун сріб СЧ21-40 ГОСТ 1421-70		
Лист	Колір	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
1	2,5	21				
				НТУУ "КПІ"		

ДП ПБ7113.1702.001.00

✓ Ra12,5 (✓)



1. Невказані граничні відхилення H12, h12, IT14/2
2. Невказані допуски відливки по Ікл ГОСТ1855-55.
3. Невказані радіуси скруглення в литті 2...3мм.
4. Невказанні уклони лиття 2°.
5. 170...241НВ.
6. Додаткові ТТ до відливки по ГОСТ1412-70.

Справ. №

Подп. и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Име. № подл.

ДП ПБ7113.1702.000.01

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Сябренко В.В.	✓	
Пров.		Антонюк В.С.	✓	
Т. контр.				
Н. контр.				
Утв.				

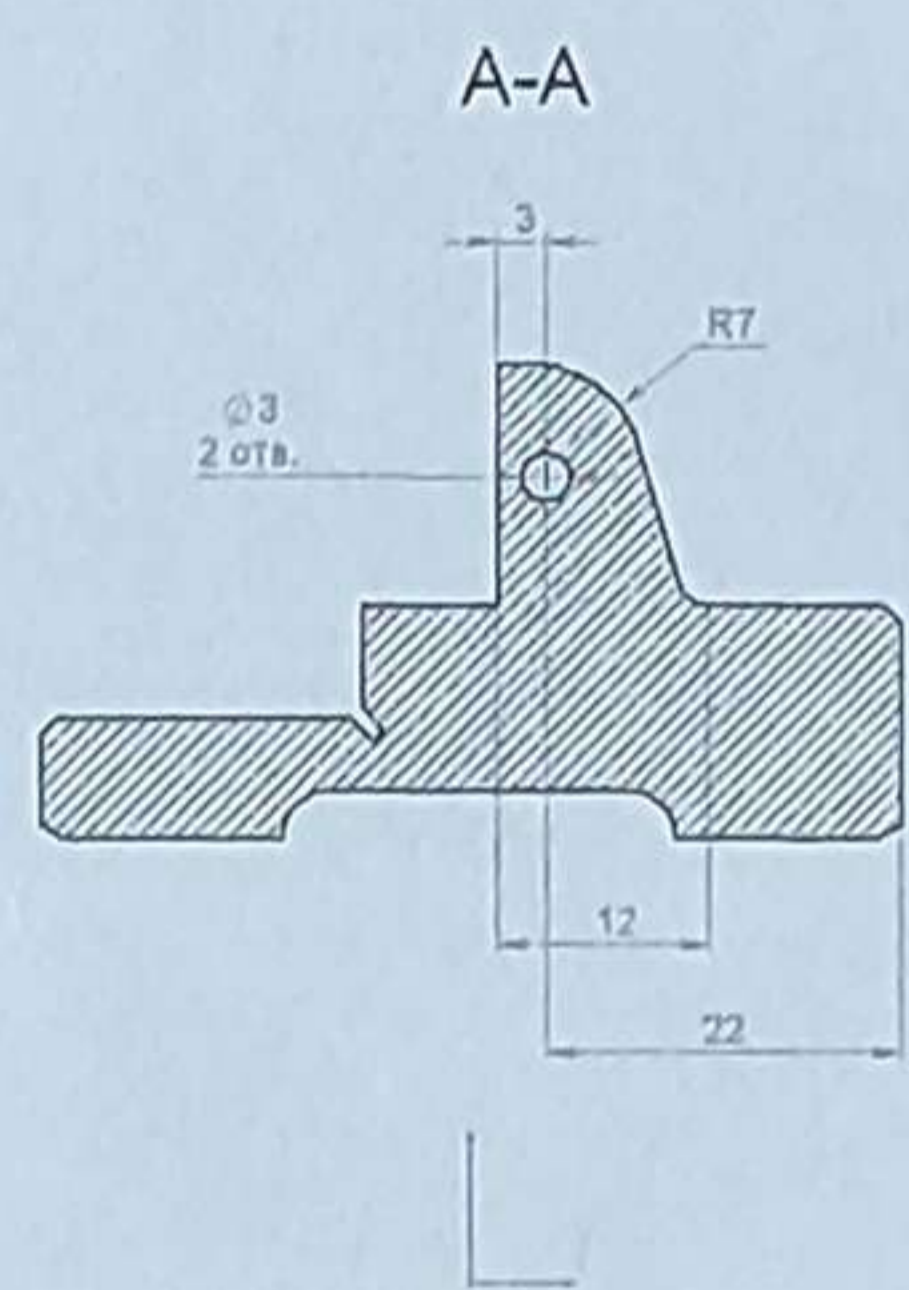
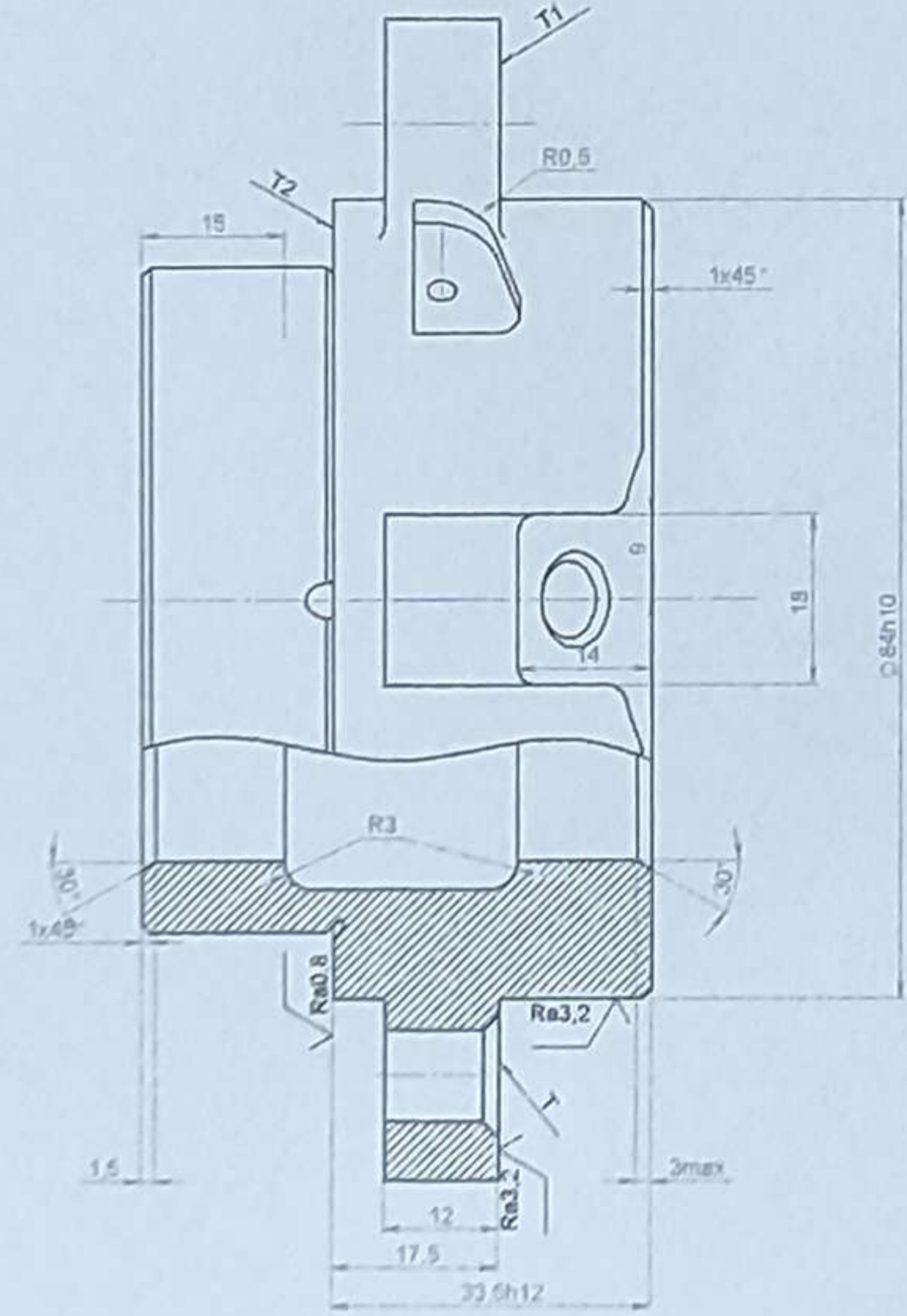
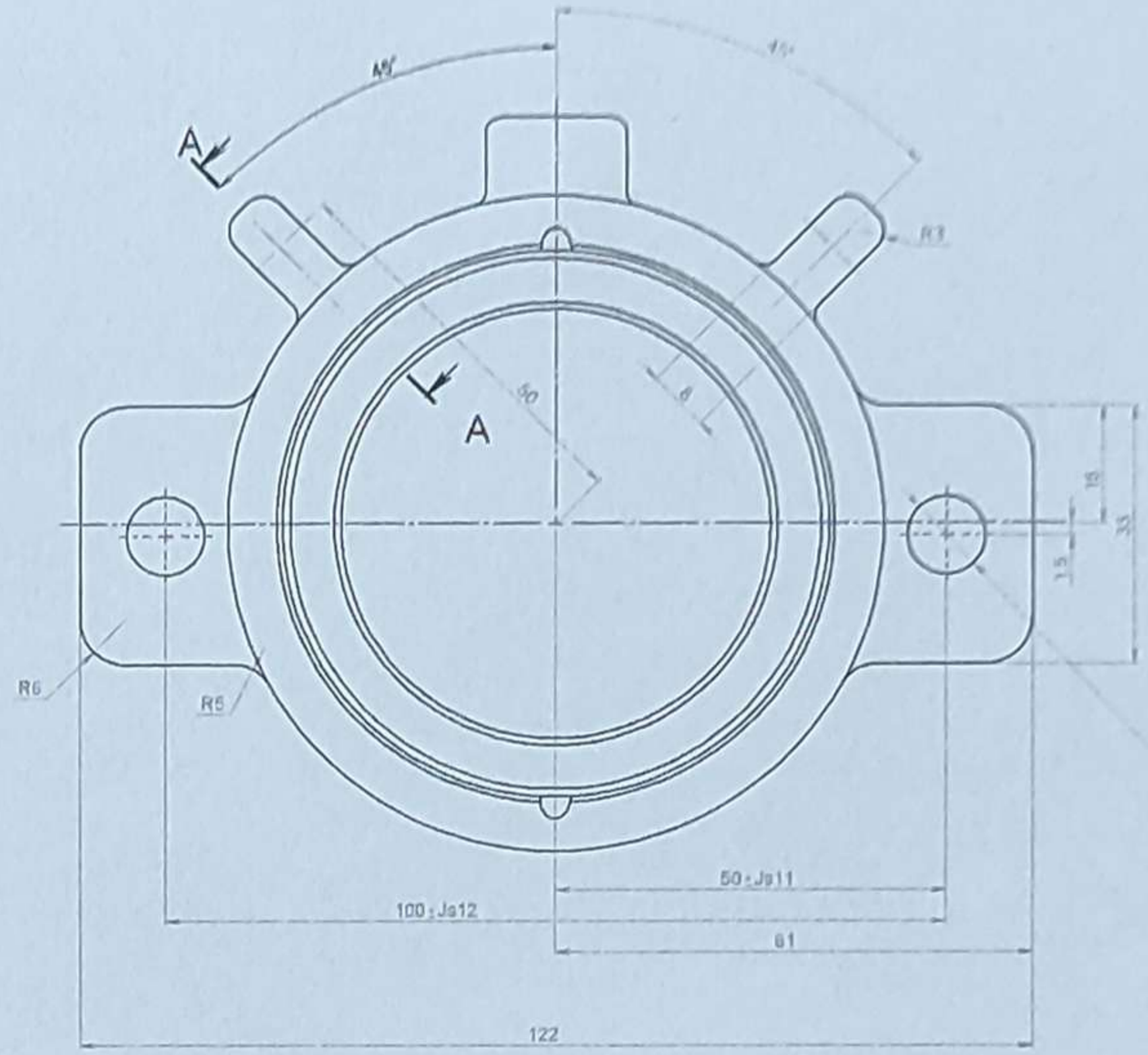
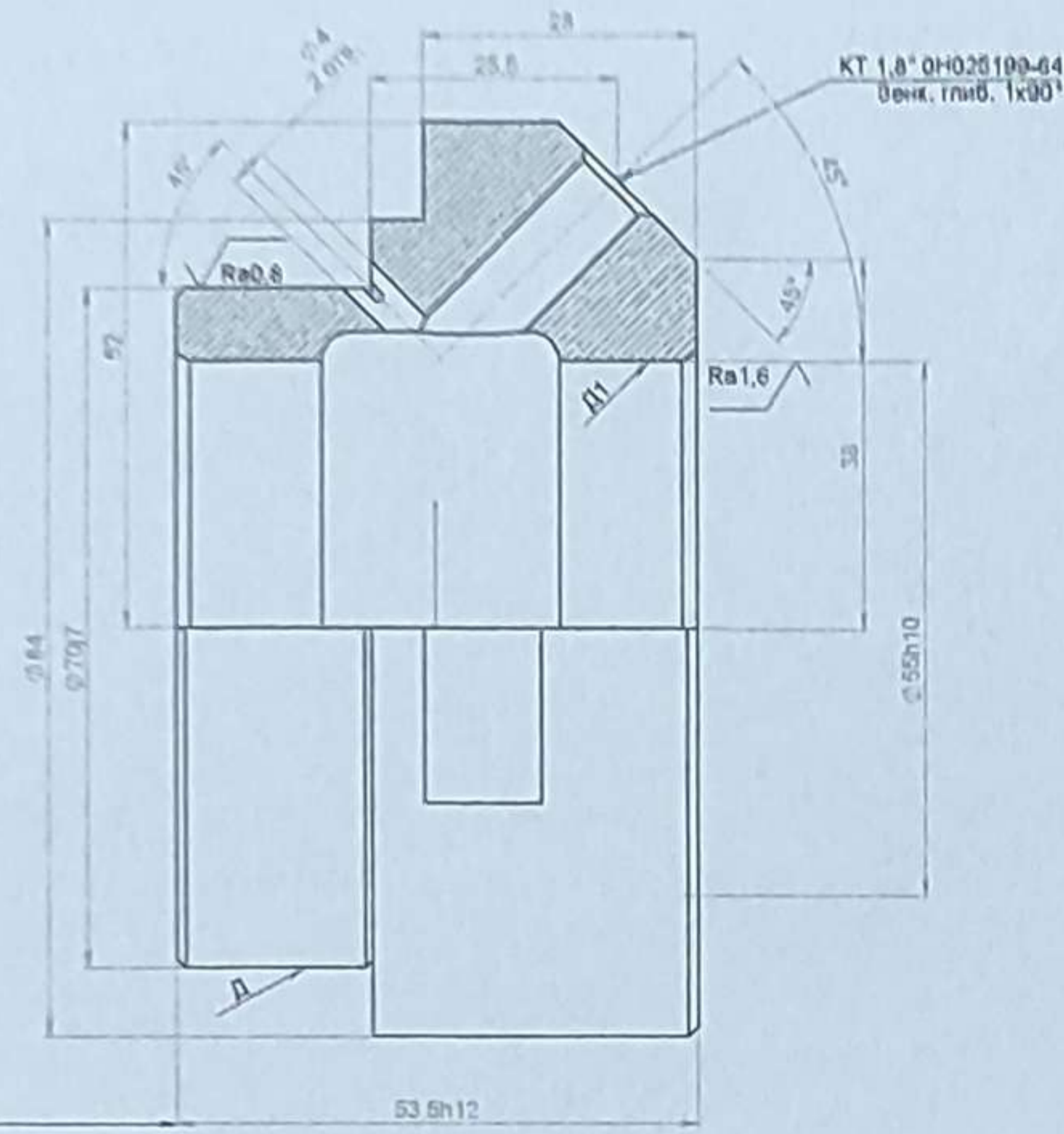
Заготовка

Чавун сірий СЧ21-40  
ГОСТ 1412-70

Лит.	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	

ПБФ, ПБ-71

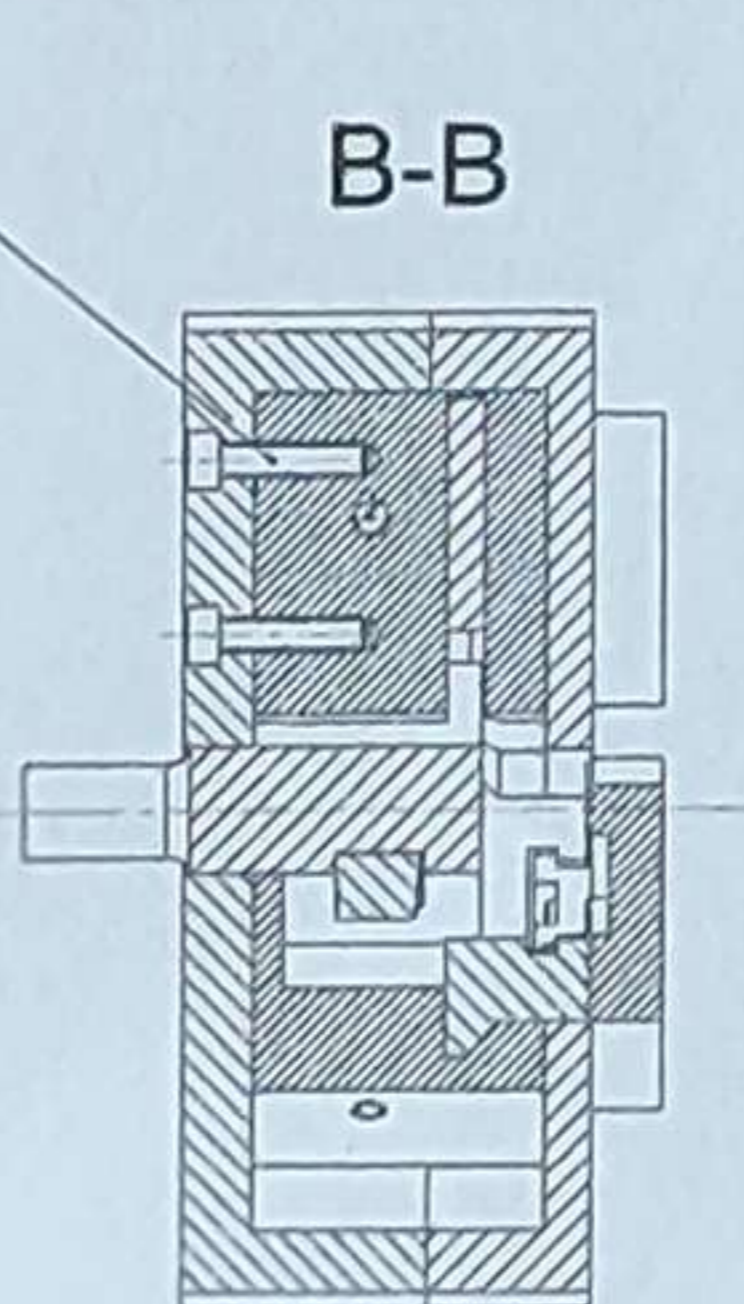
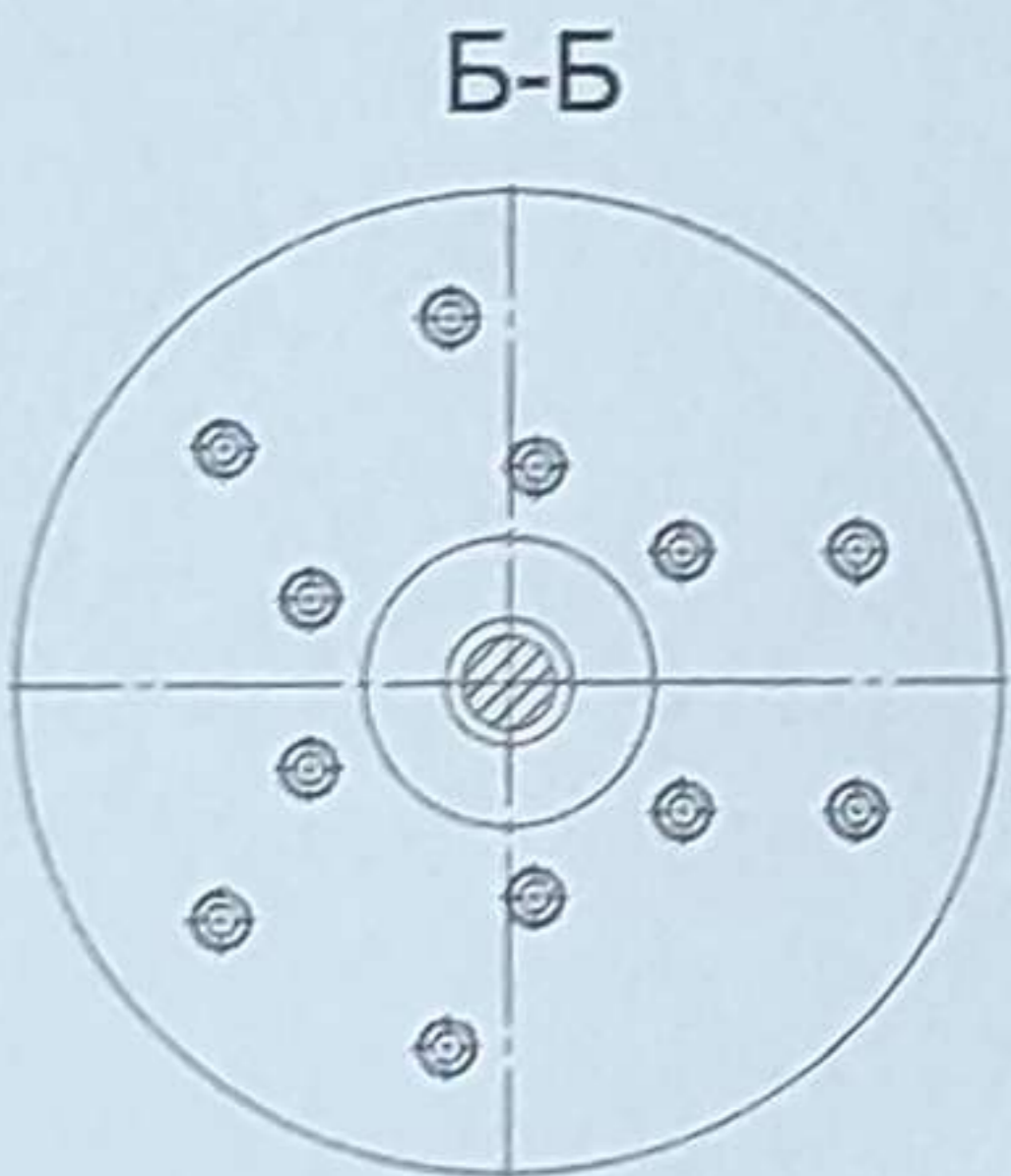
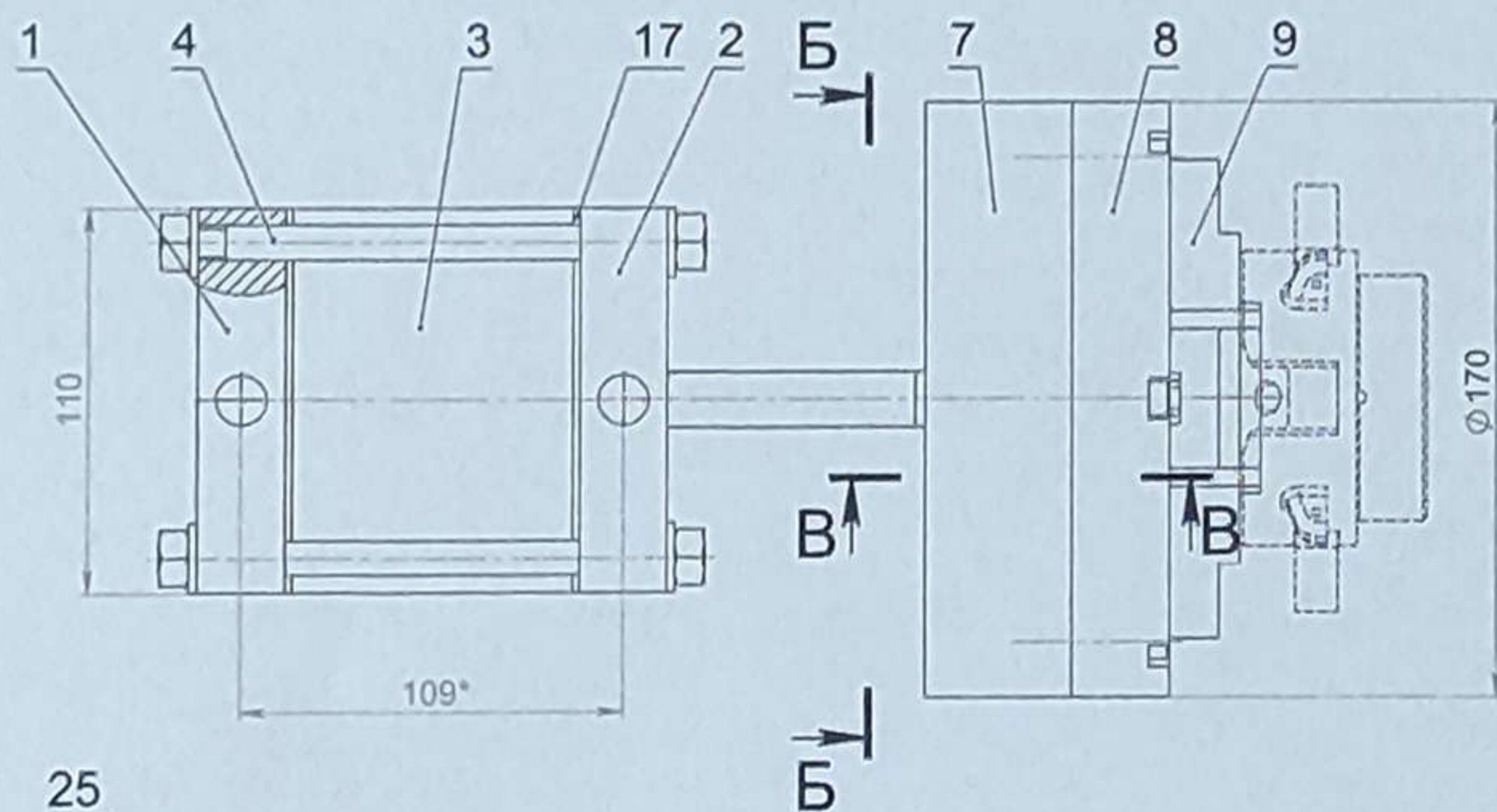
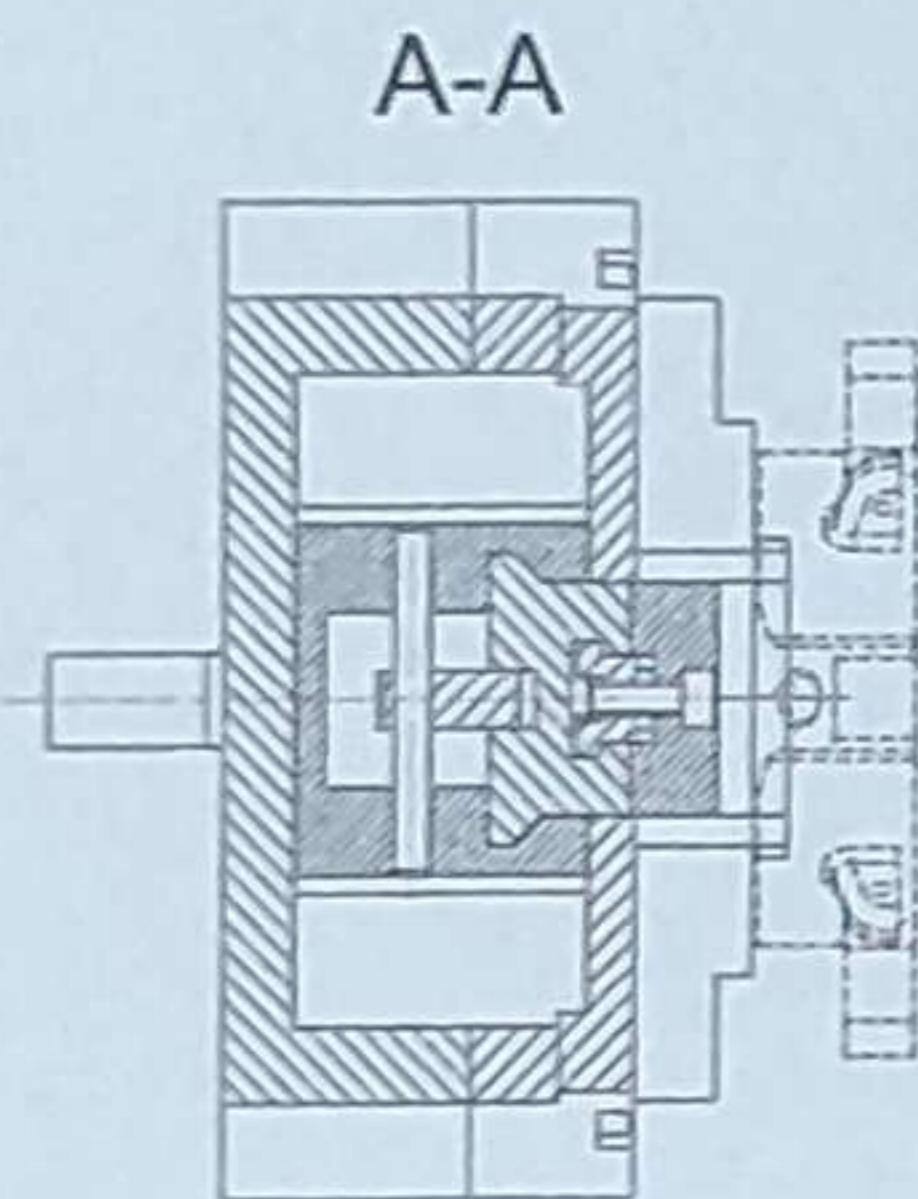
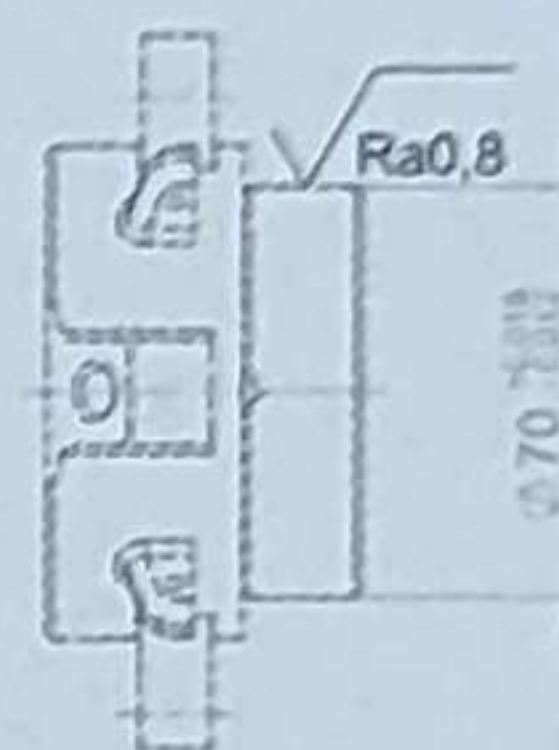
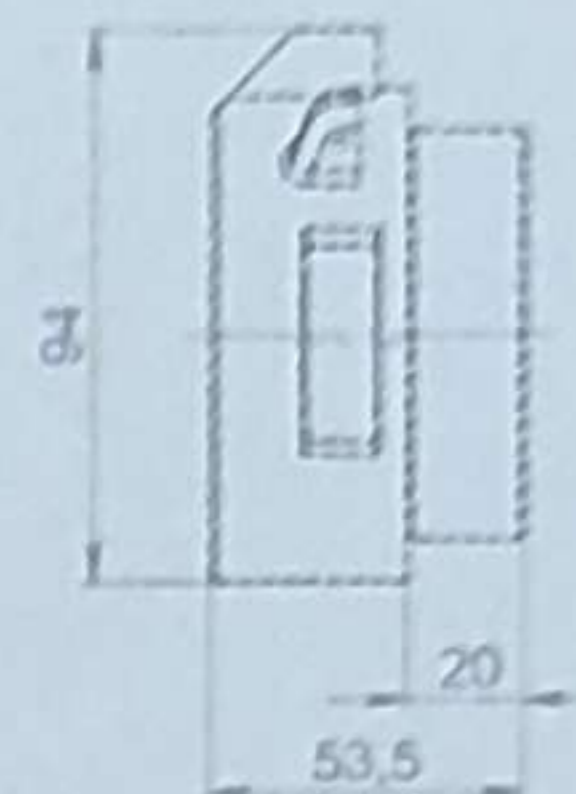
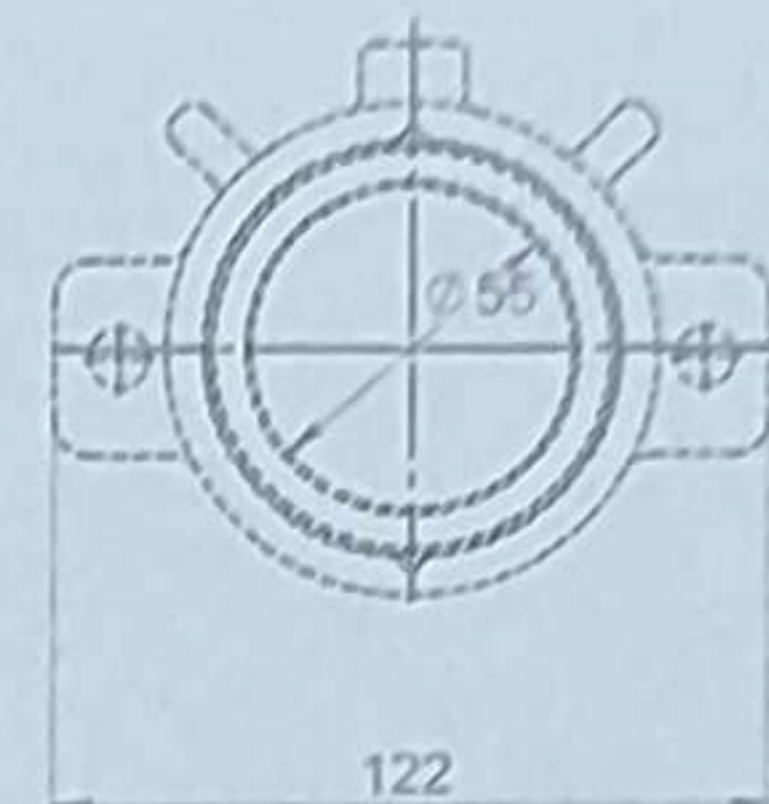
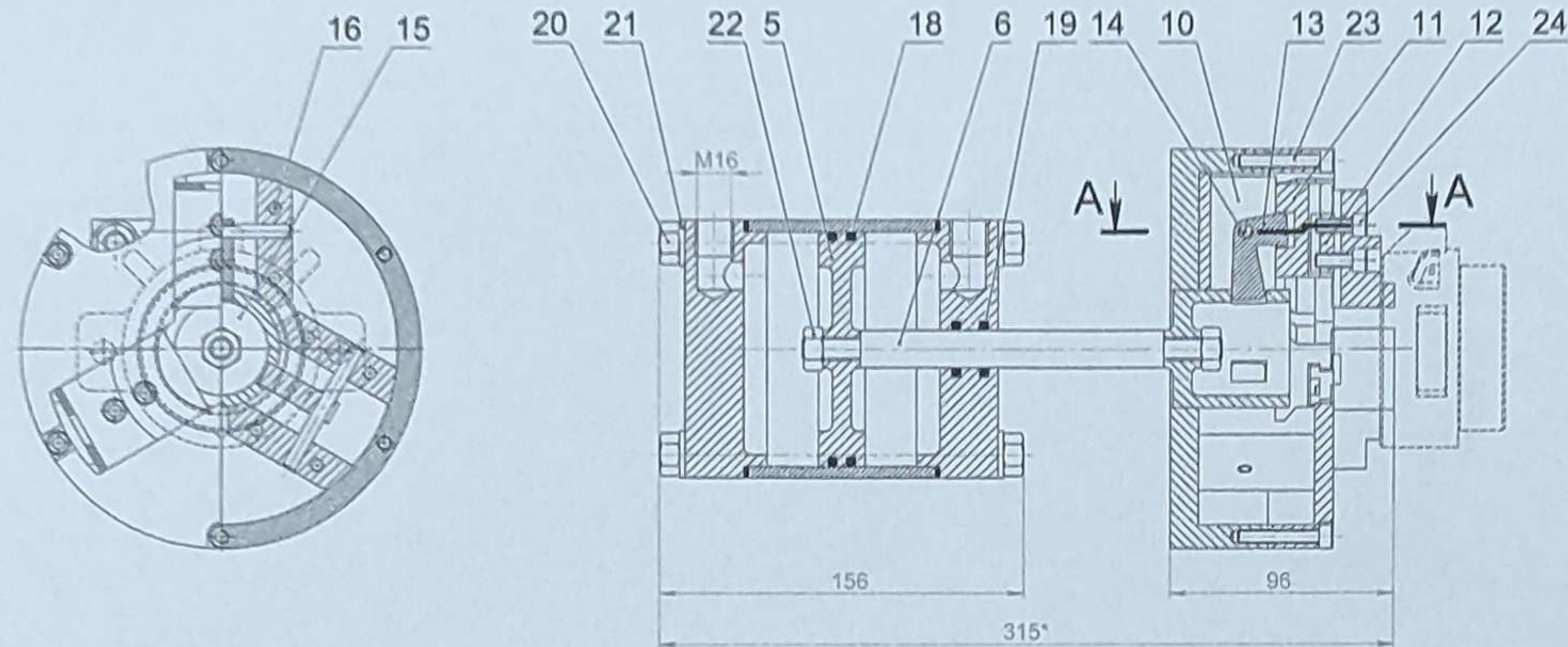
Формат А3



1. Невказані граничні відхилення Н12, h12, IT14/2
2. Невказані допуски відливки по Ілкл ГОСТ 1855-55.
3. Невказані радіуси скруглення в литті 2...3мм.
4. Невказані уклони лиття  $2^\circ$ .
5. 170...241НВ.
6. Додаткові ТТ до відливки по ГОСТ 1412-70.
7. Взаємне біття поверхнь Д та Д<sub>1</sub>: тох 0,05мм.
8. Допуск перпендикулярності торців Т<sub>1</sub>, Т<sub>2</sub> та Т<sub>3</sub> відносно осі поверхні Д, тох 0,08мм.
9. Відхилення торців Т та Т<sub>1</sub> від положення в одній площині тох 0,1мм.
10. Заусенці та гострі кромки не допустимі.
11. Покриття: Хім.Фос.прм. ГОСТ 9.075-77.
12. Гострі кромки притупити.
13. Допустима остатня намагніченість не більше 0,3е.
14. Інші технічні вимоги по ОСТ 4Г 0.70.014.
15. Зберігати та транспортувати в спеціальній тарі.

Сторінка 1 з 1  
 Назва документа: Муфта вимкнення зчеплення  
 Код документа: ДП ПБ 7113.1702.001.01  
 Дата: 13.12.2021

ДП ПБ 7113.1702.001.01				Лист	кількість	Масштаб
Вид	Лист	на допуск	Підпис	Муфта вимкнення зчеплення	1.1	2:1
Розроб.	Сібіряк В.В.					
Вір.	Авдеев В.С.					
Ч. випр.						
М. випр.				Чаун срібні СЧ21-40 ГОСТ 1412-70		ПБФ, ПБ-71
Мат.						



- \* Розміри для довідок.
- Не вказані граничні відхилення h12, H12, IT 14/2.
- Усі поверхні, що труться, змастити пастою ВНДІП 232 ГОСТ 14068-79.

				<b>ДП ПБ7113.1702.001 СК</b>		
Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Маса	Масштаб
Разраб.	Сябренко В.В.	<i>[Signature]</i>				1:2
Пров.	Антонюк В.С.					
Т. контр.				Лист	Листов	
Н. контр.				Складальний кресленик		ПБФ, ПБ-71
Утв.						

Перш. протекст.

Складальний

Контр. і дата

Контр. № дубл.

Контр. № дубл.

Контр. і дата

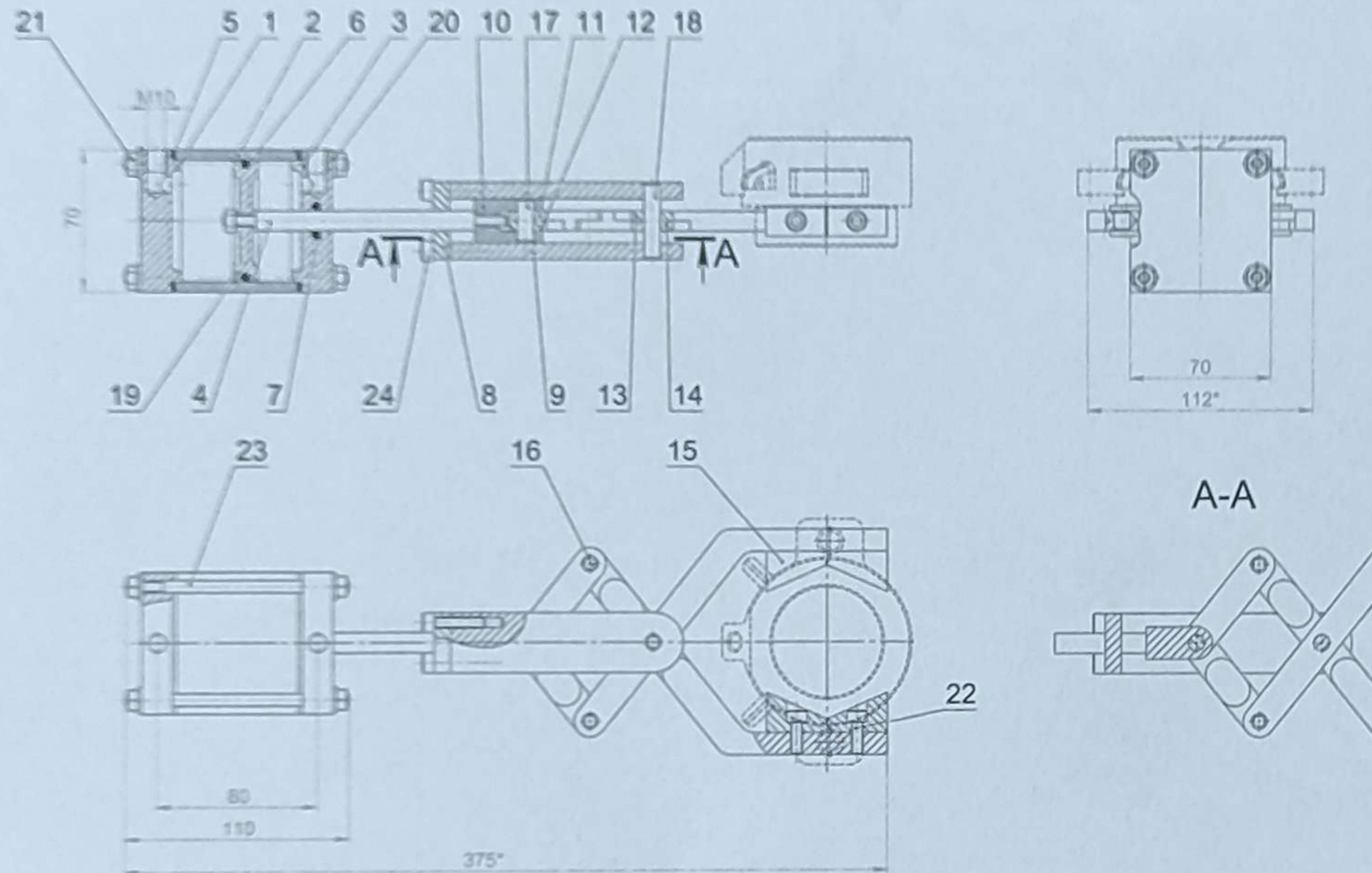
Контр. № дубл.

Перв. примен.		Формат	Зона	Позиция	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						<u>Документация</u>		
						<u>Детали</u>		
Справ. N		A3			ДП ПБ7113.1702.001 СК			
		A3	1		ДП ПБ7113.1702.001.01	Задня кришка	1	
		A3	2		ДП ПБ7113.1702.001.02	Передня кришка	1	
		A4	3		ДП ПБ7113.1702.001.03	Цилиндр	1	
		A4	4		ДП ПБ7113.1702.001.04	Пруток	4	
		A4	5		ДП ПБ7113.1702.001.05	Диск	1	
		A4	6		ДП ПБ7113.1702.001.06	Шток	1	
		A3	7		ДП ПБ7113.1702.001.07	Нижня кришка	1	
		A3	8		ДП ПБ7113.1702.001.08	Верхня кришка	1	
		A4	9		ДП ПБ7113.1702.001.09	Кулачок	3	
		A4	10		ДП ПБ7113.1702.001.10	Основа	3	
		A4	11		ДП ПБ7113.1702.001.11	Кріплення	3	
		A4	12		ДП ПБ7113.1702.001.12	Фіксатор	3	
		A4	13		ДП ПБ7113.1702.001.13	Гачок	3	
		A4	14		ДП ПБ7113.1702.001.14	Вісь	3	
		A4	15		ДП ПБ7113.1702.001.15	Поршень	1	
						<u>Стандартные изделия</u>		
			16			Гвинт М5х1	12	
						ГОСТ 11738-84		
		ДП ПБ7113.1702.001 СК						
		Изм/Лист	N докум.	Подпись	Дата			
Инв. N подл.		Разраб.	Сябренко В. В.			Литера	Лист	Листов
		Пров.	Антанюк В. С.				1	2
		Н.контр.				Пневматичний патрон		
		Утв.				ПБФ, ПБ-71		

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР систем АБЕМ.





- \* Розміри для довідок.
- Не вказані граничні відхилення h12, H12, IT 14/2.
- Усі поверхні, що труться, змастити пастою ВНДІП 232 ГОСТ 14088-79.
- Вимоги стійкості до механічних і кліматичних впливів за ГОСТ 26050-84.
- Інші технічні умови за ГОСТ 27351-87.

				<b>ДП ПБ7113.1702.002 СК</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.		Сидренко В.В.					1:2
Пров.		Антонюк В.С.			Лист	Листов	
Т. контр.							
Н. контр.							
Утв.							
					Пневматичний прихват		
					Складальний кресленик		
					ПБФ, ПБ-71		

Перв. примен.		Формат	Зона	Позиция	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						<u>Документация</u>		
						<u>Детали</u>		
Справ. N		A3			ДП ПБ7113.1702.002 СК			
		A3	1		ДП ПБ7113.1702.002.01	Задня кришка	1	
		A4	2		ДП ПБ7113.1702.002.02	Циліндр	1	
		A3	3		ДП ПБ7113.1702.002.03	Передня кришка	1	
		A4	4		ДП ПБ7113.1702.002.04	Шток	1	
		A4	8		ДП ПБ7113.1702.002.08	Стінка	1	
		A4	9		ДП ПБ7113.1702.002.09	Кришка	2	
		A3	10		ДП ПБ7113.1702.002.10	Тримач	1	
		A3	11		ДП ПБ7113.1702.002.11	Ланка	1	
		A4	12		ДП ПБ7113.1702.002.12	Ланка	1	
		A4	13		ДП ПБ7113.1702.002.13	Важіль	1	
		A4	14		ДП ПБ7113.1702.002.14	Важіль	1	
		A4	15		ДП ПБ7113.1702.002.15	Гудка	2	
		A4	16		ДП ПБ7113.1702.002.16	Вісь	2	
		A4	17		ДП ПБ7113.1702.002.17	Вісь	1	
		A4	18		ДП ПБ7113.1702.002.18	Вісь	1	
		A4	19		ДП ПБ7113.1702.002.19	Диск	1	

Взам. инв. N	инв. N	дубл. N	Подпись и дата	
Взам. инв. N	инв. N	дубл. N	Подпись и дата	
Взам. инв. N	инв. N	дубл. N	Подпись и дата	

ДП ПБ7113.1702.002 СК				
Изм/Лист	N докум.	Подпись	Дата	
Разраб.	Сябренко В. В.			
Пров.	Антонюк В. С.			
Н.контр.				
Утв.				
Пневматичний прихват			Литера	Лист
				1
			Листов 2	
			ПБФ, ПБ-71	

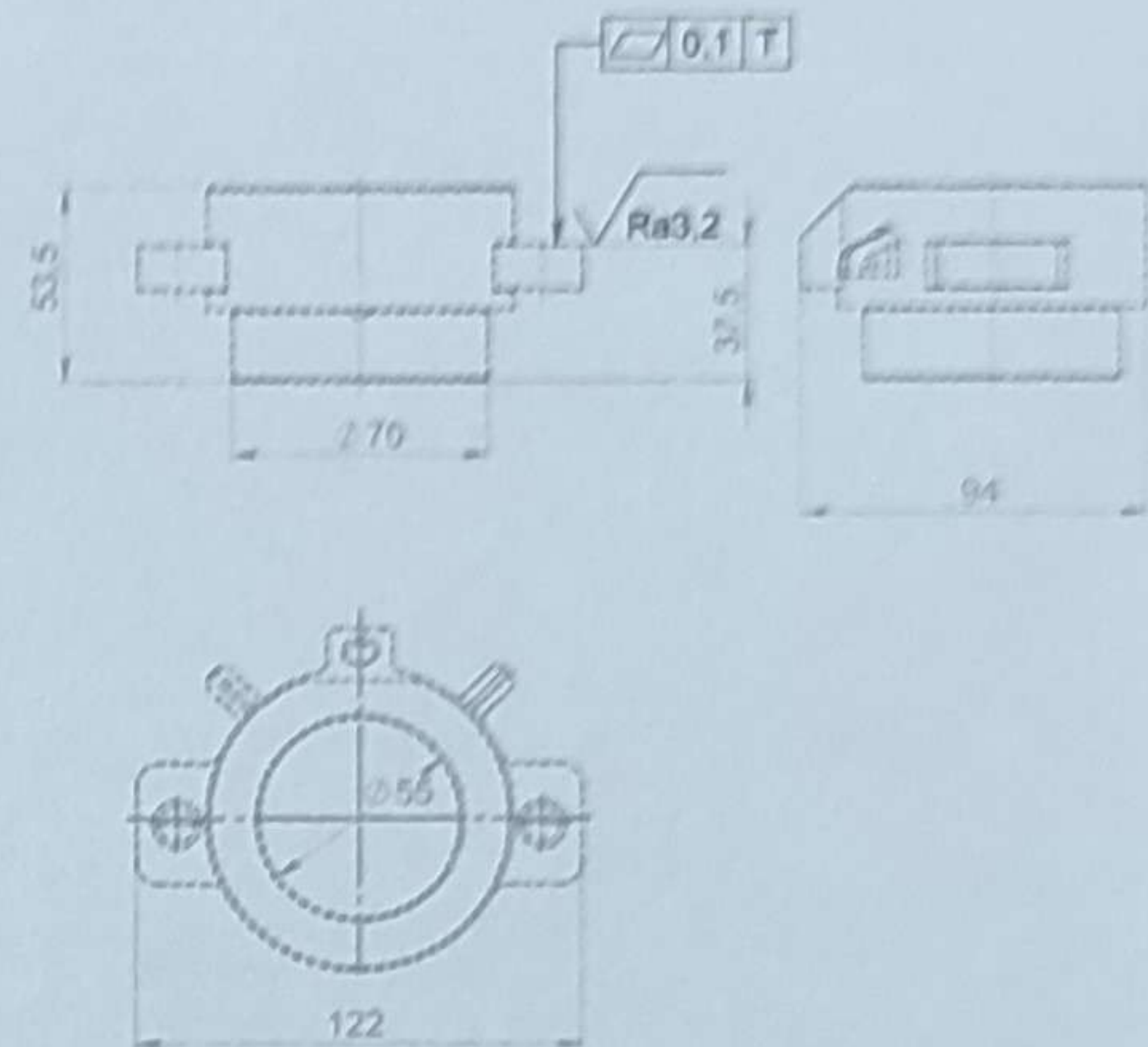
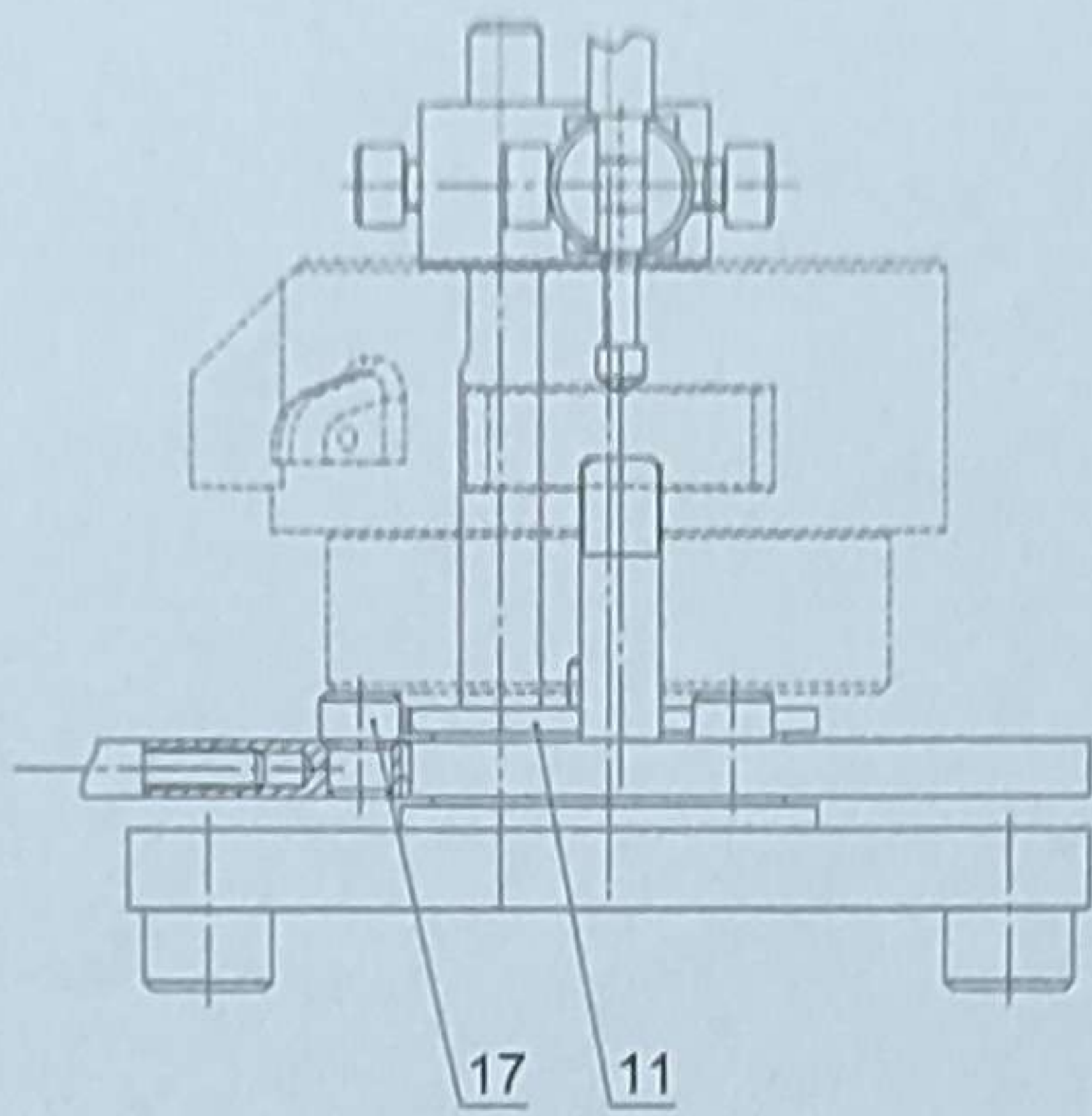
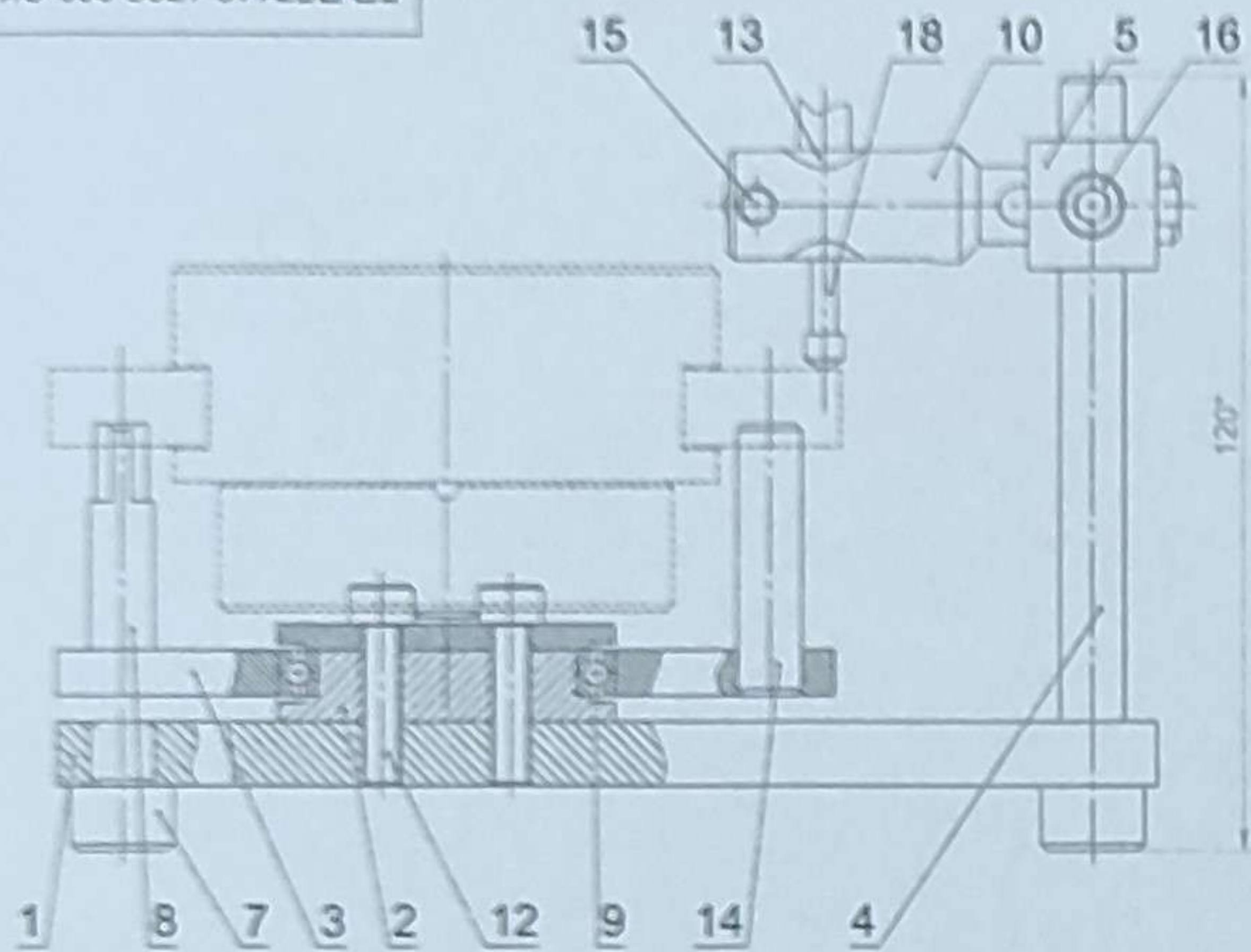
Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САВ/САМ/САРР систем АБЕМ.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Формат	Зона	Позиция	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание	Справ. №				Перв. примен.				
												Изм	Лист	Докум.	Подп.	Дата	Изм	Лист	Докум.	Подп.
<u>Стандартные изделия</u>																				
							5	Прокладка ГОСТ 15180-86		2										
							6	Гумове кільце ГОСТ 9833-73		1										
							7	Гумове кільце ГОСТ 9833-73		1										
							20	Шайба М6 ГОСТ 11371-78		8										
							21	Гайка М6х1 ГОСТ 5915-70		8										
							22	Гвинт М6х1 ГОСТ 11738-84		4										
							23	Штифт М6х1 ГОСТ 3128-70		6										
							24	Гвинт М6х1 ГОСТ 11738-84		6										
ДП ПБ7113.1702.002 СК																				
											Лист									
											2									

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САВ/САМ/САРР системы АДЕМ.



Формат зображення

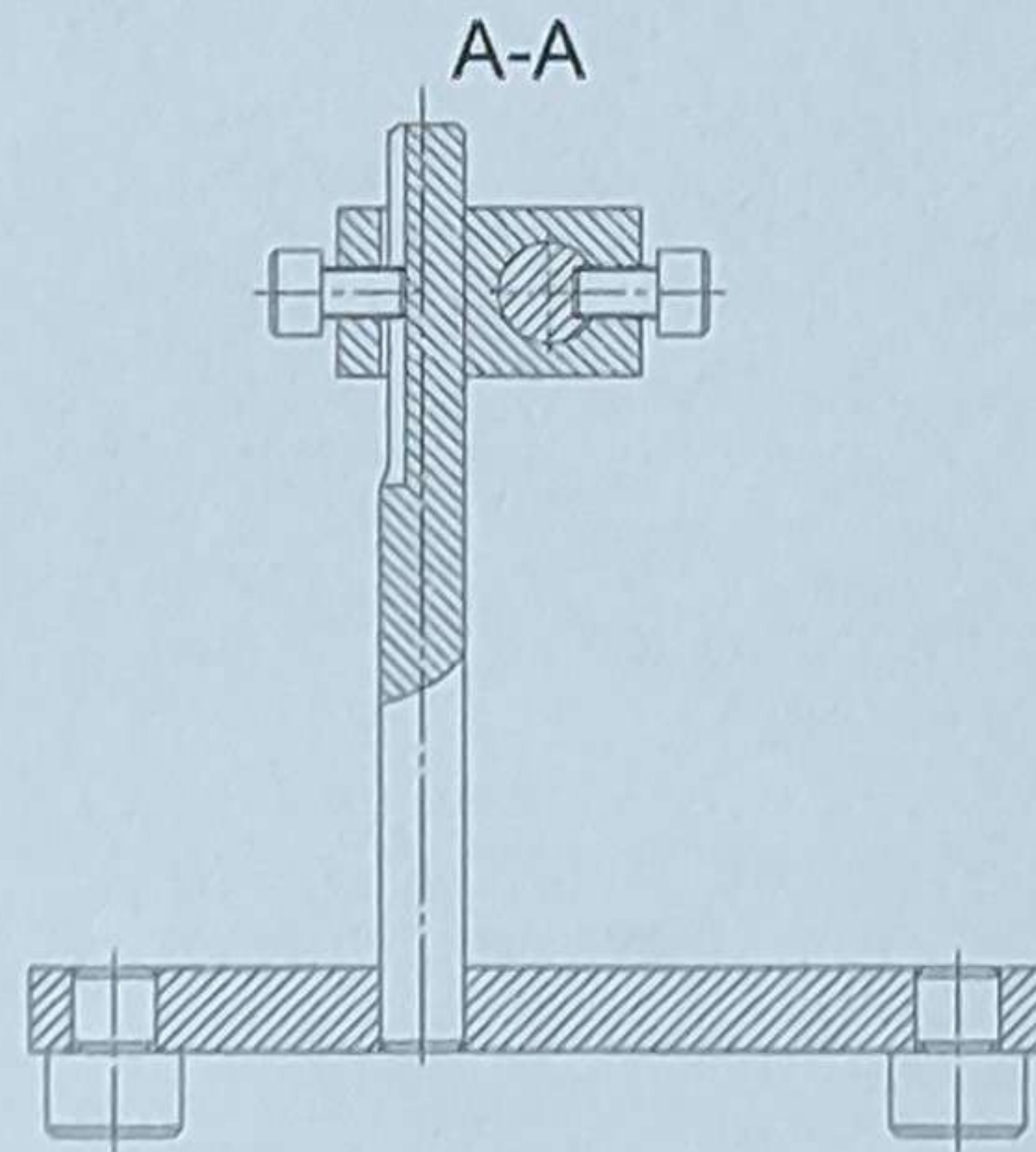
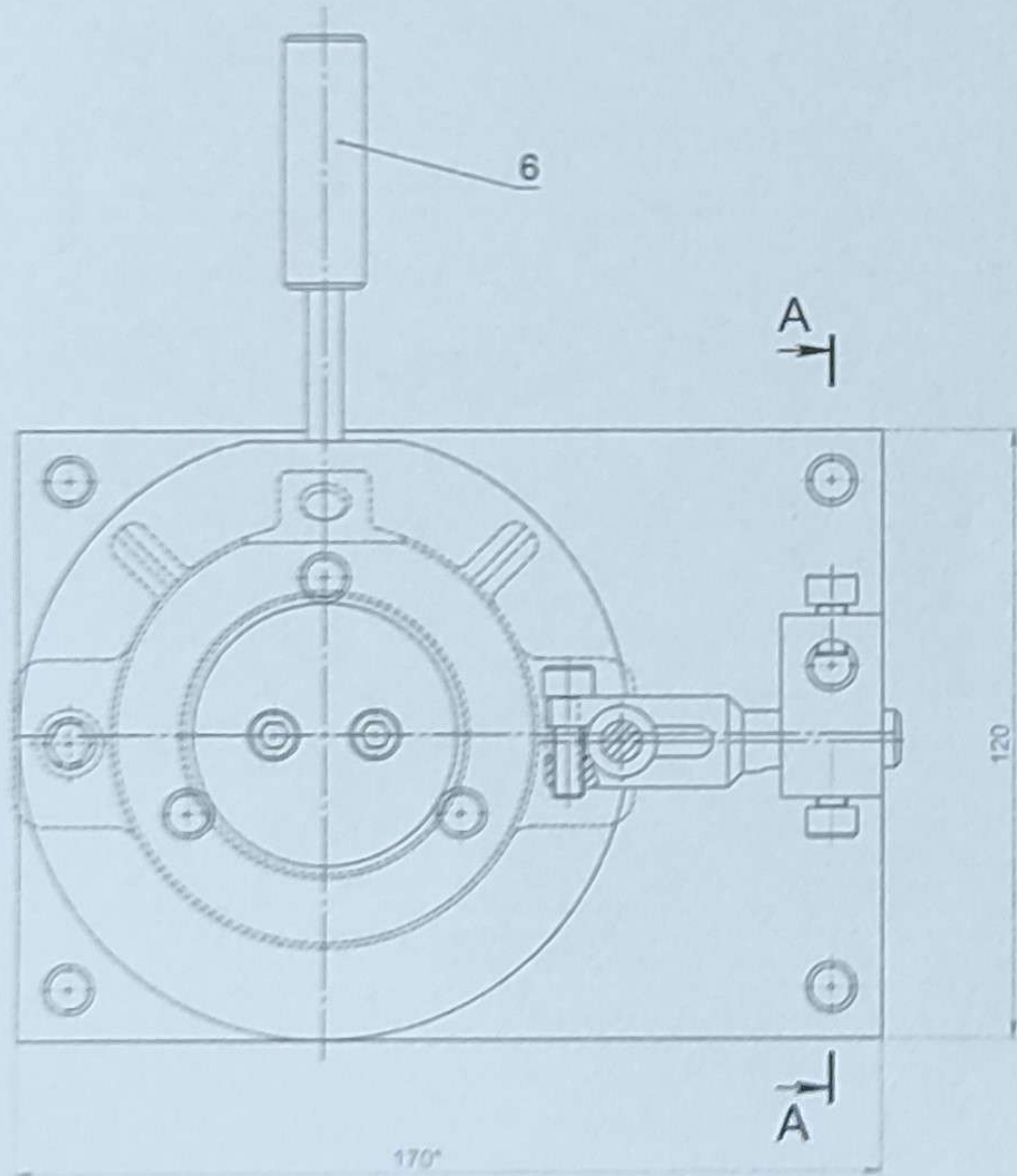
Сторінка №

Частина в частині

Види зображень

Частина в частині

Масштаб зображення



1. \* Розміри для довідок.
2. Не вказані граничні відхилення H12, H12, IT 14/2.
3. Усі поверхні, що труться, змастити пастою ВМДІНП 232 ГОСТ 14088-79.
4. Пресувати підшипник 40x52x7 в основу поз. 2 та в круг поз. 3.
5. Контролювати відхилення торців від положення в одній площині max 0,1 мм.

				<b>ДП ПБ7113.1702.003 СК</b>		
Ізм.	Лист	№ докум.	Позп.	Дата	Лист	Масштаб
Розроб.		Сивренко В.В.				1:1
Пров.		Антошак В.В.			Лист	Листів
Т. контр.					ПБФ, ПБ-71	
Н. контр.					Складальний креслення	
Утв.					Формат А2	



Перв. примен.		Формат	Зона	Позиция	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
						<u>Документация</u>				
		A3			ДП ПБ7113.1702.003 СК					
						<u>Детали</u>				
		A4	1		ДП ПБ7113.1702.003.01	Плита	1			
		A4	2		ДП ПБ7113.1702.003.02	Основа	1			
		A4	3		ДП ПБ7113.1702.003.03	Круг	1			
		A4	4		ДП ПБ7113.1702.003.04	Підставка	1			
		A4	5		ДП ПБ7113.1702.003.05	Тримач	1			
		A4	6		ДП ПБ7113.1702.003.06	Ручка	1			
		A4	10		ДП ПБ7113.1702.003.10	Направляюча	1			
		A4	11		ДП ПБ7113.1702.003.11	Кришка	1			
		A4	12		ДП ПБ7113.1702.003.12	Фіксатор	3			
						<u>Стандартные изделия</u>				
			7			Палець	4			
						ГОСТ 17774-72				
			8			Зрізаний палець	1			
						ГОСТ 17774-72				
			9			Підшипник	1			
						ГОСТ 8338-75				
			12			Гвинт М6х1	2			
						ГОСТ 11738-84				
		ДП ПБ7113.1702.003 СК								
Инв. N подл.	Изм/Лист	N докум.	Подпись	Дата	Контроль			Литера	Лист	Листов
	Разраб.	Сябренко В. В.							1	2
	Пров.	Антонюк В. С.								
	Н.контр.									
	Утв.									
ПБФ, ПБ-71										

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САВ/САМ/САРР систем АБЕМ.



ДП ПБ7113.1702.004

Перб. привел.

Спроб. №

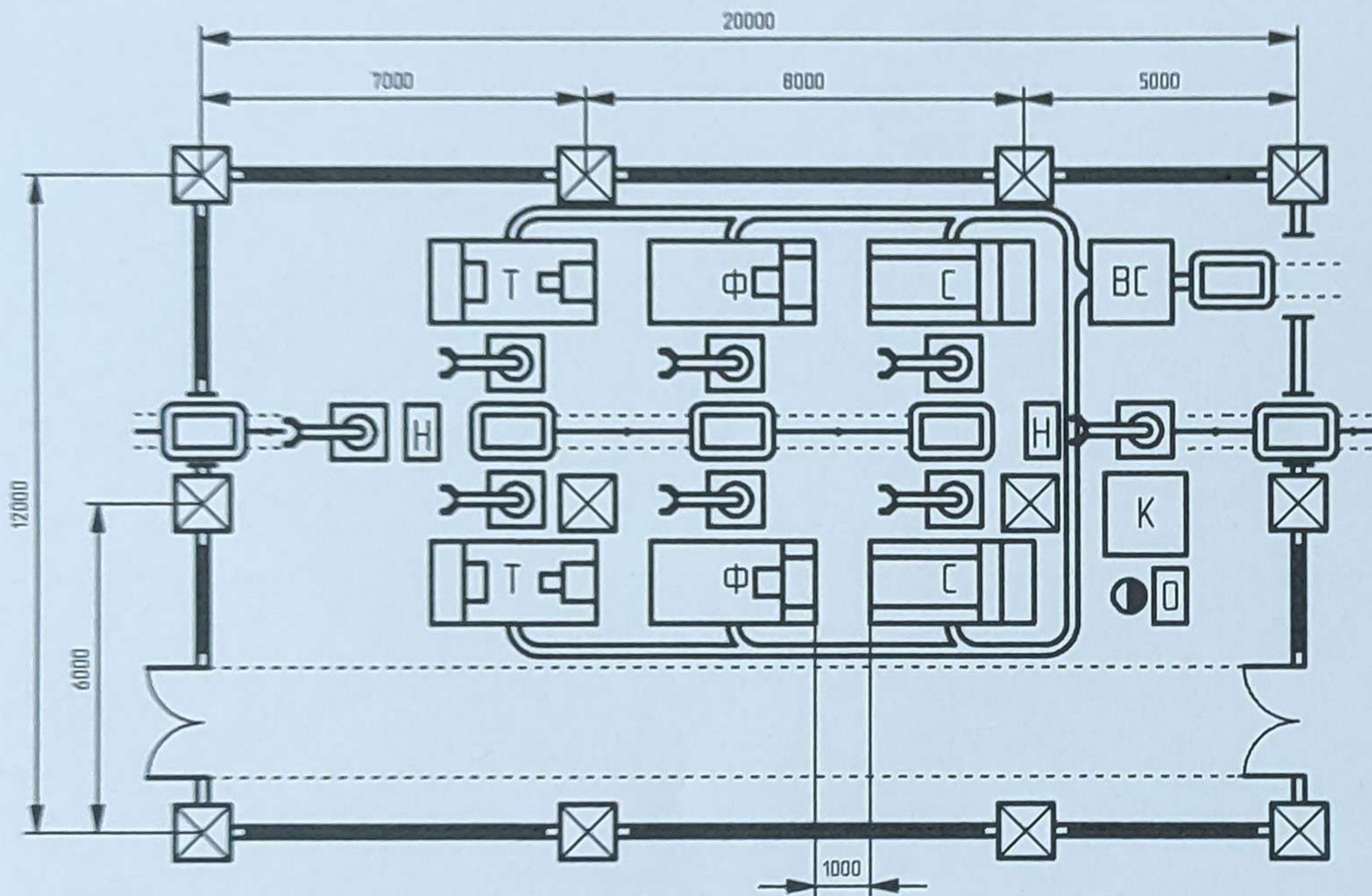
Подп. и дата

Изд. № докум.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изд. № докум.



- Т - Токарний верстат
- Ф - Фрезерний верстат
- С - Свердлильний верстат
- Н - Накопичувач
- К - Контрольний стіл
- О - Оператор
- ВС - Відвод стружки

ДП ПБ7113.1702.004

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Сяренко В. В.	<i>[Signature]</i>	
Проб.		Антонюк В. С.	<i>[Signature]</i>	
Т.контр.				
Н.контр.				
Чтб.				

План дільниці

Лит. Масса Масшт.

1:100

Лист Листов 1

ПБФ, ПБ-71





Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

						АД.01141.00001	1	
--	--	--	--	--	--	----------------	---	--

Разраб.			Группа компаний ADEM	ДП ПБ7113.1702.004	План діляниці	АД.60141.1	005
Проверил							
Утвердил							
Т.контр.							
Н.контр.							

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЭ	КОИД
ПОДГОТОВКА			166				1
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	T <sub>о</sub>	T <sub>в</sub>	T <sub>пз.</sub>	T <sub>шт.</sub>	СОЖ	
		5			5		

Р	ПМ	Д или В	L	t	i	S	п	v
0 01								5
02								
03								
04								
05								
06								
07								
08								
09								
10								
11								
12								
13								

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы ADEM.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

						АД.01141.00001		5	1
Разраб.	Сябренко В.В.	Группа компаний		ДП ПБ7113.1702.004		АД.60141.3			
Проверил	Барандич К.С.	ADEM							
Утвердил				План діляниці				010	
Т.контр.									
Н.контр.									

Наименование операции		Материал	Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			M3	КОИД
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы	To	Tb	Tпз.	Tшт.	СОЖ			
ТОКАРНАЯ				166						1
OPTiturn L440			1.558	1.12		2.865				
P		ПМ	D или B	L	t	i	S	n	v	
O 01	1. Установить, закрепить, снять							0.08		
T 02	ПР. ДП 7113.1702.001 СК Пневматический патрон									
O 03										
O 04	2. Подрезать торец, выдерживая размер 54,5 мм							0.06	0.14	
T 05	РИ. 2102-0505 Резец ВК8 ГОСТ 18868-73									
P 06			86	28	0,5	1	200	371	100	
O 07										
O 08	3. Точить внутреннюю поверхность $\phi 54$ мм							0.06	0.275	
T 09	РИ. 2102-0505 Резец ВК8 ГОСТ 18868-73									
P 10			54	55	0,5	1	200	590	100	
O 11										
O 12	4. Расточить внутреннюю поверхность $\phi 55H10$ мм							0.06	0.275	
T 13	РИ. 2102-0505 Резец ВК8 ГОСТ 18868-73									

OK	Операционная карта	Дфльниця.адм	6
----	--------------------	--------------	---

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы ADEM.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			



АД.01141.000001

2

ДП ПБ7113.1702.004

АД.60141.3

010

Р	ПИ	Ø или В	L	t	i	S	n	v
Р 01		55	55	0,5	1	200	579	100
02								
О 03	5. Точить канавку $\phi 61$ мм с округлениями R3 мм						0.06	0.12
Т 04	РИ. 2102-0505 Резец ВК8 ГОСТ 18868-73							
Р 05		61	24	1	1	200	522	100
06								
О 07	6. Точить внутреннюю фаску 1,5 мм под $30^\circ$						0.06	0.008
Т 08	РИ. 2102-0505 Резец ВК8 ГОСТ 18868-73							
Р 09		55	1,5	0,25	1	200	579	100
10								
О 11	7. Точить внешнюю фаску $1 \times 45^\circ$ мм						0.06	0.005
Т 12	РИ. 2102-0505 Резец ВК8 ГОСТ 18868-73							
Р 13		84	1	0,5	1	200	379	100
14								
О 15	8. Переустановить						0.08	
Т 16	ПР. ДП 7113.1702.001 СК Пневматический патрон							
17								
О 18	9. Подрезать торец, выдерживая размер 54 мм						0.06	0.085

ОК

Операционная карта

Дфльница.adm

7

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы АДЕМ.

Дубл.																							
Взам.																							
Подл.																							
														АД.01141.000001			3						
														ДП ПБ7113.1702.004			АД.60141.3	010					
Р															ПМ	Д или В	L	t	i	S	n	v	
T 01	РМ. 2102-0505 Резец ВК8 ГОСТ 18868-73																						
P 02															72	17	0,5	1	200	443	100		
03																							
O 04	10. Точить торец, выдерживая размер 53,5h12 мм																			0.06	0.085		
T 05	РМ. 2102-0505 Резец ВК8 ГОСТ 18868-73																						
P 06															72	17	0,5	1	200	443	100		
07																							
O 08	11. Точить черновую внешнюю поверхность $\phi 70,4174$ мм на 19.5 мм																			0.06	0.098		
T 09	РМ. 2102-0505 Резец ВК8 ГОСТ 18868-73																						
P 10															70.417	19.5	0,06	1	200	453	100		
11																							
O 12	12. Точить получистовую внешнюю поверхность $\phi 70,2083$ мм на 19.5 мм																			0.06	0.098		
T 13	РМ. 2102-0505 Резец ВК8 ГОСТ 18868-73																						
P 14															70.208	19.5	0,037	1	200	454	100		
15																							
O 16	13. Точить чистовую внешнюю поверхность $\phi 70,0627$ мм на 19.5 мм																			0.06	0.098		
T 17	РМ. 2102-0505 Резец ВК8 ГОСТ 18868-73																						
P 18															70.063	19.5	0,023	1	200	455	100		

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы АДЕМ.

Р	П	Д или В	L	t	i	S	п	v	
0 01	14. Точить тонкую внешнюю поверхность $\phi 69,985$ мм на 19.5 мм							0.06	0.098
T 02	РИ. 2102-0505 Резец ВК8 ГОСТ 18868-73								
P 03		69.985	19.5	0,015	1	200	455	100	
04									
0 05	15. Точить торец $\phi 86$ мм, выдерживая размер 34 мм							0.06	0.08
T 06	РИ. 2102-0505 Резец ВК8 ГОСТ 18868-73								
P 07		86	16	1	1	200	371	100	
08									
0 09	16. Расточить торец $\phi 86$ мм, выдерживая размер 33,5h12 мм							0.06	0.08
T 10	РИ. 2102-0505 Резец ВК8 ГОСТ 18868-73								
P 11		86	16	0,5	1	200	371	100	
12									
0 13	17. Точить внутреннюю фаску 1,5 мм под $30^\circ$							0.06	0.008
T 14	РИ. 2102-0505 Резец ВК8 ГОСТ 18868-73								
P 15		55	1.5	0,25	1	200	579	100	
16									
0 17	18. Точить внешнюю фаску 1x45° мм							0.06	0.005
T 18	РИ. 2102-0505 Резец ВК8 ГОСТ 18868-73								
ОК	Операционная карта						Дфльница.adm	9	

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

							АД.01141.000001			5		
							ДП ПБ7113.1702.004			АД.60141.3		010

Р	PI	D или B	L	t	i	S	n	v
Р 01		84	1	0,5	1	200	379	100
02								
03	19. Точить канавку глубиной 2 мм под 45°							
Т 04	PI. 2102-0505 Резец ВК8 ГОСТ 18868-73							
05								
06								
07								
08								
09								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы АДЕМ.

Только для некоммерческого использования !

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

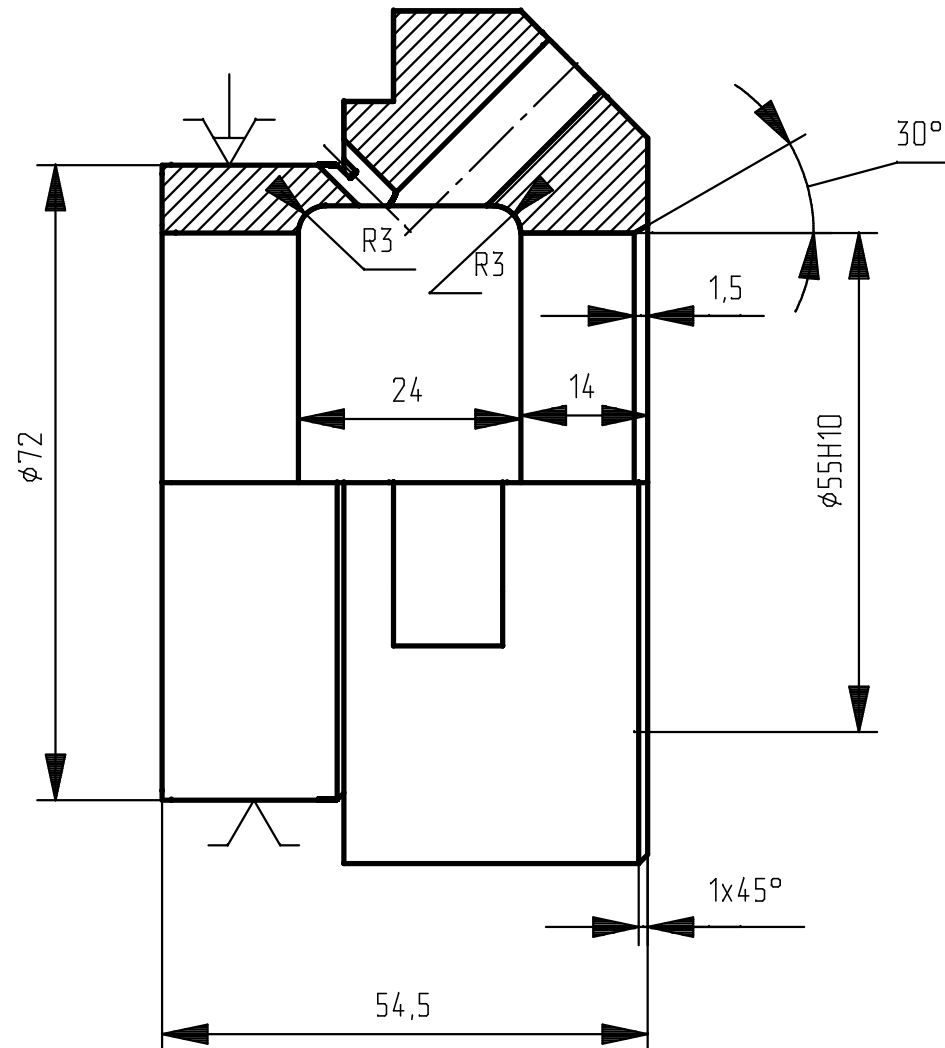
АД.01141.000001

2

ДП ПБ7113.1702.004

АД.20141.4

010



Только для некоммерческого использования!

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР систем АДЕМ.



Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

АД.01141.00001

3

1

Разраб.	Сябренко В.В.	Группа компаний ADEM	ДП ПБ7113.1702.004	План діляниці	АД.60141.5	015
Проверил	Барандич К.С.					
Утвердил						
Т.контр.						
Н.контр.						

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
ФРЕЗЕРНАЯ			166				1
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	T <sub>о</sub>	T <sub>б</sub>	T <sub>пз.</sub>	T <sub>шт.</sub>	СОЖ	
Vector 2115F		0.53	2.54		0.572		

Р	ПМ	Д или В	L	t	i	S	n	v
0 01	1. Установить, закрепить, снять						0.08	
T 02	ПР. Приспособление для фрезерной обработки							
03								
0 04	2. Фрезеровать внешнюю поверхность $\phi 84$ мм						0.07	0.168
T 05	ПИ. 2234-0202 Фреза $\phi 5$ T15K6 ГОСТ 16463-80							
P 06		84	33.5	1	1	200	637	10
07								
0 08	3. Переустановить						0.08	
T 09	ПР. Приспособление для фрезерной обработки							
10								
0 11	4. Фрезеровать поверхность планок по контурам со скруглениями R5 мм и R6 мм						0.07	0.55
T 12	ПИ. 2234-0202 Фреза $\phi 5$ T15K6 ГОСТ 16463-80							
P 13		14	110	1	1	200	637	10

ОК	Операционная карта	Дфльниця.adm	14
----	--------------------	--------------	----

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР систем ADEM.



Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

							АД.01141.00001			3	
							ДП ПБ7113.1702.004			АД.60141.5	015

Р		П	И	Д	или	В	L	t	i	S	п	v	
0 01	10. Фрезеровать поверхность под 45°											0.07	0.125
T 02	РИ. 2234-0202 Фреза ø5 T15K6 ГОСТ 16463-80												
P 03				20			25	0,5	1	200	637	10	
04													
05													
06													
07													
08													
09													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР систем АДЕМ.

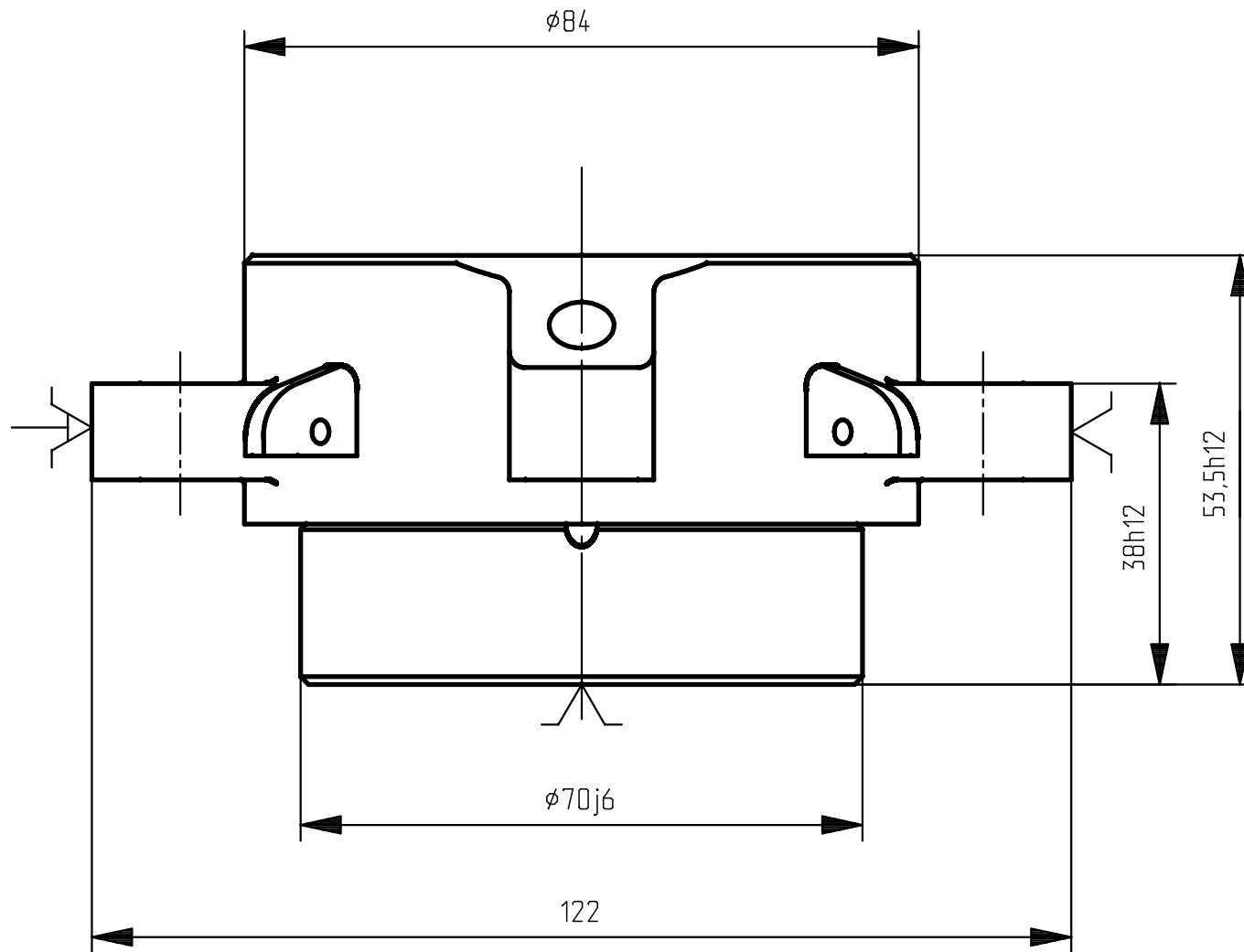
Только для некоммерческого использования !

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

							АД.01141.000001	2	
							ДП ПБ7113.1702.004	АД.20141.6	015



Только для некоммерческого использования!

КЭ  
Только для некоммерческого использования!

Карта эскизов

Дфльница.аdm

18

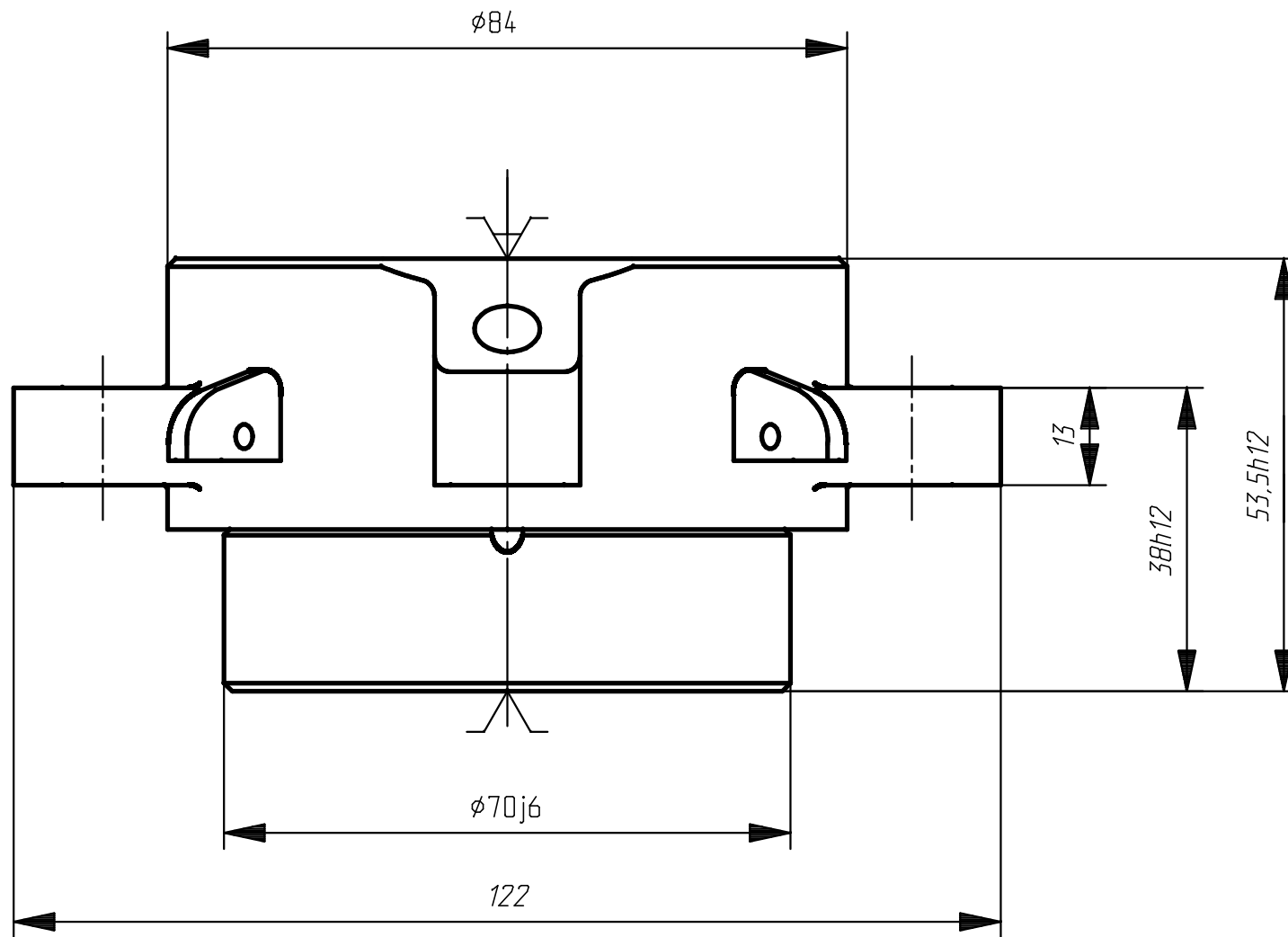
Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР систем АДЕМ.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

							АД.01141.000001			3	
							ДП ПБ7113.1702.004			АД.20141.6	015



Только для некоммерческого использования!

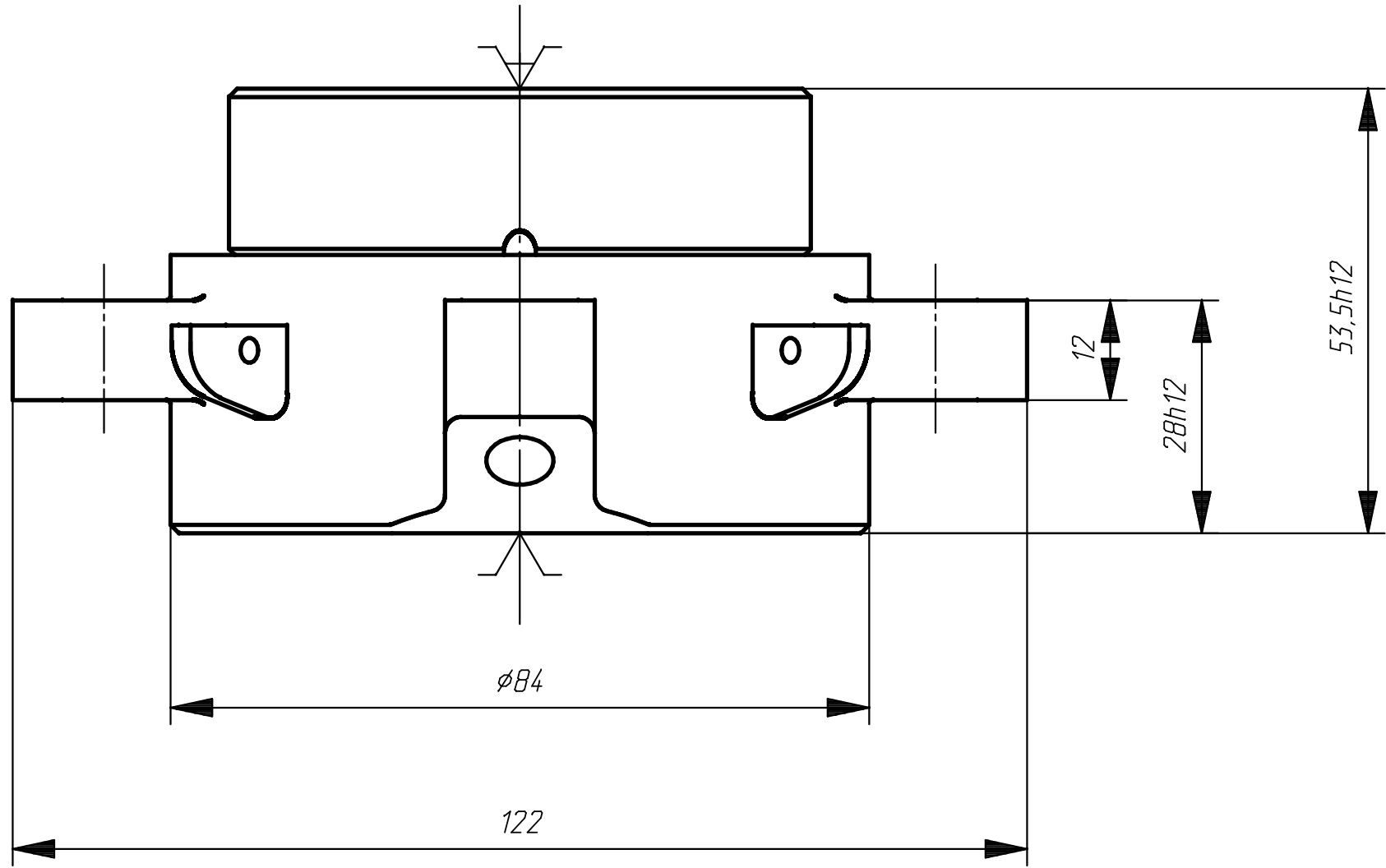
Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы АДЕМ.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

										АД.01141.000001	4	
										ДП ПБ7113.1702.004	АД.20141.6	015



Только для некоммерческого использования !

КЭ  
Только для некоммерческого использования !

Карта эскизов

ДФЛьница.аdm

20

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы АДЕМ.



Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

АД.01141.00001

4

1

Разраб.		Группа компаний ADEM	ДП ПБ7113.1702.004	План діляниці	АД.60141.7	020
Проверил						
Утвердил						
Т.контр.						
Н.контр.						

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
СВЕРЛИЛЬНАЯ			166				1
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ	
KSB 40 CNC		1.258	0.68		2.074		

Р	ПМ	Д или В	L	t	i	S	n	v
0 01	1. Установить, закрепить, снять						0.08	
Т 02	ПР. Приспособление для сверлильной обработки							
03								
0 04	2. Сверлить сквозное отверстие $\phi 8$ мм под $45^\circ$						0.02	0.325
Т 05	РИ. 2300-7404 Сверло $\phi 8$ ВКВ ГОСТ 12122-77							
Р 06		8	26	0,5	1	80	199	5
07								
0 08	3. Зенковать отверстие $1 \times 90^\circ$						0.02	0.013
Т 09	РИ. 2353-0133 Зенковка $\phi 16$ ВКВ ГОСТ 14953-80							
Р 10		8	1	0,5	1	80	199	5
11								
0 12	4. Переустановить						0.08	
Т 13	ПР. Приспособление для сверлильной обработки							

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы ADEM.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

АД.01141.000001

2

ДП ПБ7113.1702.004

АД.60141.7

020

Р		П	И	В	или	В	L	t	i	S	n	v
0 01	5. Сверлить сквозное отверстие $\phi 4$ мм под $45^\circ$										0.02	0.125
T 02	РИ. 2300-7404 Сверло $\phi 4$ ВК8 ГОСТ 12122-77											
P 03				4			10	0,5	1	80	398	5
04												
0 05	6. Переустановить										0.08	
T 06	ПР. Приспособление для сверлильной обработки											
07												
0 08	7. Сверлить сквозное отверстие $\phi 4$ мм под $45^\circ$										0.02	0.125
T 09	РИ. 2300-7404 Сверло $\phi 4$ ВК8 ГОСТ 12122-77											
P 10				8			10	0,5	1	80	199	5
11												
0 12	8. Переустановить										0.08	
T 13	ПР. Приспособление для сверлильной обработки											
14												
0 15	9. Сверлить сквозное отверстие $\phi 3$ мм										0.02	0.1
T 16	РИ. 2300-7404 Сверло $\phi 3$ ВК8 ГОСТ 12122-77											
P 17				3			8	0,5	1	80	531	5
18												

ОК

Операционная карта

Дфльница.adm

23

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы АДЕМ.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--

АД.01141.000001

3

ДП ПБ7113.1702.004

АД.60141.7

020

Р		П	И	Д	или	В	L	t	i	S	n	v
О 01	10. Переустановить										0.08	
Т 02	ПР. Приспособление для сверлильной обработки											
03												
О 04	11. Сверлить сквозное отверстие $\phi 3$ мм										0.02	0.1
Т 05	РИ. 2300-7404 Сверло $\phi 3$ ВКВ ГОСТ 12122-77											
Р 06				3		8	0,5	1		80	531	5
07												
О 08	12. Переустановить										0.08	
Т 09	ПР. Приспособление для сверлильной обработки											
10												
О 11	13. Зенкеровать 2 отверстия $\phi 9,8296$ мм										0.02	0.15
Т 12	РИ. 2320-2554 Зенкер $\phi 9.8$ ВКВ ГОСТ 12489-71											
Р 13				9.83		12	0,045	1		80	162	5
14												
О 15	14. Развернуть 2 чистовые отверстия $\phi 9,9562$ мм										0.02	0.15
Т 16	РИ. 2360-0133 Развертка $\phi 9.9$ ВКВ ГОСТ 7722-77											
Р 17				9.956		12	0,029	1		80	160	5
18												

ОК

Операционная карта

Дфльница.adm

24

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы АДЕМ.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

АД.01141.000001

4

ДП ПБ7113.1702.004

АД.60141.7

020

Р		ПИ	0 или B	L	t	i	S	n	v
0 01	15. Развернуть 2 тонкие отверстия $\phi 10,018$ мм							0.02	0.15
T 02	РИ. 2360-0133 Развертка $\phi 10$ ВК8 ГОСТ 7722-77								
P 03			10.018	12	0,018	1	80	159	5
04									
0 05	16. Зенковать 2 отверстия $1,6 \times 50^\circ$ мм							0.02	0.02
T 06	РИ. 2353-0133 Зенковка $\phi 16$ ВК8 ГОСТ 14953-80								
P 07			10.018	1.6	0,8	1	80	159	5
08									
09									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									

ОК

Операционная карта

ДФльница.adm

25

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы АДЕМ.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--

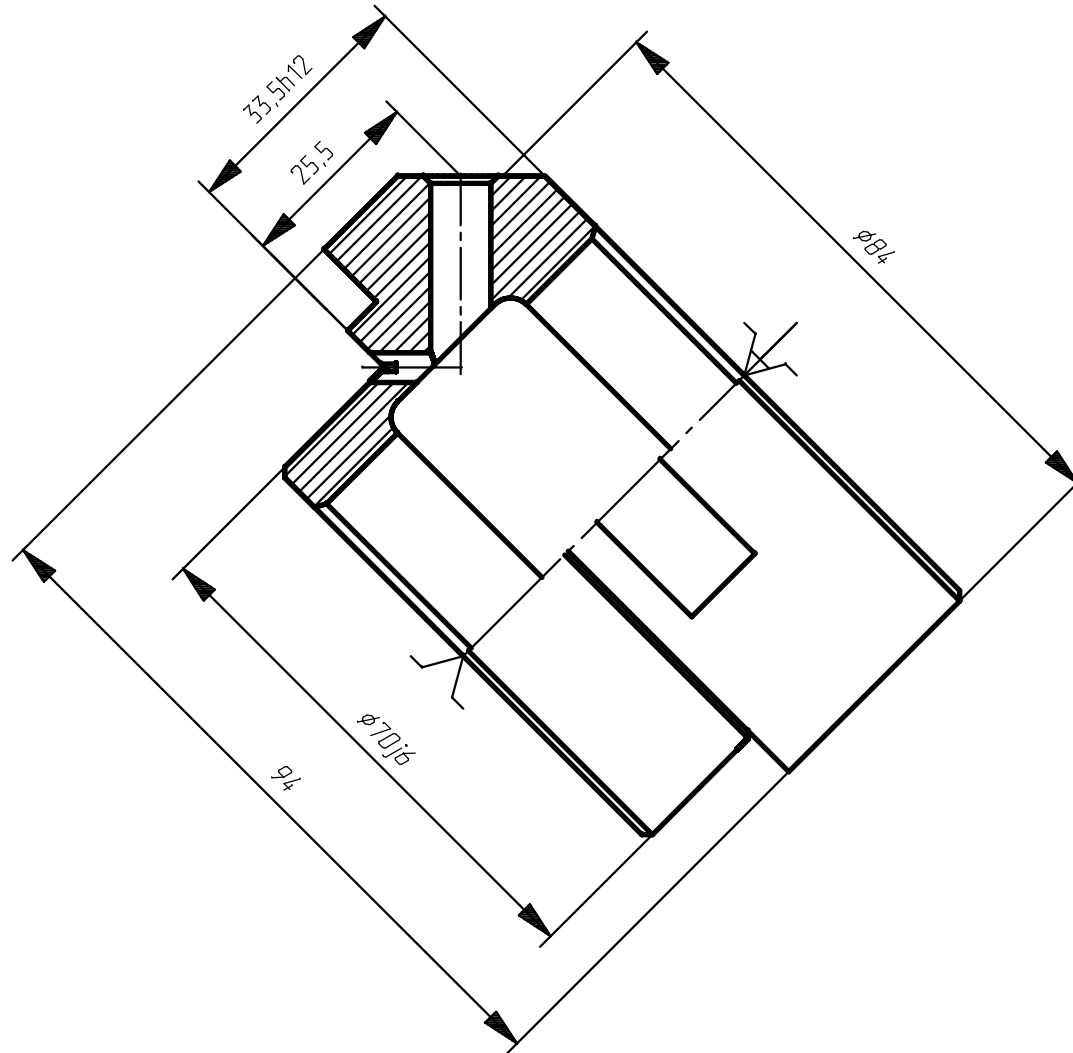

АД.01141.00001

2

ДП ПБ7113.1702.004

АД.20141.8

020



Только для некоммерческого использования!

КЭ

Только для некоммерческого использования!

Карта эскизов

Дфльница.adm

27

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

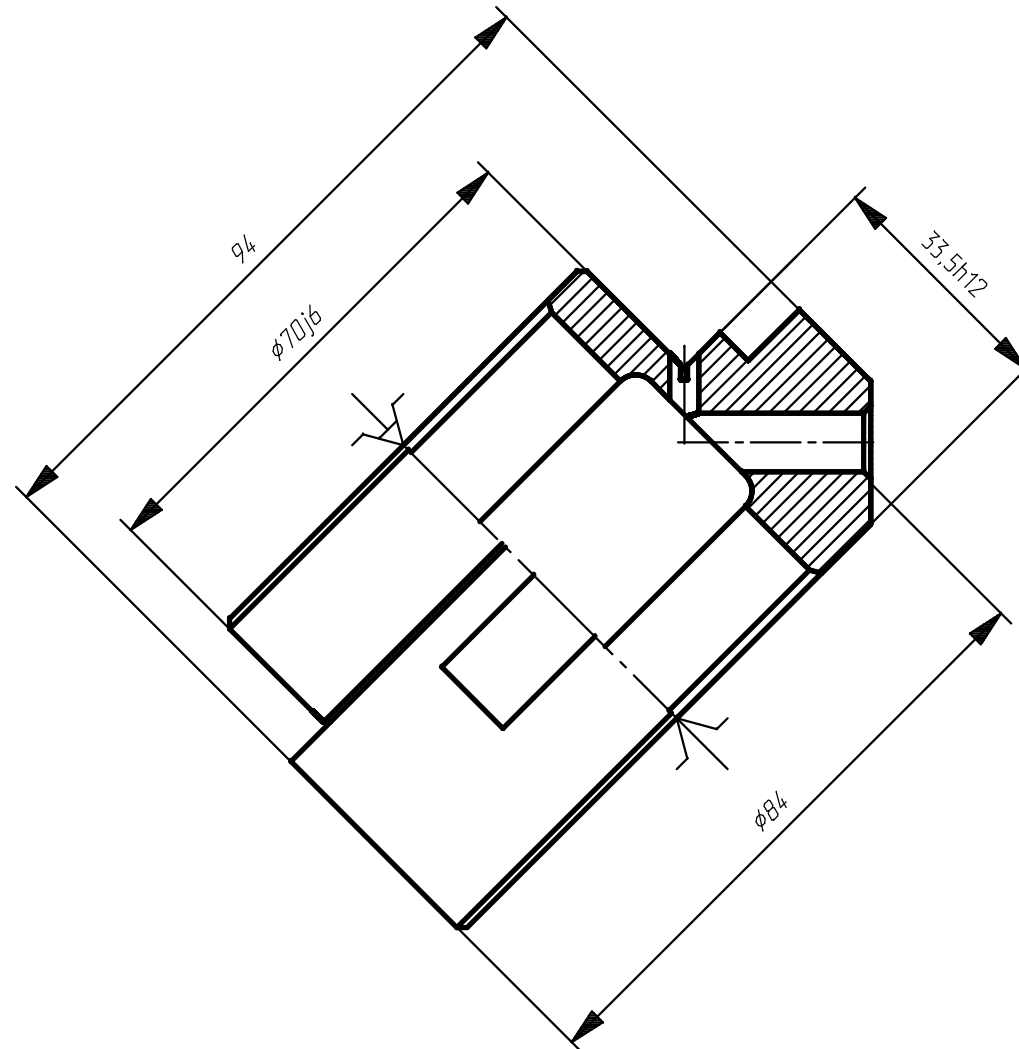
АД.01141.000001

3

ДП ПБ7113.1702.004

АД.20141.8

020



Только для некоммерческого использования!

КЭ

Карта эскизов

Дфльница.adm

28

Только для некоммерческого использования!

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

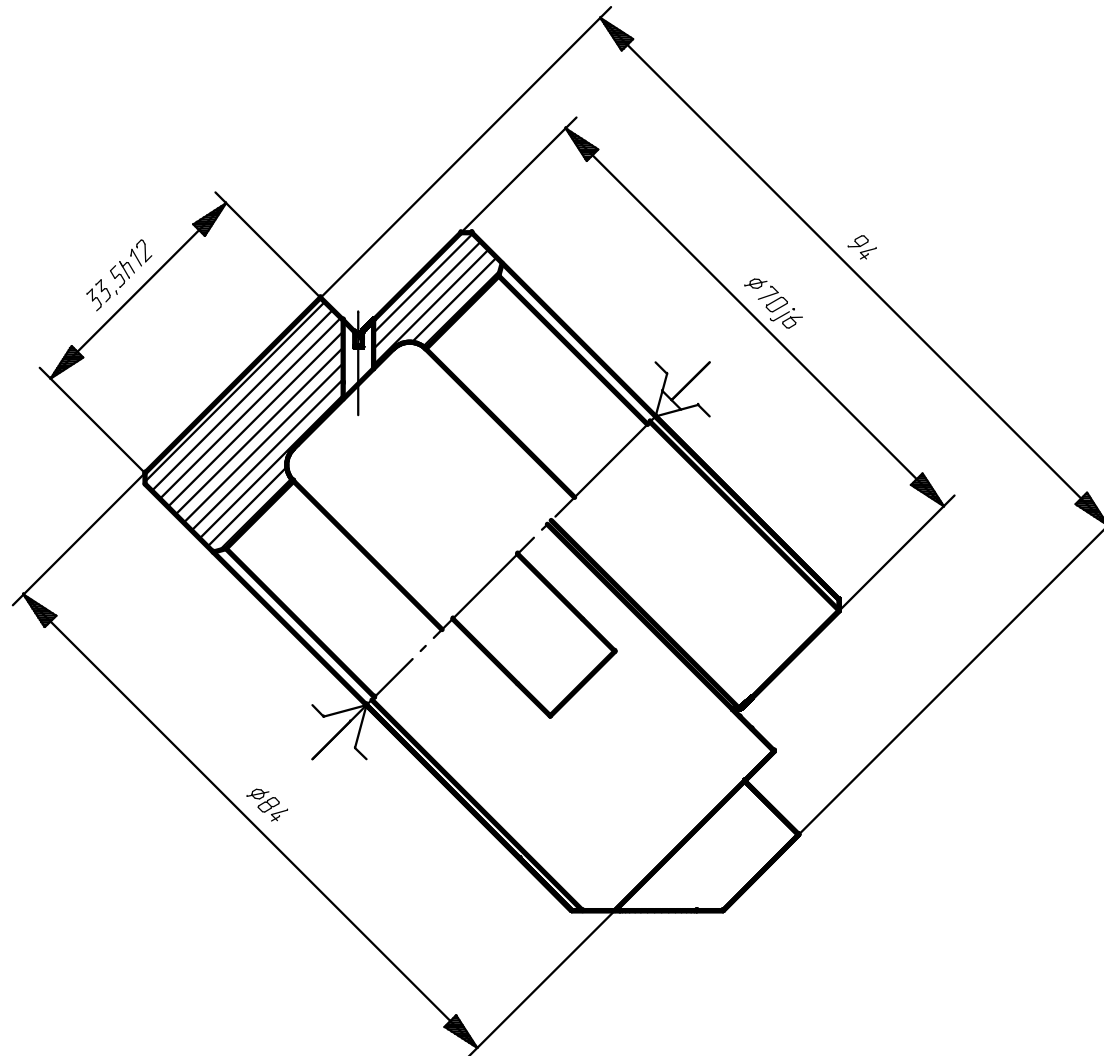
АД.01141.000001

4

ДП ПБ7113.1702.004

АД.20141.8

020



Только для некоммерческого использования !

КЭ

Только для некоммерческого использования !

Карта эскизов

Дфльница.adm

29





Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

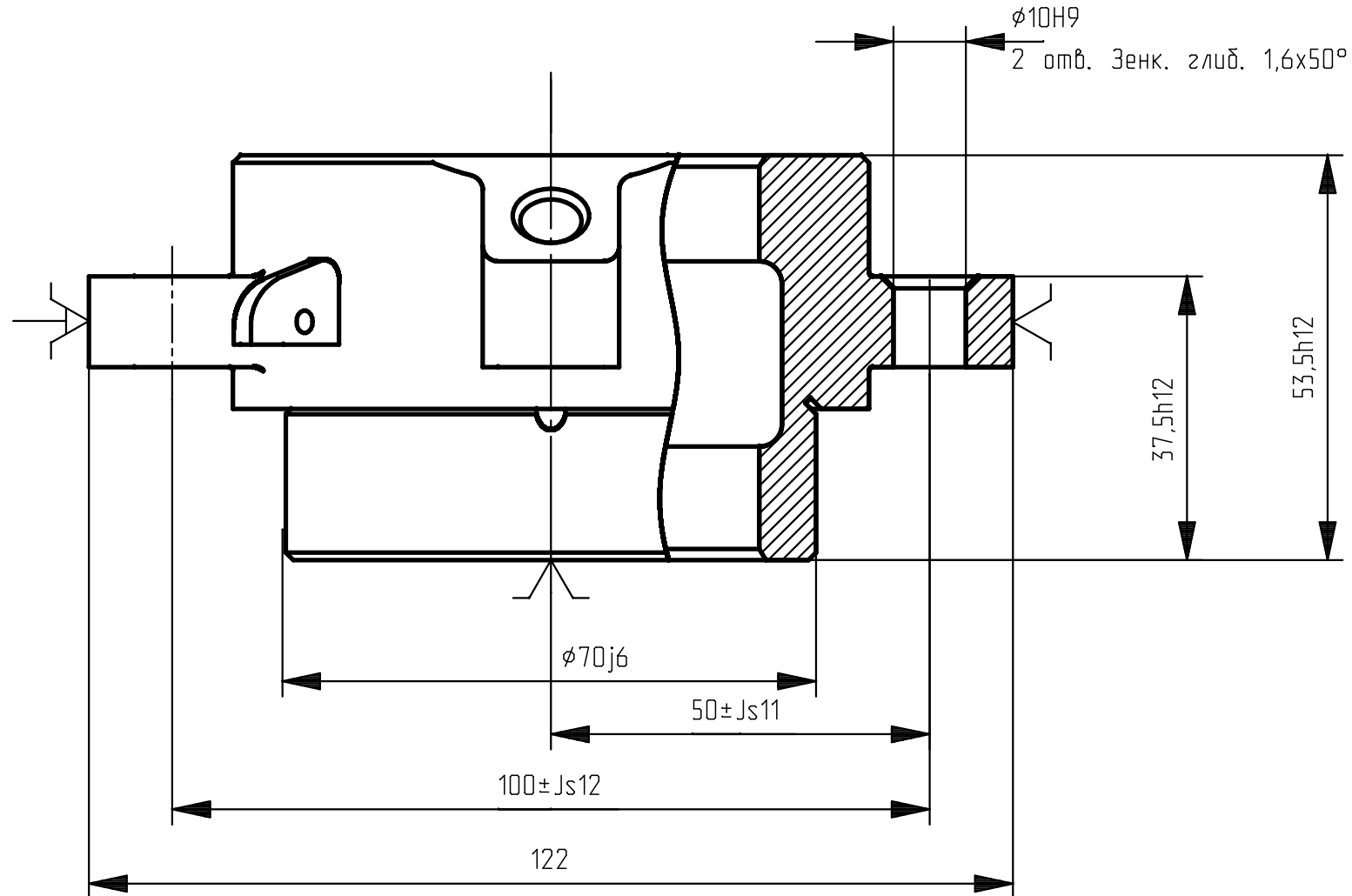
АД.01141.00001

7

ДП ПБ7113.1702.004

АД.20141.8

020



Только для некоммерческого использования!

КЭ

Только для некоммерческого использования!

Карта эскизов

ДФЛьница.аdm

32

Дубл.														
Взам.														
Подл.														

АД.01141.00001

2

1

Разраб.	Гацько М. В.			Группа компаний ADEM	ДП ПБ7113.1702.004	План діляниці	АД.60102.00050	025
Проверил	Шевченко В. В.							
Утвердил								
Т.контр.								
Н.контр.								

Наименование операции

Наименование, марка материала

МД

КОНТРОЛЬ

Наименование оборудования

То

Тв

Обозначение ИОТ

1.63

1.983

БТ 48; БТ 242

Р

Контр. параметры

Код средств ТО

Наименование средств ТО

Объем и ПК

То/Тв

0 01

1. Установить, закрепить, снять

Т 02

ПР. ДП 7113.1702.003 СК

03

Р 04

2. Контролировать отклонение

ИИГ

Индикатор ГОСТ 18883-73

95%

1.63/0.1

05

торцов Т и Т1 от положения в

06

одной плоскости

07

0 08

3. Переустановить

Т 09

ПР. Приспособление для контроля

10

11

4. Контролировать шероховатость ИИГ

Индикатор ГОСТ 18883-73

95%

0.298/0.1

12

поверхностей

13

OK

Технический контроль

ДФ\_дільниця.adm

33

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы ADEM.



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан приладобудівного факультету  
\_\_\_\_\_ Г.С. Тимчик

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

**АКТ**

про впровадження результатів виконання дипломного проекту  
в освітній процес кафедри виробництва приладів  
бакалавранта **Сябрєнка Владислава Віталійовича**  
на тему: «**Автоматизована діляниця виготовлення муфти зчеплення**»

Комісії у складі:

Голова – заступник декана приладобудівного факультету з навчально-методичної роботи, к.т.н. доцент Філіппова М.В.;

Члени комісії: - в.о завідувача кафедри виробництва приладів, д.т.н., професор Анто́нюк В.С.

- доцент кафедри виробництва приладів, к.т.н., доцент Подолян О.О.,

цим актом засвідчує те, що результати виконання дипломного проекту Сябрєнка Владислава Віталійовича на тему: «Автоматизована діляниця виготовлення муфти зчеплення» - а саме, отримані результати у ході виконання даного проекту, що використовуються при проведенні лекцій та лабораторних практикумів у ході навчального процесу викладачами кафедри виробництва приладів приладобудівного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Голова комісії \_\_\_\_\_ М.В.Філіппова

Члени комісії \_\_\_\_\_ В.С. Анто́нюк

\_\_\_\_\_ О.О. Подолян

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Приладобудівний факультет  
Кафедра виробництва приладів

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри



(Ініціали, прізвище)

«  »                      2021 р.

**Дипломний проєкт**  
на здобуття ступеня бакалавра

на тему: «Автоматизована ділянка виготовлення муфти зчеплення»

Виконав:

студент IV курсу, групи ПБ-71  
Сябренко Владислав Віталійович

Керівник:

Професор, д.т.н., професор кафедри виробництва приладів,  
Антонюк Віктор Степанович

Рецензент:

Доцент кафедри Оптичних та Оптико-електронних  
приладів, к.т.н., доцент Сокуренько В.М.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання)  
(прізвище, ініціали)

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

Студент



Київ – 2021 року

## ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проєкт	2	
2	A4		Пояснювальна записка	45	
3	A3	ДП ПБ7113.1702.000.01	Заготовка	1	
4	A1	ДП ПБ7113.1702.000.02	Муфта вимкнення зчеплення	1	
5	A2	ДП ПБ7113.1702.001 СК	Пневматичний патрон	1	
6	A2	ДП ПБ7113.1702.002 СК	Пневматичний захват	1	
7	A2	ДП ПБ7113.1702.003 СК	Контрольне пристосування	1	
8	A1		Деталювання	1	
9	A3	ДП ПБ7113.1702.004	Автоматизована дільниця	1	
10	A4		Комплект документації	37	

	ПІБ	Підп.	Дата		
Розробл.	Сябренко В.В.			Лист	Листів
Керівн.	Антонюк В.С.			1	1
Консульт.				Відомість дипломного проєкту	
Н/контр.					
Зав. каф.					
				ПБФ, 4 курс	

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

**Приладобудівний факультет  
Кафедра виробництва приладів**

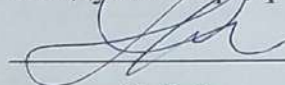
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри



(Ініціали, прізвище)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**

**до дипломного проєкту студента  
Сябренка Владислава Віталійовича**

1. Тема проєкту **«Автоматизована ділянка виготовлення муфти зчеплення»**, керівник проєкту Антоноук Віктор Степанович, д.т.н., професор, затверджені наказом по університету від «26» 05 2021 р. №1347-с
2. Термін подання студентом проєкту «04» 06 2021 р.
3. Вихідні дані до проєкту: креслення муфти вимкнення зчеплення, програма випуску 8568 шт/рік.
4. Зміст пояснювальної записки: Анотація, Abstract, Вступ, Технологічна частина: 1. Аналіз конструкції деталі. 2. Визначення типу виробництва. 3. Обґрунтування вибору заготовки. 4. Розробка технологічного процесу. 5. Розрахунок припусків та проміжних розмірів. 6. Розрахунок режимів різання. 7. Технічне нормування технологічного процесу. Конструкторська частина: 1. Проектування пристосувань. 2. Деталювання деталей пристосувань. 3. Проектування автоматизованої ділянки.
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): 1. Креслення деталі, яка задана на проєктування. 2. Креслення заготовки. 3. Пристосування для токарної обробки. 4. Пристосування для контролю відхилення торців від положення

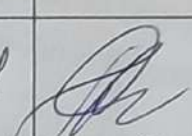
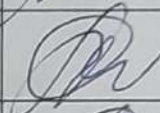



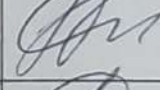
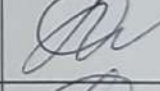

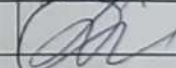
в одній площині. 5. Деталювання деталей пристосування. 6. Проектування автоматизованої дільниці.

6. Консультанти розділів проєкту

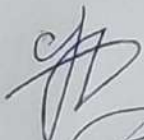
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Календарний план

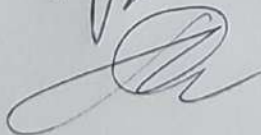
з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1.	Аналіз конструкції деталі, Визначення типу виробництва, Обґрунтування вибору заготовки	12.04.2021	
2.	Розробка технологічного процесу виготовлення деталі	16.04.2021	
3.	Розрахунок припусків, режимів різання та нормування	21.04.2021	
4.	Проектування та розрахунок пристосування для токарної обробки	24.04.2021	
5.	Проектування та розрахунок пристосування для контролю	28.04.2021	
6.	Проектування та розрахунок захватного пристрою для маніпулятора	03.05.2021	
7.	Проектування та розрахунок автоматизованої дільниці	20.05.2021	
8.	Оформлення пояснювальної записки	24.05.2021	
9.	Подання дипломного проєкту до захисту	03.06.2021	

Студент



Сябенко В. В.

Керівник проєкту



Антонюк В. С.

**Пояснювальна записка  
до дипломного проєкту  
на тему: «Автоматизована дільниця виготовлення  
муфти зчеплення»**

Київ – 2021 року

## АНОТАЦІЯ

*Дипломний проєкт включає в себе технологічну та конструкторську частини разом із додатками креслеників та специфікацій.*

*Технологічна частина містить: аналіз конструкції деталі – муфти вимкнення зчеплення, та її опис, опис матеріалу виготовлення деталі, визначення технологічності та типу виробництва разом із річною програмою випуску, технічне та економічне обґрунтування вибору заготовки, розробка технологічного процесу, розробка маршрутного та операційного технологічного процесів, вибір токарного OPTIturn L440, фрезерного Vector 2115F та свердлильного KSB 40 CNC верстатів з ЧПК для механічної обробки, розрахунок припусків, режимів різання і нормування для однієї із зовнішніх поверхонь та одного з отворів деталі – муфти вимкнення зчеплення, а також підбір необхідних інструментів – різця та свердла із твердого сплаву марки ВК8.*

*Конструкторська частина містить: виконані кресленики деталі, заготовки, складальні кресленики пристосування для токарного верстата – пневматичний трьохкулачковий патрон, пристосування для автоматизації виробництва – пневматичний прихват, пристосування для контролю заданого параметра відхилення торців від положення в одній площині, деталювання семи деталей, план автоматизованої ділянки. А також: розрахунки пневмоциліндра двосторонньої дії для двох пристосувань, розрахунки сили затиску, розрахунок похибки вимірювань пристосування для контролю.*

## ANNOTATION

*The thesis project includes technological and design parts alongside with appendices of drawings and specifications.*

*The technological part includes: design analysis of the part – coupling ungearing clutch and its description, part material description, determination of manufacturability and type of production with the annual production program, technical and economic justification for the choice of blank-making and development of technological process. Also, selection of turning OPTIturn L440, milling Vector 2115F and drilling KSB 40 CNC machines for machining, calculation of allowances, cutting and rationing modes for one of the outer surfaces and one of the holes of the part – coupling ungearing clutch, as well as selection of necessary tools drills from a hard alloy of the WC8 brand.*

*The design part includes: drawings of parts, blanks, assembly drawings of the device for the lathe – pneumatic three-cam chuck, device for automation of production – pneumatic grip, device for control of the set parameter of deviation of ends from position in one plane, detailing of seven parts, automated plan. And more: calculations of the pneumatic cylinder of bilateral action for two devices, clip force calculation and calculation of an error of measurements of the device for control.*

## ЗМІСТ

Вступ.....	1
I. Технологічна частина .....	2
1. Аналіз конструкції деталі. ....	2
1.1. Опис матеріалу. ....	2
1.2. Опис конструкції деталі. ....	3
1.3. Відпрацювання конструкції деталі на технологічність. ....	3
2. Визначення типу виробництва. ....	6
2.1. Річна програма випуску. ....	6
2.2. Тип виробництва. ....	7
2.3. Розрахунок розміру партії деталі. ....	8
3. Обґрунтування вибору заготовки. ....	8
3.1. Технічне обґрунтування вибору заготовки. ....	9
3.2. Економічне обґрунтування вибору заготовки. ....	10
4. Розробка технологічного процесу. ....	11
4.1. Розробка маршрутного технологічного процесу. ....	11
4.2. Розробка операційного технологічного процесу. ....	14
4.3. Вибір обладнання та пристосувань для технологічного процесу виготовлення деталі. ....	14
5. Розрахунок припусків та міжопераційних розмірів. ....	20
5.1. Розрахунок припусків і проміжних розмірів для зовнішньої поверхні. ....	21
5.2. Розрахунок припусків і проміжних розмірів для отвору. ....	23
6. Розрахунок режимів різання. ....	26
6.1. Розрахунок режимів різання для точіння зовнішньої поверхні. ....	26
6.2. Розрахунок режимів різання для розсвердлювання отвору. ....	28

7.	Технічне нормування технологічного процесу. ....	30
7.1.	Нормування токарної операції зовнішньої поверхні. ....	30
7.2.	Нормування операції свердління отвору. ....	31
II.	Конструкторська частина .....	33
1.	Проектування пристосувань. ....	33
1.1.	Проектування токарного пристосування. ....	33
1.2.	Проектування пневматичного прихвата. ....	34
1.3.	Проектування контрольного пристосування. ....	36
2.	Деталювання деталей пристосувань.....	38
3.	Проектування автоматизованої ділянки. ....	38
	Висновки.....	40
	Літературні джерела.....	42

## ВСТУП

Приладобудування – це галузь науки і техніки, що займається розробкою і виробництвом засобів вимірювань, обробки і подання інформації, автоматичних і автоматизованих систем управління.

Основним напрямком розвитку приладобудування є вимірювальна техніка, що складається з методів і приладів вимірювання механічних, електричних, магнітних, теплових, оптичних та інших фізичних величин. Вимірювальні прилади спільно з автоматичними керуючими і з виконавчими пристроями утворюють технічну базу автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУТП)[1].

Технологічний процес (ТП) – це послідовність операцій, які необхідно виконати, щоб з вихідного матеріалу отримати готову деталь. Є частиною виробничого процесу, який може мати кілька різних ТП.

Автоматизація ТП – це сукупність методів і засобів, призначена для реалізації системи або систем, що дозволяють здійснювати управління самим ТП без або з частковою участю людини. При цьому, як правило, за людиною залишається право прийняття найбільш відповідальних рішень.

У приладобудуванні ТП в основному діляться на три фази: заготівельна, обробляюча, складальна[2].

Основна задача дипломного проєкту – проєктування автоматизованої ділянки механічної обробки деталі – муфти вимкнення зчеплення.

Завданням роботи є проєктування ТП виготовлення деталі, маршрутних карт (МК), операційних карт (ОК), розрахунок припусків, режимів різання та норм часу, проєктування пристосувань, а також розробка автоматизованої ділянки виготовлення деталі – муфти вимкнення зчеплення.

## I. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 1. Аналіз конструкції деталі.

#### 1.1. Опис матеріалу.

Матеріал, з якого виготовляється муфта вимкнення зчеплення – чавун сірий марки СЧ21-40 ГОСТ 1412-70.

Сірий чавун широко застосовується у приладобудуванні і являє собою не суцільний метал, а пористу металеву губку – сплав заліза з графітом, пори якої заповнені пухкою неметалевою речовиною – графітом. Чавун дуже крихкий. Його відносне подовження при розриві дуже низьке. Він розбивається на шматки ударом.

Механічні властивості сірих чавунів залежать від властивостей металевої основи і в основному, від кількості, форми і розмірів графітних включень. Перлітна основа забезпечує найбільші значення показників міцності і зносостійкості. Чавун СЧ21-40 є феритно-перлітним[3].

Сірий чавун відрізняється високими ливарними властивостями (для нього властива низька температура кристалізації, плинність в рідкому стані, мала усадка) і тому слугує основним матеріалом для лиття. Він широко застосовується для виливки станин верстатів і механізмів, поршнів, циліндрів[4].

Застосовують сірий чавун даної марки для відповідальних виливків з товщиною стінок до 40 мм або для невідповідальних – при більшій товщині стінок[5].

У табл. 1.1.1 та 1.1.2 наведені характеристики сірого чавуну СЧ21-40[6].

C, %	Si, %	Mn, %	P, %	S, %	Cr, %	N, %
3-3.3	1.3-1.7	0.8-1.2	≥0.3	≥0.15	≥0.3	≥0.5

**Табл. 1.1.1.** Хімічний склад чавуну марки СЧ21-40.

Границя міцності, кг/мм <sup>2</sup>			Твердість
При розтягуванні	При згинанні	При стисненні	НВ 10 <sup>-1</sup> , МПа
21	40	75	170-241

**Табл. 1.1.2.** *Механічні властивості чавуну марки СЧ21-40.*

## 1.2. Опис конструкції деталі.

Деталь, муфта вимкнення зчеплення, являє собою циліндроподібний елемент з габаритними розмірами 122x94x53.5 мм, центральним наскрізним отвором Ø55 мм, канавкою 26.5 мм та з двома округленнями R3 в ньому, та фасками 1.5 мм під 30°, що на ньому знаходяться; двома наскрізними отворами Ø10 мм з зенкеруванням 1.6x50° мм; двома наскрізними отворами Ø4x45° мм та наскрізним отвором Ø5 мм і зенкеруванням 1x90° мм; є два виступи з округленнями R7 та наскрізними отворами Ø3 мм і невелика канавка навколо циліндра. Загальна шорсткість поверхонь становить Ra 12.5.

## 1.3. Відпрацювання конструкції деталі на технологічність.

Технологічність конструкції виробу – це сукупність властивостей конструкції виробу, що дозволяють оптимізувати витрати праці, засобів, матеріалів та часу при підготовці виробництва, виготовленні, експлуатації та ремонті у порівнянні з відповідними показниками інших конструкцій виробів однакового призначення при збереженні показників якості і умов виготовлення, експлуатації та ремонті.

Технологічність конструкції - це сукупність властивостей конструкції виробу, що визначає її пристосованість до досягнення оптимальних витрат при виробництві, експлуатації та ремонті виробів для заданих значень показників якості та умов виконання робіт.

Для забезпечення технологічності конструкції виробу передбачено виконання таких заходів:

- технологічний контроль конструкторської документації (КД);

- підготовка та внесення змін до КД за результатами технологічного контролю, що забезпечує досягнення базових показників технологічності;
- відпрацьованість конструкції виробу на технологічність на всіх стадіях розробки, під час технологічної підготовки виробництва і, при необхідності, під час виготовлення виробу;
- удосконалення умов виконання робіт під час виробництва, експлуатації та ремонту виробів та фіксація прийнятих рішень у технологічній документації;
- кількісна оцінка технологічності конструкції виробів.

Відпрацювання конструкції на технологічність здійснюється спільно розробниками конструкторської та технологічної документації, підприємствами – виробниками виробу та представниками замовника (фахівцями з технічного обслуговування та ремонту виробів)[7].

Досягнення такої мети здійснюють у процесі відпрацювання конструкції виробу на технологічність, який починається на самих ранніх етапах конструкторської підготовки виробництва.

Найбільш значимі показники технологічності при економічно вигідному обмеженні:

- мінімальні витрати трудових і матеріальних ресурсів;
- скорочення термінів виготовлення й пристосованості виробу до виробництва; використання типових розмірів матеріалів;

#### 1) Коефіцієнт використання матеріалу.

Коефіцієнт використання матеріалу – це одна з характеристик виробничого процесу, яка являє собою кількість матеріалу (обсяг або масу) в готовому виробі розділеного на загальну кількість матеріалу, який було використано на виготовлення виробу. Даний коефіцієнт зі зрозумілих причин не може бути більше одиниці, втім, і одиниці він практично ніколи не дорівнює[8].

Коефіцієнт використання матеріалу розраховується за формулою:

$$k_{\text{вм}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{з}}}$$

де  $m_{\text{д}}$  – маса деталі,  $m_{\text{з}}$  – маса заготовки.

$$k_{\text{вм}} = \frac{1,1 \text{ кг}}{1,3 \text{ кг}} = 0,8462$$

2) Коефіцієнт точності обробки розраховується за формулою.

Розраховується за формулою:

$$k_{\text{т}} = 1 - \frac{1}{A_{\text{ср}}}$$

де  $A_{\text{ср}}$  – середній квалітет точності.

$$A_{\text{ср}} = \frac{6 + 9 * 2 + 10 * 3 + 11 * 2 + 12 * 3 + 14 * 41}{52} = 13,19$$

$$k_{\text{т}} = 1 - \frac{1}{13,19} = 0,9242$$

3) Коефіцієнт шорсткості розраховується за формулою.

Розраховується за формулою:

$$k_{\text{ш}} = 1 - \frac{1}{B_{\text{ср}}}$$

де  $B_{\text{ср}}$  – середній умовний показник шорсткості.

$$B_{\text{ср}} = \frac{0,8 * 2 + 1,6 * 2 + 3,2 * 3 + 12,5 * 45}{52} = 11,09$$

$$k_{\text{ш}} = 1 - \frac{1}{11,09} = 0,9099$$

4) Комплексний показник технологічності.

Комплексний показник технологічності є вираженим середнім арифметичним значенням з урахуванням економічної еквівалентності прийнятих частинних показників і відповідає вимогам показовості виразу технологічності виробу.

Комплексний показник технологічності розраховується за формулою:

$$K = k_{\text{вм}} * k_1 + k_{\text{т}} * k_2 + k_{\text{ш}} * k_3$$

Якщо  $K < 0,5$ , то деталь не технологічна, а якщо  $1 > K > 0,5$ , то технологічна.

Оберемо значення  $k_1, k_2, k_3$  для даної деталі, щоб в сумі було 1:

$$k_1 = 0,4 \qquad k_2 = 0,35 \qquad k_3 = 0,25$$

$$K = 0,8462 \cdot 0,4 + 0,9242 \cdot 0,35 + 0,9099 \cdot 0,25 = 0,8894$$

$$K > 0,5$$

Оскільки  $K = 0,8894 > 0,5$ , то дана деталь є технологічною та може запускатися у виробництво.

## 2. Визначення типу виробництва.

### 2.1. Річна програма випуску.

Річна програма випуску виробів визначає тип виробництва. Масштаб випуску визначається кількістю виробів, що випускаються за одними і тими ж креслениками[9].

Річна програма випуски розраховується за формулою:

$$N_{ц} = N \cdot K \left(1 + \frac{\beta_1}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{\beta_2}{100}\right)$$

Де  $N$  – кількість деталей;

$K$  – кількість деталей у виробі;

$\beta_1$  – відсоток запасних деталей;

$$\beta_1 = 5 \dots 10 \%$$

$\beta_2$  – відсоток можливого технологічного браку;

$$\beta_2 = 2 \dots 5 \%$$

Отже:

$$N = 8000;$$

$$K = 1;$$

$$\beta_1 = 5 \%$$

$$\beta_2 = 2 \%$$

Підставляємо початкові дані у формулу та отримуємо програму випуску:

$$N_{ц} = 8000 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{5}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{2}{100}\right) = 8568$$

Із цього випливає, що  $N_{ц} = 8568$  деталей.

## 2.2. Тип виробництва.

Тип виробництва – це комплексна характеристика технічних, організаційних та економічних особливостей приладобудівного виробництва, обумовлена його спеціалізацією, типом і сталістю номенклатури виробів, а також формою руху виробів по робочих місцях.

У приладобудуванні умовно виділяють три основних типи виробництва: одиничне, серійне, масове[10].

$N_{ц} < 5000$  – одиничне виробництво;

$5000 < N_{ц} < 30000$  – серійне виробництво;

$N_{ц} > 30000$  – масове виробництво.

Так, як  $N_{ц} = 8568$ , яка належить проміжку  $5000 < N_{ц} < 30000$ , це означає, що у тип виробництва буде серійним.

Серійне виробництво – це форма організації виробництва, для якої характерний випуск виробів великими партіями (серіями) зі встановленою регулярністю випуску.

Воно характеризується постійністю випуску досить великої номенклатури виробів. При цьому річна номенклатура виробів, що випускаються ширше, ніж номенклатура кожного місяця.

Це дозволяє організувати випуск продукції більш-менш ритмічно. Випуск виробів у великих або відносно великих кількостях дозволяє проводити значну уніфікацію виробів, що випускаються, і ТП, виготовляти стандартні або нормалізовані деталі, що входять в конструктивні ряди, великими партіями, що зменшує їх собівартість. Особливості серійного виробництва обумовлюють економічну доцільність випуску продукції за циклічно повторюваним графіком[11].

Відмінні рисами серійного виробництва є:

- виробництво серіями щодо обмеженої номенклатури повторюваної продукції;
- щодо нетривала тривалість виробничого циклу;
- типізація ТП;
- наявність спеціалізованого обладнання та робочих місць;
- використання в процесі виробництва робітників середньої кваліфікації;
- механізація контролю якості продукції.

### 2.3. Розрахунок розміру партії деталі.

Партія деталей – група деталей одного найменування та розміру, виготовлені з однієї марки сталі, одного типу лиття, по одному ТП, що означає відсутність потреби у пере налаштуванні устаткування[12].

Формула розрахунку партії деталей:

$$n = \frac{Nc}{F}$$

Де  $N_{ц}$  – річна програма випуску деталей;

$c$  – запас деталей на складі (для деталей <15 кг,  $c = 7..10$ ) днів;

$F$  – кількість робочих днів на рік. У 2021 році  $F = 250$  день;

Отже,

$$n = \frac{8568 \cdot 7}{250} = 239,904$$

Округливши, отримуємо, що  $n = 240$  деталі.

### 3. Обґрунтування вибору заготовки.

На вибір заготовки впливають наступні показники: призначення деталі, матеріал, технічні умови (ТУ), обсяг випуску і тип виробництва, тип і конструкція деталі; розміри деталі і обладнання; економічність виготовлення заготовки. Усі ці показники повинні враховуватися одночасно, так як вони тісно пов'язані. Остаточне рішення приймають на підставі економічного

розрахунку з урахуванням вартості методу отримання заготовки і механічної обробки[13].

Отримання заготовки може бути виконано одним із цих методів: лиття, гаряча та холодна штамповки, спеціальні види обробки тиском, електрофізичні та електрохімічні методи обробки, обробка різанням тощо.

### **3.1. Технічне обґрунтування вибору заготовки.**

Обраний метод отримання заготовки повинен забезпечувати найменшу собівартість виготовлення деталі, тобто витрати на матеріал, виконання заготовки і подальшу механічну обробку разом з накладними витратами повинні бути мінімальними, з підвищенням точності виконання заготовки і наближенням її форми до вигляду готової деталі питома вага механічної обробки помітно знижується. Однак при малій програмі випуску не всі методи можуть виявитися рентабельними через те, що витрати на оснащення для заготівельних процесів економічно не окупаються[14].

Ураховуючи нестандартну форму деталі, вид виробництва (серійне) і матеріал заготовки (СЧ21-40) можна застосувати такий варіант отримання заготовок, як лиття по виплавлюваних моделях.

Лиття по виплавлюваних моделях дозволяє отримувати точні вироби, зводячи до мінімуму втрати матеріалу, енергії і необхідність подальшої обробки. Воно також дозволяє виробляти дуже складні деталі. Це робить процес лиття по виплавлюваних моделях вельми корисним для інженерів-конструкторів та технологів. Лиття по виплавлюваних моделях отримало свою назву від моделі, яка виплавляється, перебуваючи в вогнетривкому матеріалі. Багато матеріалів підходять для лиття по виплавлюваних моделях: чавуни, сплави з нержавіючої сталі, латуні, алюмінію, вуглецевої сталі і скла. Матеріал заливають в порожнину в вогнетривкому матеріалі, яка є точною копією потрібної виливки. Через твердість використовуваних вогнетривких матеріалів, лиття по виплавлюваних моделях дозволяє виробляти вироби з

винятковою якістю поверхні, що знижує потребу в подальшій механічній обробці[15].

Переваги методу:

- діапазон розмірів;
- універсальні та складні форми;
- точні та гладкі поверхні;
- точність розмірів;
- якість та цілісність.

Недоліки методу:

- відносно висока вартість формувальних матеріалів;
- складність модельної оснастки;
- підвищене виділення шкідливих хімічних речовин в ході термічного видалення модельної речовини.

$$V_{\text{заг.}} = 189,8 \text{ см}^3$$

$$V_{\text{дет.}} = 160,6 \text{ см}^3$$

$$m_{\text{з}} = 1,3 \text{ кг}$$

$$m_{\text{д}} = 1,1 \text{ кг}$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{з}}} = \frac{1,1}{1,3} = 0,8462$$

### 3.2. Економічне обґрунтування вибору заготовки.

Собівартість заготовок, отриманих литтям по виплавлюваних моделях, можна розрахувати за формулою:

$$S_{\text{заг}} = \left( \frac{C_i}{1000} \right) \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{\Pi} - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{відх}}}{1000}$$

де  $C$  – базова вартість 1 т заготовок, грн.  $K_T$ ,  $K_C$ ,  $K_B$ ,  $K_M$ ,  $K_{\Pi}$  – коефіцієнти, що залежать від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу і обсягу виробництва заготовок,  $Q$  – маса заготовки,  $q$  – маса готової деталі.

Економічні розрахунки:

$$C_i = 65000 \text{ грн.}$$

$$S_{\text{відх}} = 4000 \text{ грн.}$$

$$Q = 1,3 \text{ кг}$$

$$q = 1,1 \text{ кг}$$

$$K_T = 1,1; K_C = 0,83; K_B = 1; K_M = 1,04; K_{\Pi} = 1$$

$$S_{\text{заг.}} = \left( \frac{65000}{1000} \cdot 1,1 \cdot 0,83 \cdot 1 \cdot 1,04 \cdot 1 \right) - (1,3 - 1,1) \cdot \frac{4000}{1000} = 60,92 \text{ грн.}$$

Отже, собівартість заготовок для лиття по виплавлюваних моделях є прийнятною, тому її можна допускати до виробництва.

#### 4. Розробка технологічного процесу.

ТП механічної обробки – це частина виробничого процесу, що безпосередньо пов'язана із зміною форми, розмірів або властивостей оброблюваної заготовки, що виконується в певній послідовності. ТП складається з ряду операцій[16].

##### 4.1. Розробка маршрутного технологічного процесу.

Технологічний маршрут визначає послідовність операцій і склад технологічного обладнання. Від того, як побудований технологічний маршрут, багато в чому залежить якість деталі і ефективність її виготовлення.

Розробка маршрутного ТП є складним завданням і залежить від конструкції деталі, матеріалу, вимог до її якості, виду заготовки, масштабу та випуску[17].

Маршрутний ТП:

- 005 Заготівельна
  1. Лиття по виплавлюваних моделях
- 010 Токарна

#### A1 Установити, закріпити, зняти

1. Підрізати торець, витримуючи розмір 54.5 мм
2. Точити внутрішню поверхню  $\varnothing 54$  мм
3. Розточити внутрішню поверхню  $\varnothing 55H10$  мм
4. Точити канавку  $\varnothing 61$  із закругленнями R3 мм
5. Точити внутрішню фаску 1.5 мм під  $30^\circ$
6. Точити зовнішню фаску  $1 \times 45^\circ$  мм

#### A2 Переустановити

7. Підрізати торець, витримуючи розмір 54 мм
8. Точити торець, витримуючи розмір  $53.5h12$  мм
9. Точити чорнову зовнішню поверхню  $\varnothing 70.4174$  мм на 19.5 мм
10. Точити напівчистову зовнішню поверхню  $\varnothing 70.2083$  мм на 19.5 мм
11. Точити чистову зовнішню поверхню  $\varnothing 70.0627$  мм на 19.5 мм
12. Точити тонку зовнішню поверхню  $\varnothing 69.985$  мм на 19.5 мм
13. Точити торець  $\varnothing 86$  мм, витримуючи розмір 34 мм
14. Розточити торець  $\varnothing 86$  мм, витримуючи розмір  $33.5h12$  мм
15. Точити внутрішню фаску 1.5 мм під  $30^\circ$
16. Точити зовнішню фаску  $1 \times 45^\circ$  мм
17. Точити канавку глибиною 2 мм під  $45^\circ$

- 015 Фрезерна

#### A3 Установити, закріпити, зняти

1. Фрезерувати зовнішню поверхню  $\varnothing 84$  мм

#### A4 Переустановити

2. Фрезерувати поверхню планок по контурам зі зкругленнями R5 мм та R6 мм
3. Фрезерувати плоску поверхню планок

#### A5 Переустановити

4. Фрезерувати плоску поверхню планок
5. Фрезерувати поверхню виступних елементів

#### A6 Переустановити

6. Фрезерувати поверхню під  $45^\circ$
- 020 Свердлильна
  - A7 Установити, закріпити, зняти
    1. Свердлити наскрізний отвір  $\varnothing 8$  мм під  $45^\circ$
    2. Зенкувати отвір  $1 \times 90^\circ$  мм
  - A8 Переустановити
    3. Свердлити наскрізний отвір  $\varnothing 4$  мм під  $45^\circ$
  - A9 Переустановити
    4. Свердлити наскрізний отвір  $\varnothing 4$  мм під  $45^\circ$
  - A10 Переустановити
    5. Свердлити наскрізний отвір  $\varnothing 3$  мм
  - A11 Переустановити
    6. Свердлити наскрізний отвір  $\varnothing 3$  мм
  - A12 Переустановити
    7. Зенкерувати 2 наскрізні отвори  $\varnothing 9.8296$  мм
    8. Розгорнути 2 наскрізні чистові отвори  $\varnothing 9.9562$  мм
    9. Розгорнути 2 наскрізні тонкі отвори  $\varnothing 10.018$  мм
    10. Зенкувати 2 отвори  $1.6 \times 50^\circ$  мм
- 025 Контрольна
  - A13 Установити, закріпити, зняти
    1. Контролювати відхилення торців T і T<sub>1</sub> від положення в одній площині
  - A14 Переустановити
    2. Контролювати шорсткість поверхонь
  - A15 Переустановити
    3. Контролювати точність розмірів

#### **4.2. Розробка операційного технологічного процесу.**

Операційний ТП – це ТП, що виконується за документацією, в якій зміст операцій викладається із зазначенням переходів і режимів обробки. Операційний ТП застосовується в серійному і масовому виробництві, а для деталей складних конструкцій і високої точності також і в дослідному виробництві[18]. На цьому етапі оформлюються операційні карти ТП.

Операційна карта (ОК) – технологічний документ, що містить опис технологічної операції із зазначенням переходів, режимів обробки і даних про засоби технологічного оснащення. ОК застосовують в серійному і масовому виробництві. Комплект цих карт на виріб за всіма операціями доповнюють маршрутною картою (МК). Карта ескізів – технологічний документ, що містить ескізи, схеми і таблиці, необхідні для виконання ТП, операції або переходу складання виробу[19]. Має бути оформлена згідно вимог ГОСТ 3.1404-86[20].

#### **4.3. Вибір обладнання та пристосувань для технологічного процесу виготовлення деталі.**

##### **Токарний верстат.**

Виходячи з потреб механічної обробки деталі, було обрано токарний верстат з ЧПК моделі OPTIturn L440 (рис. 4.3.1)[21].



**Рис. 4.3.1.** Токарний верстат з ЧПК моделі OPTIturn L440.

Контурна обробка циліндричних поверхонь на даному токарному верстаті проводиться сучасним токарним різальним інструментом в серійному і масовому виробництві.

Передня бабка має нову сучасну конструкцію. Передавальний механізм має два ступені і перемикається пневматично. Подвійні напрямляючі станини верстата виконані з високою геометричною точністю і мають прямокутну форму. У револьверну головку верстата встановлюється вісім попередньо налаштованих інструментальних блоків, гідравлічний затиск проводиться автоматично. Управління проводиться сучасною системою ЧПК німецького виробництва 828D. Для обробки довгих деталей, на напрямляючих станини встановлена задня бабка. Піноль токарного верстата має конічний отвір Морзе 4 для установки осьового інструменту і оснащення. Видалення вібрації і прогину можна здійснити установкою на напрямляючі, люнетів – рухомого і не рухомого. Регулювання швидкостей подачі проводиться

гідравлічним приводом. Для зберігання робочого масла є бак ємністю 50 літрів. Для очищення відпрацьованого масла є можливість установки сепаратора. Установка заготовок проводиться у гідравлічний патрон. Охолодження інструменту і заготовки виконується централізованою системою подачі ЗОР. Для збору емульсії є вбудований бак ємністю 100 літрів. Для автоматичного видалення стружки з верстата можна встановити транспортер і візок[22].

Технічні характеристики верстату:

- Загальна споживча потужність: 20 кВт 380 В ~50 Гц;
- Привід шпинделя: 12 кВт;
- Насос подачі МХР: 375 Вт;
- Ємність бака МХР: 100 л;
- Потужність насоса: 750 Вт;
- Ємність бака: 50 л;
- Висота центрів: 235 мм;
- Міжцентрова відстань: 1000 мм, 1500 мм;
- діаметр обробки над супортом, станиною, виїмкою станини: 240 мм, 475 мм, 710 мм;
- Число оборотів шпинделя: 100-4500 об/хв;
- Фланець шпинделя: Camlock D1-6";
- Прохідний отвір шпинделя: 65 мм;
- Гідравлічний токарний патрон :200 мм;
- Прохідний отвір токарного патрона: 52 мм;
- Тип змінника інструменту: гідравлічний VDI 40;
- Кількість інструменту: 8;
- Максимальний розмір державки різця: 25x25 мм;
- Максимальний діаметр осевого інструменту: 32 мм;
- Повторюваність: 0,005 мм;
- Позиціонування:  $\pm 0,005$  мм;

- Переміщення X, Z: 260 мм, 1150-1680 мм;
- Швидкість робочої подачі X, Z: 15000 мм/хв;
- Конус пінолі задньої бабки: МК 4;
- Діаметр пінолі задньої бабки: 65 мм;
- Хід пінолі задньої бабки: 150 мм;
- Габарити: 3030-3530x1950x2050 мм;
- Маса верстата: 3000-3450 кг;

### Фрезерний верстат.

Виходячи з потреб механічної обробки деталі, було обрано фрезерний верстат з ЧПК моделі Vector 2115F (рис. 4.3.2)[23][24].



**Рис. 4.3.2.** Фрезерний верстат з ЧПК моделі Vector 2115F.

Даний фрезерний верстат з ЧПК призначений для виготовлення деталей з металу і є широкоуніверсальним верстатом. На ньому можлива обробка заготовок з чавуну, кольорових металів і сталей будь-якої твердості. У якості інструменту використовуються твердосплавні фрези від 1 до 28 мм, або корончасті фрези діаметром до 80 мм. Робоча подача може досягати до 1500 мм/хв по всіх осях одночасно. Обмежень на довжину G-коду в

програмному забезпеченні немає. А в якості САМ системи є можливість використовувати будь-яку систему, що генерує ISO або ГОСТ G-код[22].

Технічні характеристики верстата:

- робочий хід: 2100x1500x250 мм;
- швидкість переміщення: 1-25 м/хв;
- направляючі: лінійні Hiwin;
- привід переміщення: ШВП Hiwin;
- крокові двигуна: Nema 34 (4.2 А);
- шпиндель: 2.2 кВт з повітряним охолодженням;
- частотний перетворювач: 2.2 кВт;
- кінцеві датчики індуктивного принципу дії;
- датчик висоти заготовки: калібратор;
- суцільнометалева, зварна рама, фрезерована за один захід;
- робочий стіл: алюмінієвий профіль з Т-подібним пазом для фіксації заготовки;
- контролери: YAKO;
- аварійна кнопка зупинки;
- датчик напруги мережі;
- датчик температури шпинделя;
- тороїдальний трансформатор для забезпечення стабільної роботи електроніки;
- система управління: NcStudio;
- вага верстата: 700 кг.

### **Свердильний верстат.**

Виходячи з потреб механічної обробки деталі, було обрано свердильний верстат з ЧПК моделі KSB 40 CNC (рис. 4.3.3)[25].



**Рис. 4.3.3.** Свердлильний верстат з ЧПК моделі KSB 40 CNC.

Цей верстат призначені для свердління глухих і наскрізних отворів в суцільному матеріалі, розсвердлювання, зенкерування, розгортання, нарізування внутрішніх різьб, а також вирізання дисків з листового матеріалу. Для виконання подібних операцій використовуються відповідні свердла, зенкери, розгортки, мітчики тощо. Формоутворюючими рухами при обробці отворів є головний обертальний рух інструменту і поступальний рух подачі інструменту по його вісі[26].

Технічні характеристики верстата:

- діаметр свердління: 40 мм;
- нарізання різьби: 32 мм;
- робоча зона: 850x400x240 мм;
- розміри столу: 1000x545 мм;
- допустиме навантаження столу: 300 кг;
- Т-подібні пази: 18x100 мм 3 шт;
- відстань від торця шпинделя до столу: 65-665 мм;
- виліт: 335 мм;
- діапазон частоти обертання: 31.5-1400 об/хв;
- конус шпинделя: МК 4/МТ 4;
- прискорений хід по осі X, Y: 5000 мм/хв;
- прискорений хід по осі Z: 1100 мм/хв;
- Робоча подача по осі X, Y: 2000 мм/хв;
- Робоча подача по осі Z: 1000 мм/хв;
- точність позиціонування: 0.025 мм;
- точність повтору: 0.015 мм;
- потужність двигуна головного приводу: 3 кВт;
- потужність двигуна, вісь X, Y, Z: 1,5 кВт;
- габарити: 3000x2050x2630 мм;
- маса: 2600 кг.

## **5. Розрахунок припусків та міжопераційних розмірів.**

Припуск – це шар матеріалу, що піддається зняттю з заготовки при механічній обробці. Він призначається з метою забезпечення точності дійсних розмірів, а також заданої якості поверхневого шару обробленої деталі[27].

### 5.1. Розрахунок припусків і проміжних розмірів для зовнішньої поверхні.

#### Розрахунок мінімального симетричного припуску.

$$2 \cdot Z_{min} = 2 \cdot (R_{zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \text{ де:}$$

$R_{zi-1}$  – висота нерівностей профілю (характеристика шорсткості поверхні), мкм;

$T_{i-1}$  – глибина дефектного шару, мкм;

$\rho$  – сумарне значення просторових відхилень на попередньому переході, мкм;

$\varepsilon_i$  – похибка установки заготовки на виконуваному переході.

*Точіння чорнове:*

$$2 \cdot Z_{min} = 2 \cdot (32 + 170 + \sqrt{42^2 + 50^2}) = 2 \cdot 375,2993 \text{ мкм,}$$

*Точіння напівчистове:*

$$2 \cdot Z_{min} = 2 \cdot (25 + 25 + \sqrt{78^2 + 35^2}) = 2 \cdot 93,0117 \text{ мкм,}$$

*Точіння чистове:*

$$2 \cdot Z_{min} = 2 \cdot (20 + 20 + \sqrt{52^2 + 21^2}) = 2 \cdot 65,807 \text{ мкм,}$$

*Точіння тонке:*

$$2 \cdot Z_{min} = 2 \cdot (10 + 10 + \sqrt{26^2 + 14^2}) = 2 \cdot 34,8661 \text{ мкм.}$$

#### Розрахунок проміжного розміру.

*Мінімальний:*  $A_{min}^n = A_{min} + 2 \cdot Z_{min i}$ , де:

$A_{min}^n$  – мінімальний розмір, який потрібно отримати, мм;

$A_{min}$  – розмір, який потрібно отримати на даному переході, мм.

*Точіння чистове:*

$$A_{min}^n = 69,9700 + 0,0697 = 70,0397 \text{ мм,}$$

*Точіння напівчистове:*

$$A_{min}^n = 70,0397 + 0,1316 = 70,1713 \text{ мм},$$

*Точіння чорнове:*

$$A_{min}^n = 70,1713 + 0,1860 = 70,3574 \text{ мм},$$

*Заготовка:*

$$A_{min}^n = 70,3574 + 0,7506 = 71,1080 \text{ мм}.$$

*Максимальний:*  $A_{max}^n = A_{min}^n + \delta$ , де:

$A_{max}^n$  – максимальний розмір який необхідно отримати;

$A_{min}^n$  – мінімальний розмір даного переходу;

$\delta$  – допуск на даному переході.

*Точіння тонке:*

$$A_{max}^n = 69,9700 + 0,0300 = 70,0000 \text{ мм},$$

*Точіння чистове:*

$$A_{max}^n = 70,0397 + 0,0460 = 70,0857 \text{ мм},$$

*Точіння напівчистове:*

$$A_{max}^n = 70,1713 + 0,0740 = 70,2453 \text{ мм},$$

*Точіння чорнове:*

$$A_{max}^n = 70,3574 + 0,1200 = 70,4774 \text{ мм},$$

*Заготовка:*

$$A_{max}^n = 70,1080 + 0,3000 = 71,4080 \text{ мм}.$$

### **Максимальний припуск.**

$$Z_{max i} = A_{max i+1}^n - A_{max i}^n, \text{ де:}$$

$Z_{max}$  – максимальний припуск на механічну обробку, мм;

$A_{max i+1}^n$  – максимальний проміжний розмір на попередній операції, мм;

$A_{max i}^n$  – максимальний проміжний розмір на даній операції, мм.

*Точіння чорнове:*

$$Z_{max} = 71,4080 - 70,4774 = 0,9306 \text{ мм},$$

*Точіння напівчистове:*

$$Z_{max} = 70,4774 - 70,2453 = 0,2320 \text{ мм,}$$

Точіння чистове:

$$Z_{max} = 70,2453 - 70,0857 = 0,1596 \text{ мм,}$$

Точіння тонке:

$$Z_{max} = 70,0857 - 70,0000 = 0,0857 \text{ мм.}$$

### Перевірка.

$$\delta_1 - \delta_n = 0,3 - 0,03 = 0,27$$

$$\sum Z_{max} - \sum Z_{min} = 1,4080 - 1,1380 = 0,27$$

Виходячи з того, що отримані значення співпадають, можна зробити висновок про вірно проведені розрахунки. Розмір заготовки:  $\varnothing 71^{+0,408}_{+0,108}$  мм.

Технологічні перехід	Елементи припуску				Розрах. припуску	Розрах. розміру	Допуск, $\delta$	Граничний допуск		Граничний припуск	
	$R_{z\ i-1}$	$T_{i-1}$	$P_{i-1}$	$\epsilon_{i-1}$	$Z_{min}$	мм	мкм	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>min</i>
Переходи											
Заготовка	50	260	42	–	–	71,1080	0,3	71,4080	71,1080	–	–
Точіння чорнове	25	25	35	50	750,5986	70,3574	0,12	70,4774	70,3574	0,9306	0,7506
Точіння напівчистове	20	20	21	25	186,0233	70,1713	0,074	70,2453	70,1713	0,2320	0,1860
Точіння чистове	10	20	14	15	131,6140	70,0397	0,046	70,0857	70,0397	0,1596	0,1316
Точіння тонке	6,3	–	–	5	69,7321	69,9700	0,03	70,0000	69,9700	0,0857	0,0697

## 5.2. Розрахунок припусків і проміжних розмірів для отвору.

### Розрахунок мінімального симетричного припуску.

$$2 \cdot Z_{min} = 2 \cdot (R_{zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \epsilon_i^2}), \text{ де:}$$

$R_{zi-1}$  – висота нерівностей профілю (характеристика шорсткості поверхні), мкм;

$T_{i-1}$  – глибина дефектного шару, мкм;

$\rho$  – сумарне значення просторових відхилень на попередньому переході, мкм;

$\varepsilon_i$  – похибка установки заготовки на виконуваному переході.

*Розгортання чистове:*

$$2 \cdot Z_{min} = 2 \cdot (32 + 170 + \sqrt{5^2 + 25^2}) = 2 \cdot 335,4951 \text{ мкм}$$

*Розгортання тонке:*

$$2 \cdot Z_{min} = 2 \cdot (20 + 20 + \sqrt{3^2 + 15^2}) = 2 \cdot 55,2971 \text{ мкм}$$

*Заготовка:*

$$2 \cdot Z_{min} = 2 \cdot (10 + 10 + \sqrt{2^2 + 5^2}) = 2 \cdot 25,3852 \text{ мкм}$$

### **Розрахунок проміжного розміру.**

*Максимальний:*  $A_{max}^n = A_{max} - 2 \cdot Z_{min i}$ , де:

$A_{min}^n$  – мінімальний розмір, який потрібно отримати, мм;

$A_{min}$  – розмір, який потрібно отримати на даному переході, мм;

*Розгортання чистове:*

$$A_{max}^n = 10,0360 - 0,0508 = 9,9852 \text{ мм}$$

*Розгортання тонке:*

$$A_{max}^n = 9,9852 - 0,1106 = 9,8746 \text{ мм}$$

*Заготовка:*

$$A_{max}^n = 9,8746 - 0,6701 = 9,2036 \text{ мм}$$

*Мінімальний:*  $A_{min}^n = A_{max}^n - \delta$ , де:

$A_{max}^n$  – максимальний розмір який необхідно отримати;

$A_{min}^n$  – мінімальний розмір даного переходу;

$\delta$  – допуск на даному переході.

*Розгортання тонке:*

$$A_{min}^n = 10,0360 - 0,0360 = 10,0000 \text{ мм}$$

*Розгортання чистове:*

$$A_{min}^n = 9,9852 - 0,058 = 9,9272 \text{ мм}$$

*Зенкерування:*

$$A_{min}^n = 9,8746 - 0,11 = 9,7846 \text{ мм}$$

*Заготовка:*

$$A_{min}^n = 9,2036 - 0,18 = 9,0536 \text{ мм}$$

### **Мінімальний симетричний припуск.**

$$2 \cdot Z_{\min i} = A_{\max i}^n - A_{\max i+1}^n, \text{ де:}$$

$2Z_{\min}$  – симетричний максимальний припуск на механічну обробку ,  
мкм;

$A_{\max i+1}^n$  – максимальний проміжний розмір на попередній операції, мм;

$A_{\max i}^n$  – максимальний проміжний розмір на даній операції, мм.

*Зенкерування:*

$$2 \cdot Z_{\min} = 9,7846 - 9,0536 = 0,7310 \text{ мм}$$

*Розгортання чистове:*

$$2 \cdot Z_{\min} = 9,9272 - 9,7846 = 0,1426 \text{ мм}$$

*Розгортання тонке:*

$$2 \cdot Z_{\min} = 10,0000 - 9,9272 = 0,0728 \text{ мм}$$

### **Перевірка.**

$$\delta_1 - \delta_n = 0,15 - 0,036 = 0,114$$

$$\sum 2 \cdot Z_{\min} - \sum 2 \cdot Z_{\max} = 0,9464 - 0,8324 = 0,114$$

Виходячи з того, що отримані значення співпадають, можна зробити висновок про вірно проведені розрахунки. Розмір заготовки:  $\text{Ø}9 \begin{smallmatrix} +0,2036 \\ +0,0536 \end{smallmatrix}$  мм.

Технологічні перехід	Елементи припуску				Розрах. припуску	Розрах. розміру	Допуск, $\delta$	Граничний допуск		Граничний припуск	
	$R_{z\ i-1}$	$T_{i-1}$	$P_{i-1}$	$\epsilon_{i-1}$	$Z_{min}$	мм	мкм	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>min</i>
Переходи											
Заготовка	50	260	5	–	–	9,2036	0,15	9,2036	9,0536	–	–
Зенкерування	20	20	3	25	670,9902	9,8746	0,09	9,8746	9,7846	0,6710	0,7310
Розгортання чистове	10	10	2	15	110,5941	9,9852	0,058	9,9852	9,9272	0,1106	0,1426
Розгортання тонке	10	–	–	5	50,7703	10,0360	0,036	10,0360	10,0000	0,0508	0,0728

## 6. Розрахунок режимів різання.

Призначення режимів обробки різанням розглядається як техніко-економічна задача. Режими обробки впливають на показники виробництва як технічні, так і економічні.

Особливе значення при розрахунку режимів різання має залежність між стійкістю різального інструменту, швидкістю різання, подачею і глибиною різання, а також геометричними параметрами різального інструменту.

При розрахунку режимів різання доцільно враховувати фактор оптимізації їх по одному з критеріїв оптимізації: максимуму продуктивності, мінімуму собівартості, а також оптимізація по комплексу параметрів якості поверхневого шару оброблюваних поверхонь і точності обробки[28].

Параметри режимів різання: глибина різання –  $t$ , мм; подача –  $S$ , мм/об; швидкість різання –  $V$ , м/хв; частота обертів шпинделя –  $n$ , об/хв.

Усі дані розраховано згідно з відповідними посібниками[29][30].

### 6.1. Розрахунок режимів різання для точіння зовнішньої поверхні.

Для точіння поверхні деталі муфта вимкнення зчеплення використано різець підрізний відігнутий 12x12x100 мм, виготовлений із твердого сплаву ВК8 (рис. 6.1.1)[31][32][33].

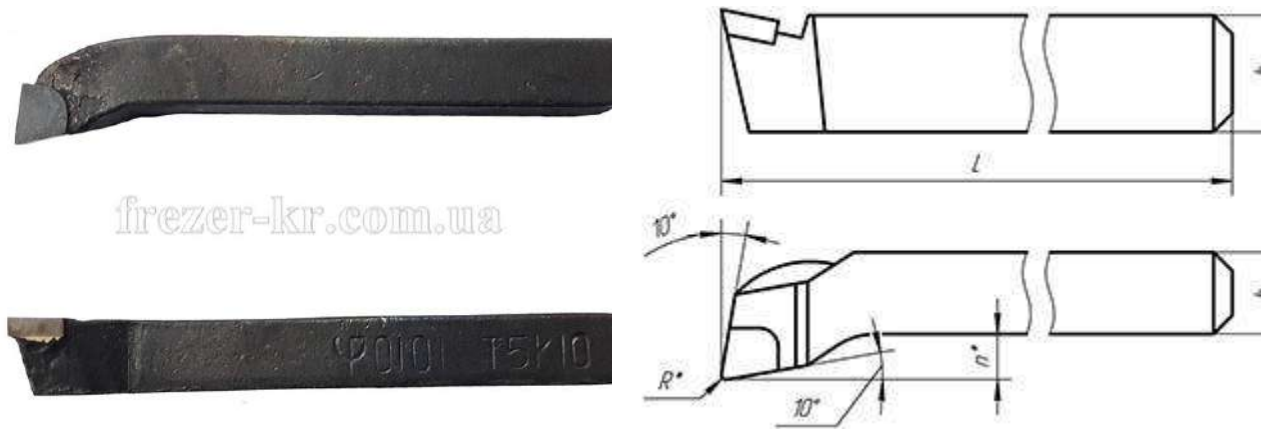


Рис. 6.1.1. Різець підрізний відігнутий 12x12x100 мм.

- 1) Глибина різання:  $t = \frac{0,7506}{2} = 0,3753$  мм;
- 2) Подача:  $S_v = 1$  мм/об;
- 3) Теоретична швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_v^y} \times K_v, \text{ де:}$$

$K_v$  – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання;

$C_v$  – коефіцієнт, що враховує матеріал деталі, вид обробки і матеріал різальної частини різця;

$T$  – період стійкості різця, хв.;

$t_v$  – глибина різання;

$S_v$  – подача;

$m, x, y$  – показники степенів (табл. значення),

Для чорнового точіння СЧ:

$$C_v = 243; x = 0,15; y = 0,4; m = 0,2; T = 60;$$

$$K_v = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 = 2,78 \times 0,8 \times 0,8 \times 0,83 \times 1 = 1,4767,$$

$$V = \frac{243}{60^{0,2} \cdot 0,3753^{0,15} \cdot 1^{0,4}} \cdot 1,4767 = 183,283 \text{ м/хв.}$$

- 1) Теоретична частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 183,283}{3,14 \times 71} = 821,725 \text{ об/хв}$$

Згідно з паспортними даними верстата –  $n_{\text{верс}} = 850$  об/хв

- 2) Дійсна швидкість різання:

$$V_{\text{верс}} = \frac{\pi \times D \times n_{\text{верс}}}{1000} = \frac{3.14 \times 71 \times 850}{1000} = 189,59 \text{ м/хв}$$

3) Сила різання:

$$P_z = C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_{Pz}, \text{ де:}$$

$$C_p = 920; x = 1; y = 0,75; n = 0;$$

$$K_{Pz} = K_1 \times K_2 \times K_3 = 0,44 \times 0,92 \times 1 = 0,4048$$

$$P_z = 920 \times 0,3753^1 \times 1^{0,75} \times 189,59^n \times 0,4048 = 139,768 \text{ Н}$$

4) Ефективна потужність різання:

$$N_e = \frac{0,1 \times P_z \times V_{\text{верс}}}{102 \times 60} = \frac{0,1 \times 139,768 \times 189,59}{102 \times 60} = 0,4323 \text{ кВт}$$

5) Припустима потужність різання на приводі:

$$N_{\text{прип}} = N_{\text{верс}} \times \eta = 12 \cdot 0,8 = 9,6 \text{ кВт}$$

Обробка є можливою, адже  $N_e < N_{\text{прип}}$ :  $0,4323 \text{ кВт} < 9,6 \text{ кВт}$

## 6.2. Розрахунок режимів різання для розсвердлювання отвору.

Для розсвердлювання отвору буде використане свердло твердосплавне  $\text{Ø}10 \times 100$  мм твердістю 80HRC, монолітно виготовлена зі сплаву ВК8 – твердий сплав(рис. 6.2.1)[34][35][36].



Рис. 6.2.1. Свердло твердосплавне  $\text{Ø}10 \times 100$  мм.

1) Глибина різання:  $t = \frac{h}{2} = \frac{0,671}{2} = 0,3355$  мм

2) Подача:  $S_{\text{вТ}} = 0,4$  мм/об

$$K = K_1 \times K_2 \times K_3 = 0,9 \times 0,75 \times 1 = 0,675$$

$$S_{\text{в}} = S_{\text{вТ}} \times K = 0,4 \times 0,675 = 0,27$$

Із паспорта верстата  $S_{\text{верс}} = 0,3$  об/хв

3) Період стійкості:  $T = 25$  хв

4) Теоретична швидкість різання:  $V_T = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$ , де:

$$C_v = 17,1; q = 0,35; y = 0,125; m = 0,4; x = 0,1$$

$$K_v = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 = 1,35 \times 1,15 \times 1 \times 0,6 \times 0,83 = 0,7732$$

$$V_T = \frac{17,1 \cdot 9,5^{0,35}}{25^{0,4} \cdot 0,3355^{0,1} \cdot 0,3^{0,125}} \cdot 0,7732 = 10,401 \text{ м/хв}$$

5) Теоретична частота обертання шпинделя верстата:

$$n_T = \frac{1000 \cdot V_T}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 10,401}{3,14 \cdot 9,5} = 348,509 \text{ об/хв}$$

Згідно з паспортними даними верстата  $n_{\text{верс}} = 350$  об/хв

6) Дійсна швидкість різання:

$$V_{\text{верс}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{верс}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 9,5 \cdot 350}{1000} = 10,4455 \text{ м/хв}$$

7) Ефективна потужність різання:

$$N_e = \frac{C_n \cdot D^n \cdot t^x \cdot S^y \cdot n}{975} \cdot K$$

$$C_n = 0,085; n = 1; x = 0,75; y = 0,8; K = \left(\frac{HB}{190}\right)^{0,6} = 1,2347$$

$$N_e = \frac{0,085 \cdot 9,5^1 \cdot 0,3355^{0,75} \cdot 0,3^{0,8} \cdot 350}{975} \cdot 1,2347 = 0,0602$$

8) Припустима потужність різання на приводі:

$$N_{\text{прип}} = N_e \times \eta = 3 \times 0,8 = 2,4 \text{ кВт}$$

Дана обробка можлива, оскільки  $N_e < N_{\text{прип}} : 0,0602 \text{ кВт} < 2,4 \text{ кВт}$ .

## 7. Технічне нормування технологічного процесу.

### 7.1. Нормування токарної операції зовнішньої поверхні.

1) Розрахунок основного часу:

$$T_0 = \frac{L}{S \times n} \times i = \frac{l_0 + l_1 + l_2}{S \times n} \times i, \text{ де:}$$

$l_0$  – довжина оброблюваної поверхні вздовж обробки;

$l_1$  – довжина врізання;

$l_2$  – перебіг різального інструменту;

$S$  – подача;

$n$  – частота оберту шпинделя;

$i$  – число робочих ходів;

$$T_0 = \frac{20 + 4 + 0}{1 \cdot 850} \cdot 1 = 0,028 \text{ хв}$$

2) Допоміжний час:

$T_d$  – допоміжний час, хв

час на установку і зняття деталі – 0,5 хв;

час на робочий хід – 0,1 хв;

час на вимірювання деталі – 0,15 хв;

$$T_d = 0,5 + 0,1 + 0,15 = 0,75 \text{ хв.}$$

3) Оперативний час:

$$T_{оп} = T_0 + T_d$$

$$T_{оп} = 0,028 + 0,75 = 0,778 \text{ хв}$$

4) Обслуговуючий час:

$$T_{обс} = 0,1 \cdot T_0$$

$$T_{обс} = 0,1 \cdot 0,028 = 0,003 \text{ хв}$$

5) Час відпочинку:

$$T_{від} = 0,12 \cdot T_0$$

$$T_{від} = 0,12 \cdot 0,028 = 0,003 \text{ хв}$$

6) Штучний час:

$$T_{шт} = T_0 + T_d + T_{обс} + T_{від}$$

$$T_{шт} = 0,028 + 0,75 + 0,003 + 0,003 = 0,784 \text{ хв}$$

7) Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{P_p}, \text{ де:}$$

$T_{пз}$  – підготовчо-заключний час;  $T_{пз} = 2$

$P_p$  – кількість деталей в партії;  $P_p = 240$

$$T_{шк} = 0,784 + \frac{2}{240} = 0,792 \text{ хв}$$

## 7.2. Нормування операції свердління отвору.

1) Розрахунок основного часу:

$$T_0 = \frac{L}{S \times n} \times i = \frac{l_0 + l_1 + l_2}{S \times n} \times i$$

$l_0$  – довжина оброблюваної поверхні вздовж обробки;

$l_1$  – довжина врізання;

$l_2$  – перебіг різального інструменту;

$S$  – подача;

$n$  – частота оберту шпинделя;

$i$  – число робочих ходів.

$$T_0 = \frac{12 + 2 + 2}{0,3 \cdot 350} \cdot 1 = 0,152 \text{ хв}$$

2) Допоміжний час:

$T_d$  – допоміжний час, хв.

час на установку і зняття деталі – 0,15 хв;

час на робочий хід – 0,12 хв;

час на вимірювання деталі – 0,1 хв;

$$T_d = 0,15 + 0,12 + 0,1 = 0,37 \text{ хв.}$$

3) Оперативний час:

$$T_{оп} = T_0 + T_d$$

$$T_{оп} = 0,152 + 0,37 = 0,522 \text{ хв}$$

4) Обслуговуючий час:

$$T_{\text{обс}} = 0,1 \cdot T_0$$

$$T_{\text{обс}} = 0,1 \cdot 0,152 = 0,015 \text{ хв}$$

5) Час відпочинку:

$$T_{\text{від}} = 0,12 \cdot T_0$$

$$T_{\text{від}} = 0,12 \cdot 0,152 = 0,018 \text{ хв}$$

6) Штучний час:

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_d + T_{\text{обс}} + T_{\text{від}}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,152 + 0,37 + 0,015 + 0,018 = 0,555 \text{ хв}$$

7) Штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{P_p}, \text{ де:}$$

$T_{\text{пз}}$  – підготовчо-заключний час;  $T_{\text{пз}} = 3$

$P_p$  – кількість деталей в партії;  $P_p = 240$

$$T_{\text{шк}} = 0,555 + \frac{3}{240} = 0,568 \text{ хв}$$

## II. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

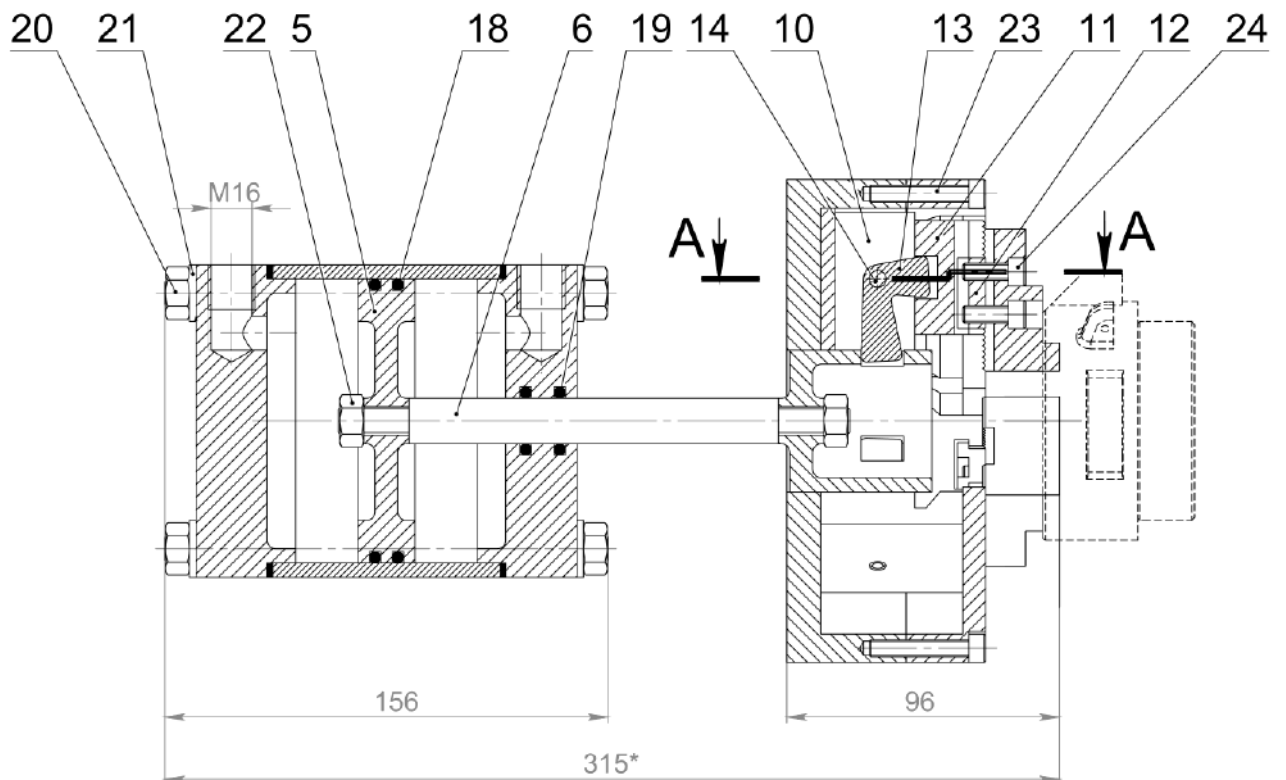
### 1. Проєктування пристосувань.

#### 1.1. Проєктування токарного пристосування.

Для проєктування токарного пристосування за основу взятий аналог – трьохкулачковий патрон, у результаті чого розроблено пневматичний трьохкулачковий патрон, що підходить для серійного виробництва[37][38].

Спроєктоване пристосування ДП ПБ7113.1702.001 СК являє собою спеціальне пристосування для обробки поверхонь на токарному верстаті з ЧПК (рис. 1.1.1).

Опис дії пристосування: при надходженні повітря під тиском до камери пневмоциліндра через отвір у задній кришці поз. 1 диск поз. 5 з силою рухає шток поз. 6 разом із чашею поз. 15 приводить у дію ланки поз. 13, що рухають три ластівчині хвости поз. 11 разом із кулачками поз. 9, закріпленими кріпленнями поз. 12 та гвинтами поз. 24. Кулачки поз. 9 у свою чергу затискають та фіксують муфту вимкнення зчеплення.



**Рис. 1.1.1.** Токарне пристосування ДП ПБ7113.1702.001 СК.

Сила затиску патрона розраховується за формулою:

$$Q = \frac{k \cdot P_Z}{f \cdot R}, \text{ де:}$$

$k$  – коефіцієнт запасу сил затиску,

$P_Z$  – сила різання,

$f$  – коефіцієнт тертя між заготовкою та кулачками,

$R$  – радіус деталі.

$$Q = \frac{2,5 \cdot 139,768}{0,3 \cdot 27,5} = 42,354 \text{ Н}$$

Сила штока пневмоциліндра розраховується за формулою:

$$F = \frac{9,8 \cdot D^2 \cdot \pi \cdot P}{4 \cdot 1000}, \text{ де:}$$

$D$  – діаметр поршня пневмоциліндра,

$P$  – робочий тиск.

$$F = \frac{9,8 \cdot 100^2 \cdot \pi \cdot 1}{4 \cdot 1000} = 76,97 \text{ Н}$$

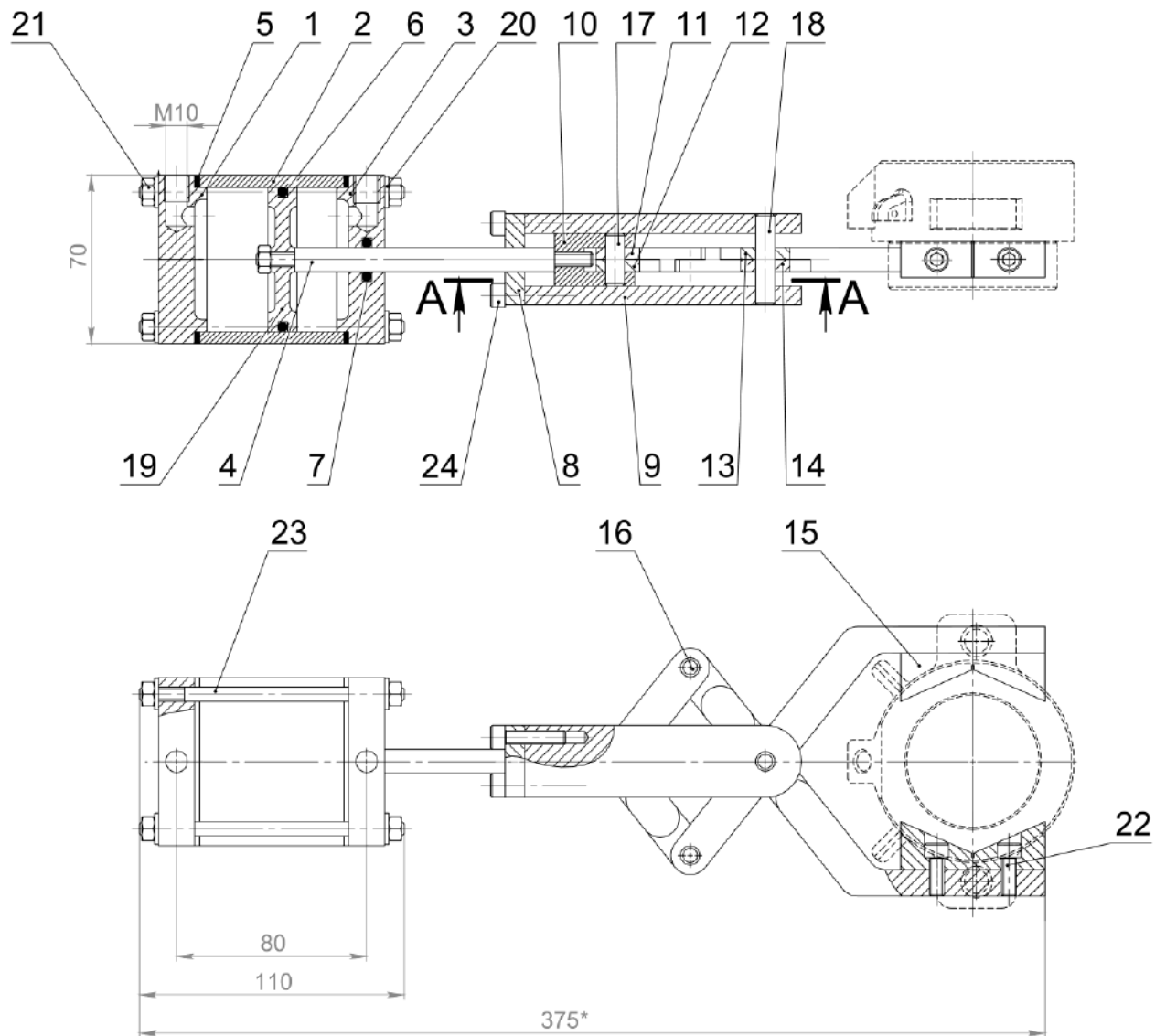
Отже, сила від штока пневмоциліндра є достатньою для затиску спроектованого пневматичного патрона.

## 1.2. Проектування пневматичного прихвата.

Для проектування прихвата робота-маніпулятора за основу взятий аналог – важільний прихват, у результаті чого розроблено пневматичний прихват, що підходить для серійного виробництва[40][41].

Спроектований прихват ДП ПБ7113.1702.002 СК являє собою спеціальне пристосування для маніпуляцій над заготовкою (рис. 1.2.1).

Опис дії пристосування: при надходженні повітря під тиском до камери пневмоциліндра через отвір у передній кришці поз. 3 диск поз. 19 з силою рухає шток поз. 4 разом із тримачем поз. 10 приводить у дію ланки поз. 11 і поз. 12 та два важелі поз. 13 і поз. 14, що закріплені чотирма осями поз. 16, поз. 17 і поз. 18, затискаючи муфту вимкнення зчеплення двома губками поз. 15, що пригвинчені чотирма гвинтами поз. 22.



**Рис. 1.2.1.** Прихват робота-маніпулятора ДП ПБ7113.1702.002 СК.

Сила затиску прихвата розраховується за формулою:

$$Q = \frac{k \cdot m \cdot (g + a)}{2,8 \cdot f}, \text{ де:}$$

$k$  – коефіцієнт запасу сил затиску,

$m$  – маса деталі,

$g$  – прискорення вільного падіння,

$a$  – прискорення прихвата,

$f$  – коефіцієнт тертя між заготовкою та призмами.

$$Q = \frac{2 \cdot 1,1 \cdot (9,81 + 2)}{2,8 \cdot 0,3} = 30,939 \text{ Н}$$

Сила штока пневмоциліндра розраховується за формулою:

$$F = \frac{9,8 \cdot (D^2 - d^2) \cdot \pi \cdot P}{4 \cdot 1000}, \text{ де:}$$

$D$  – діаметр поршня пневмоциліндра,

$d$  – діаметр штока пневмоциліндра,

$P$  – робочий тиск.

$$F = \frac{9,8 \cdot (60^2 - 10^2) \cdot \pi \cdot 1,5}{4 \cdot 1000} = 40,41 \text{ Н}$$

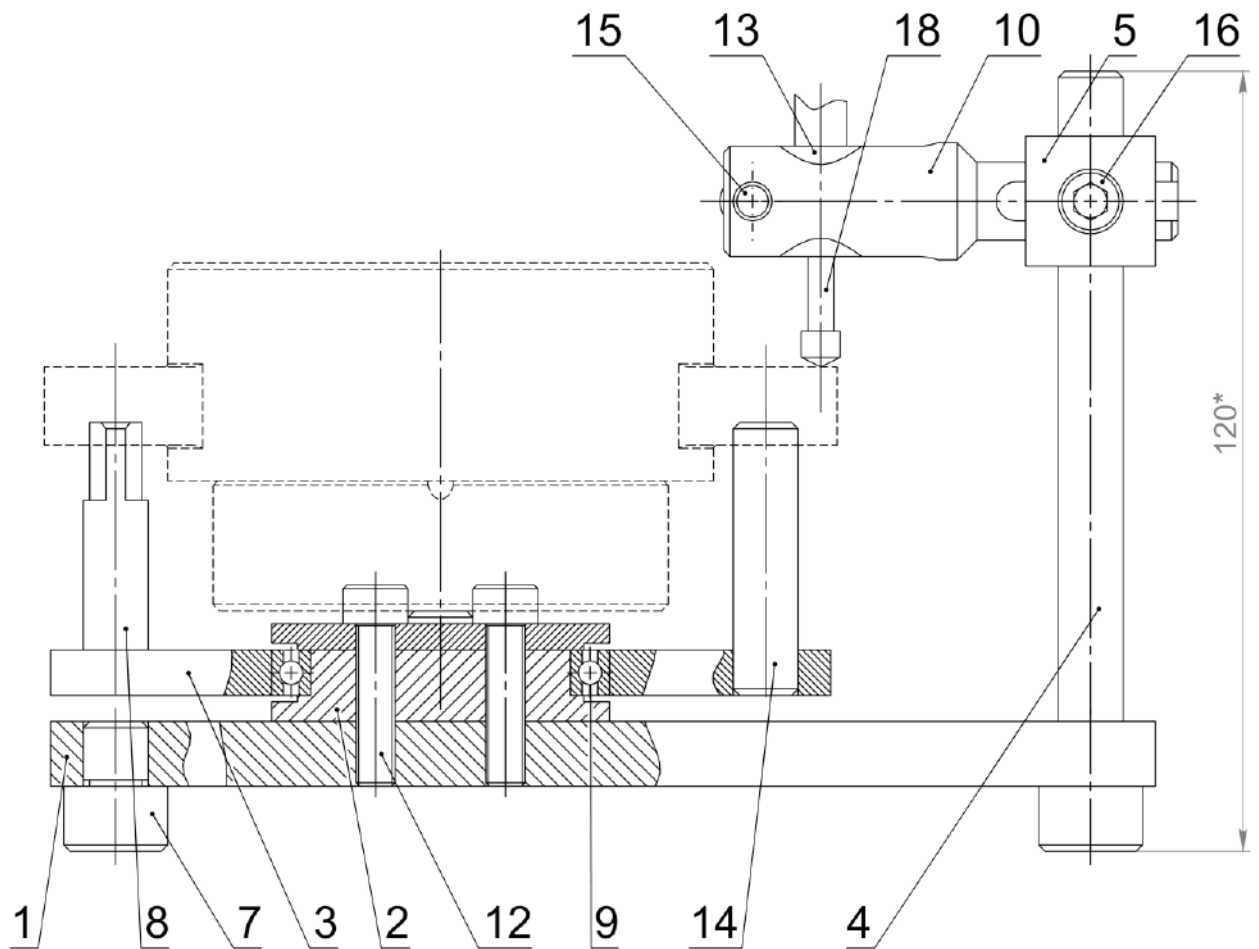
Отже, сила від штока пневмоциліндра є достатньою для затиску спроектованого пневматичного прихвата.

### 1.3. Проектування контрольного пристосування.

Для проектування контрольного пристосування за параметр вимірювання та контролю взято відхилення торців від положення в одній площині не більше, ніж 0,1 мм, у результаті чого розроблено відповідне контрольне пристосування[42][43].

Спроектване контрольне пристосування ДП ПБ7113.1702.003 СК являє собою спеціальне пристосування для контролю відхилення торців від положення в одній площині не більше, ніж 0,1 мм (рис. 1.3.1).

Опис дії пристосування: муфта вимкнення зчеплення базується на три пальці поз. 17 та фіксується точним пальцем поз. 14 і зрізаним пальцем поз. 8, після чого вимірюється контрольований параметр датчиком годинникового типу поз. 18, що зафіксовано втулкою поз. 13 і гвинтом з накаткою поз. 15 у направляючій поз. 10. За допомогою підшипника поз. 9, що зафіксовано основою поз. 2 і кришкою поз. 11 двома гвинтами поз. 12 у плиту поз. 1, круг може обертатися навколо своєї вісі, що дозволяє проводити вимірювання.



**Рис. 1.3.1.** Контрольне пристосування ДП ПБ7113.1702.003 СК.

Для використання контрольного пристосування похибка його вимірювань не повинна перевищувати третину від контрольованого параметру.

Похибка контрольного пристосування розраховується за формулою:

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2} \leq \frac{1}{3} TD, \text{ де:}$$

зліва – середнє квадратичне значення всіх похибок вимірювань,

TD – значення контрольованого розміру.

Основні похибки, що можуть впливати на вимірювання параметра:

$\varepsilon_y = 0,008$  – похибка установки (кронштейн);

$\varepsilon_3 = 0,003$  – похибка закріплення (базування на точний і зрізаний палець);

$\varepsilon_i = 0,001$  – похибка зносу (елементи закріплення);

$\varepsilon_{\text{вим}} = 0,001$  – похибка вимірювань (індикатор годинникового типу).

Підставивши значення в формулу, отримуємо:  $0,00866 \leq 0,033333$ .

Отже, так як нерівність вірна, контрольне пристосування допускається до проведення вимірювань та контролю параметра відхилення торців від положення в одній площині не більше, ніж 0,1 мм.

## 2. Деталювання деталей пристосувань.

Для деталювання деталей пристосувань на листі формату А1 вибрано 7 деталей, а саме:

ДП ПБ7113.1702.001.05,

ДП ПБ7113.1702.001.07,

ДП ПБ7113.1702.002.10,

ДП ПБ7113.1702.002.15,

ДП ПБ7113.1702.003.03,

ДП ПБ7113.1702.003.05,

ДП ПБ7113.1702.003.06.

Усі кресленики оформлено згідно вимог і стандартів, указаних у ГОСТ[44][45].

## 3. Проектування автоматизованої дільниці.

У ході розробки плану автоматизованої дільниці ДП ПБ7113.1702.004 спроектовано розміщення 6-ти верстатів з ЧПК, серед яких: 2 токарних верстати моделі OPTturn L440, 2 фрезерних верстати моделі Vector 2115F та 2 свердлильних верстати моделі KSB 40 CNC (рис. 3.1). Усі вони розміщені по ходу виконання технологічного процесу, що дозволяє його автоматизувати та виготовляти делать, муфту вимкнення зчеплення, за

максимально короткий і вигідний час, а також для підвищення потужностей автоматизованої ділянки верстати розміщені у два ряди, поміж якими прокладений шлях візків від одного накопичувача до іншого: у перший завантажуються отримані деталі, а у другий механічно оброблені деталі проходять контролювання параметрів за контрольним столом, після чого перенаправляються в інший відділ[46]. До всіх верстатів підведений відвод стружки, який також згодом передається до іншого відділу за допомогою візка. Загальна площа ділянки склала 200 м<sup>2</sup>.



**Рис. 3.1.** План автоматизованої ділянки ДП ПБ7113.1702.004.

## ВИСНОВКИ

У ході виконання дипломного проєкту, розроблено технологічний процес для серійного автоматизованого виробництва деталі – муфта вимкнення зчеплення та спроектовано токарне і контрольне пристосування, пристрій автоматизації, план ділянки і виконано деталювання пристосувань. Розраховані припуски на механічну обробку зовнішньої поверхні муфти вимкнення зчеплення та одного з отворів. Спроектовано технологічний маршрут та операційні карти технології виготовлення муфти вимкнення зчеплення, розраховані режими різання та технічне нормування. Для розрахунку режимів різання однієї з поверхонь муфти вимкнення зчеплення та одного з отворів вибрано твердосплавний різець та твердосплавне свердло.

Вибрано необхідне обладнання для механічної обробки: токарний верстат ЧПК моделі OPTiturn L440, фрезерний верстат ЧПК моделі Vector 2115F, свердлильний верстат ЧПК моделі KSB 40 CNC, обґрунтовано їх вибір та описано технічні характеристики.

Спроектовано пристосування для токарної обробки, пневматичний прихват та пристосування для контролю. Виконано кресленики 7-ми деталей на листі формату А1 при деталюванні, а також розроблено план автоматизованої ділянки.

Перелік проведеної та виконаної роботи у дипломному проєкті:

- 1) Розроблено ТП виготовлення деталі, ОК та МК;
- 2) Підібрано обладнання: токарний верстат ЧПК моделі OPTiturn L440, фрезерний верстат ЧПК моделі Vector 2115F, свердлильний верстат ЧПК моделі KSB 40 CNC;
- 3) Розраховано припуски та проміжні розміри на механічну обробку однієї з зовнішніх поверхонь муфти вимкнення зчеплення та одного з отворів;
- 4) Розраховано режими різання операцій фрезерування та свердління;
- 5) Розраховано норми часу операцій фрезерування та свердління.

- 6) Спроектовано пристосування: патрон для токарної обробки, прихват для автоматизації та контрольне пристосування для контролювання параметра.
- 7) Виконано кресленики 7-ми деталей на листі формату А1 при деталюванні згідно всіх вимог за стандартів ГОСТ.
- 8) Розроблено план автоматизованої ділянки з урахуванням потреб при серійному виробництві деталі муфта вимкнення зчеплення.

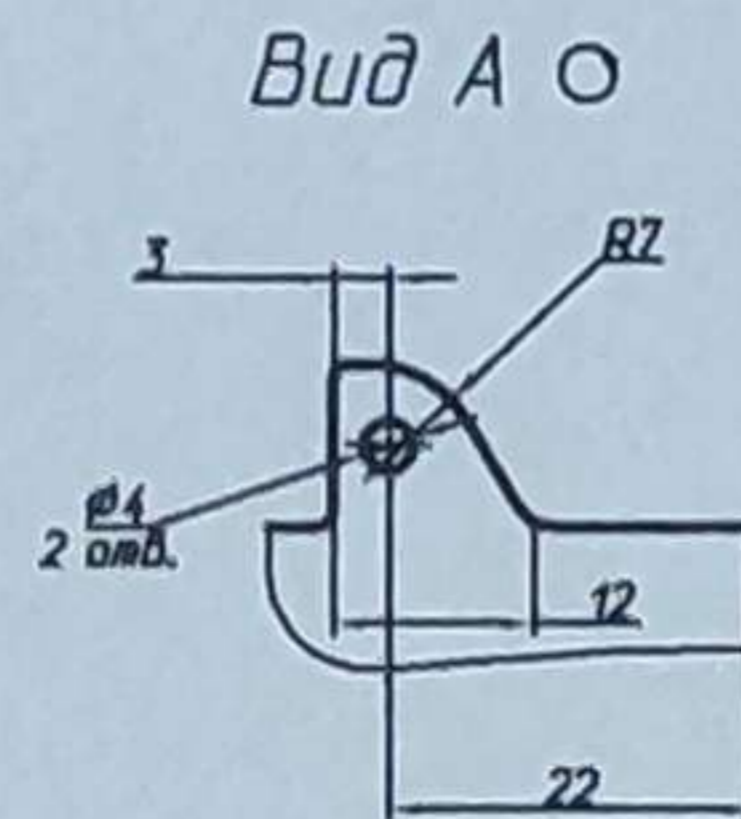
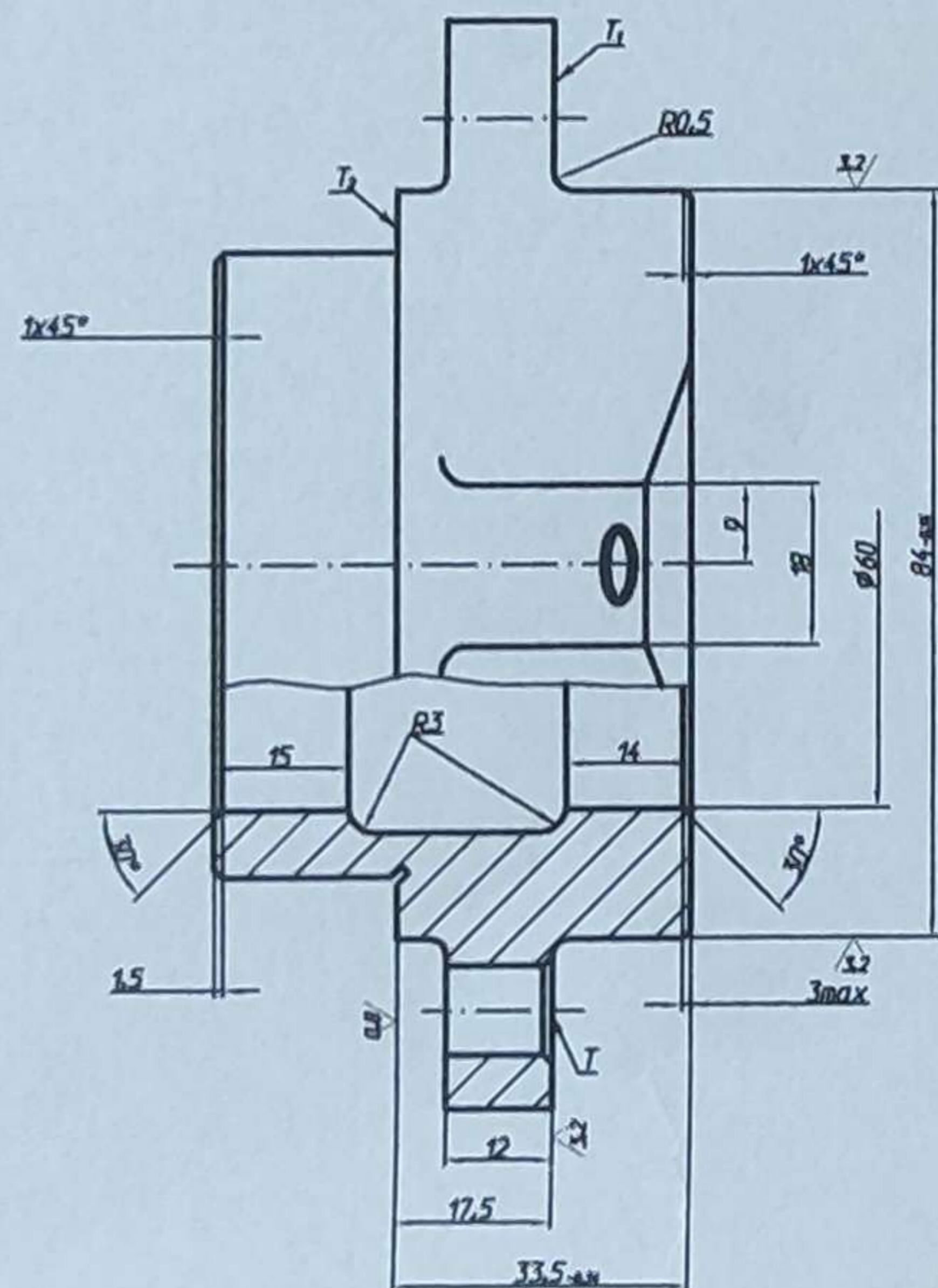
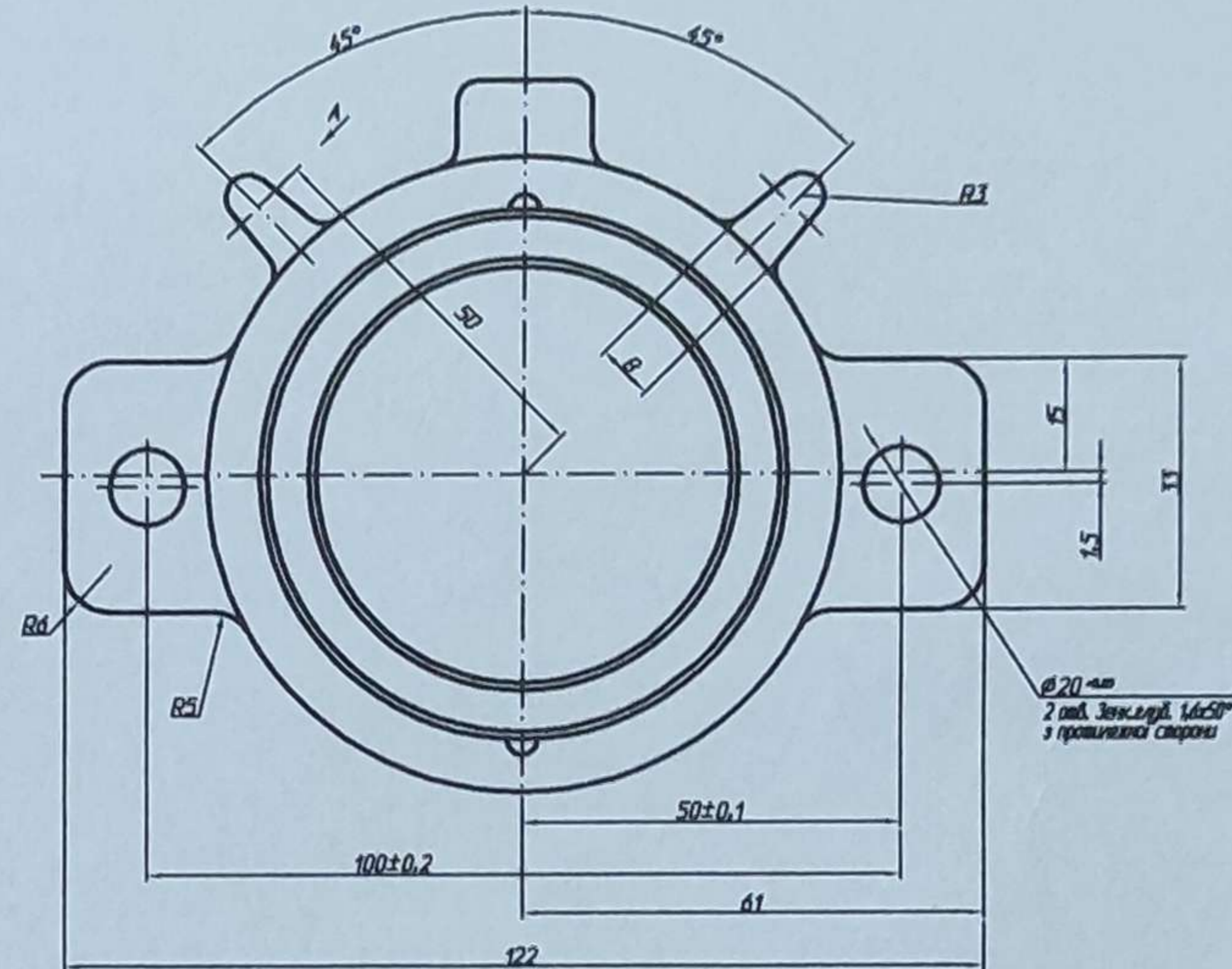
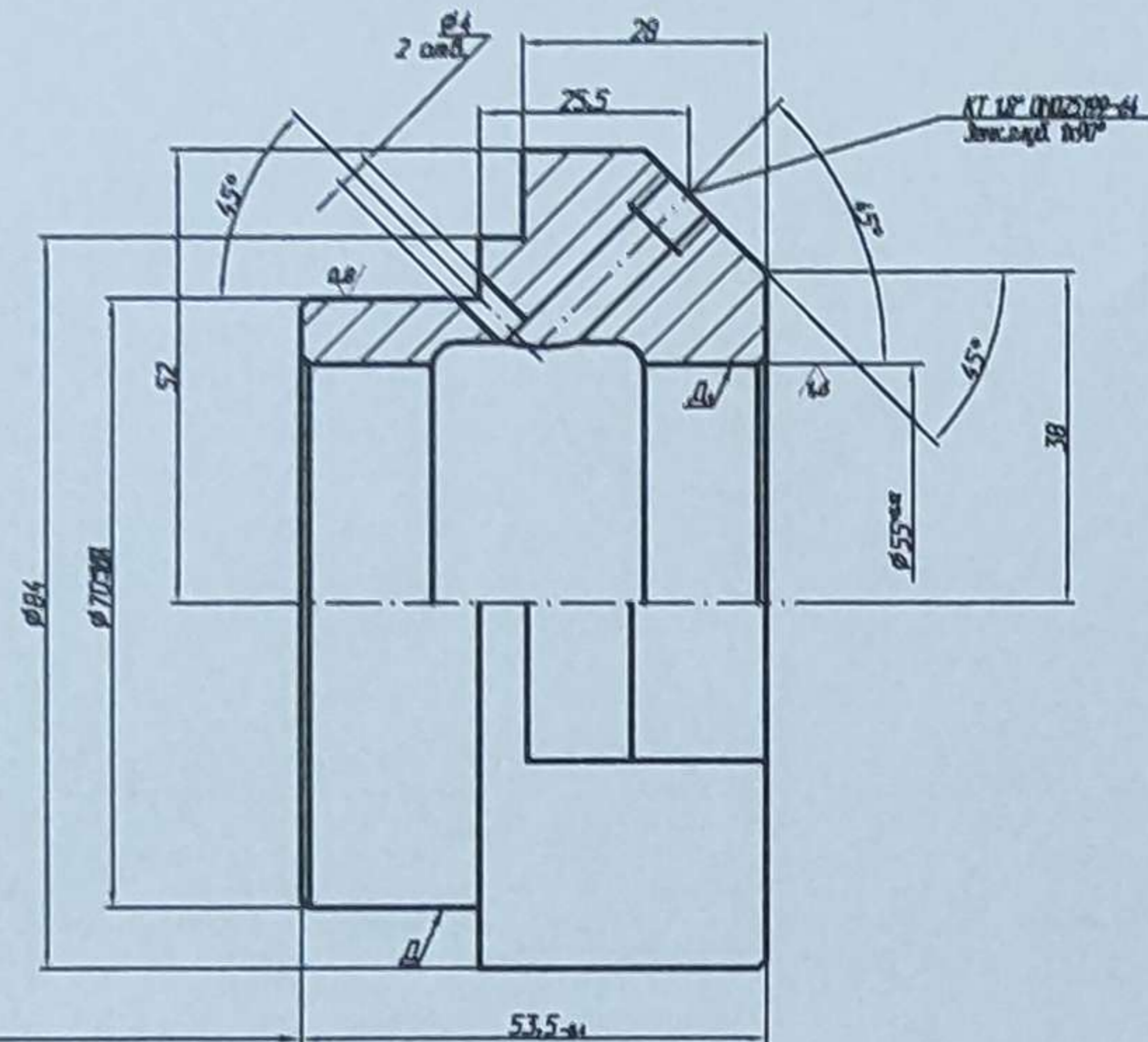
## ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА

1. [ru.wikipedia.org/wiki/Приборостроение](http://ru.wikipedia.org/wiki/Приборостроение)
2. [opiobjektid.tptlive.ee/Automatiseerimine/3](http://opiobjektid.tptlive.ee/Automatiseerimine/3)
3. Юрчишин І.І. Технологія машинобудування Посібник довідник для виконання кваліфікаційних робіт: Навч. посібник / І.І. Юрчишин, М.Л. Кукляк, Я.М. Кусій, В.В. Ступницький, В.А. Яцюк, А.М. Кук, С.М.Махоркін, В.Р.Свізінський / За ред. І.І. Юрчишина.– Львів; Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2009.– 526 с.
4. Сыроватченко П.В. (ред.) Справочник технолога-приборостроителя. Том 1 В 2-х томах. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1980. — 607 с.: ил
5. [delta-grup.ru/bibliot/14/89.htm](http://delta-grup.ru/bibliot/14/89.htm)
6. Справочни технолога – машиностроителя: В 2 т.(Под ред. А.Г. Кошевой и Р.К. Мещерякова). – М.Машиностроение, 1985. – 1986.
7. Кутай А.К. (ред.) Справочник по производственному контролю в машиностроении. 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение (Ленингр. отд-ние), 1974. — 676 с.: ил.
8. [wikipedia.ua.nina.az/wiki/Коефіцієнт\\_використання\\_матеріалу](http://wikipedia.ua.nina.az/wiki/Коефіцієнт_використання_матеріалу)
9. Антонюк В.С., Сорока Е.Б. Конструирование дискретно-модифицированных износостойких поверхностей // Упрочняющие технологии и покрытия - 2008. – No 10. - С. 8 - 13.
10. [grandars.ru/student/ekonomicheskaya-teoriya/tip-proizvodstva.html](http://grandars.ru/student/ekonomicheskaya-teoriya/tip-proizvodstva.html)
11. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. (ред.) Справочник технолога-машиностроителя. Том 1 – 4-е изд., -М.: Машиностроение, -1986. - 496с, ил.
12. Марчук В.І. Технологія приладобудування: навчальний посібник / В.І. Марчук, В.Ю. Заблоцький. –Луцьк : РВВ ЛНТУ, 2015. –216 с.

13. Валетов В.А. Технология приборостроения. Учебное пособие/ В.А.Валетов, К.П.Помпеев.–СПб.: НИУ ИТМО, 2013. –234 с  
[books.ifmo.ru/file/pdf/1373.pdf](http://books.ifmo.ru/file/pdf/1373.pdf)
14. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. Т. 1. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И. Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001.
15. [umlz.com.ua/lite-po-vyplavlyаемым-modelyam](http://umlz.com.ua/lite-po-vyplavlyаемым-modelyam)
16. [bibliotekar.ru/slesar/26.htm](http://bibliotekar.ru/slesar/26.htm)
17. Справочник технолога-машиностроителя (Под ред. В.М. Кована). – М.: Машгиз 1963. – 52 с.
18. [ngpedia.ru/id345460p3.html](http://ngpedia.ru/id345460p3.html)
19. 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.
20. [docs.cntd.ru/document/1200012135](http://docs.cntd.ru/document/1200012135)
21. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков Справочник – Издание 7-е, переработанное. М. «Машиностроение»,1979г
22. [dneprstan.com.ua/optiturn-cnc-l440-l460-3514410](http://dneprstan.com.ua/optiturn-cnc-l440-l460-3514410)
23. Антонюк В.С. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин // Резание и инструмент в технологических системах. – Межд. науч.-техн. сборник. - Харьков: НТУ «ХПИ», 2007. – С. 25-31
24. Антонюк В.С., Выслоух С.П., Мазур В.А., Самоутугин С.С. Оптимизация технологических параметров процесса формирования упрочняющих покрытий. // Технологические системы. Киев. 2003 No 4. С.44–48.
25. Даценко М.А., Стапаненко А.М., Усачев П.А., Антонюк В.С. Моделирование сил резания при контурном фрезеровании концевыми

- фрезами // [Вісн. Сум. держ. ун-ту. Сер. Техн. науки](#). - 2010. - № 4. - С. 154-158.
26. [vector-cnc.com.ua/vector\\_2115\\_f](http://vector-cnc.com.ua/vector_2115_f)
27. 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», 1976, 136 с.
28. [knuth-industry.ru/catalog/sverlilnyie-stanki/vertikalnyie-sverlilnyie-stanki/cveplilnyie-ctanki-s-chpu/sverlilnyij-standok-s-chpu-ksb-40-cnc](http://knuth-industry.ru/catalog/sverlilnyie-stanki/vertikalnyie-sverlilnyie-stanki/cveplilnyie-ctanki-s-chpu/sverlilnyij-standok-s-chpu-ksb-40-cnc)
29. І.О. Гурко, М.Ф. Бренкдуля, С.М. Доценко Технологія обробки типових деталей (курсове проектування). Навчальний посібник . – Львів: «Новий світ–2000», 2006 – 576 с.
30. Barandych, K.S., Vysloukh, S.P. & Antonyuk, V.S. Ensuring Fatigue Life of Parts During Finish Turning with Cubic Boron Nitride Tools. J. Superhard Mater. 40, 206–215 (2018).  
<https://doi.org/10.3103/S1063457618030085>
31. Расчет режимов резания. Учебное пособие / Безъязычный В.Ф., Аверьянов И.Н., Кордюков А.В. – Рыбинск: РГАТА, 2009. – 185 с.
32. Общемашиностроительные нормативы режимов резания. Справочник В 2-х т .: Т. 1/А. Локтев, И.Ф. Гуцин, В.А. и др. М.: Машиностроение, 1991 – 640 с.
33. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч.1. Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, сверлильные, строгальные, долбежные и фрезерные станки. Издательство: Машиностроение Год: 1974.
34. [frezer-kr.com.ua/rezec-podreznoy-otognutyy-12h12h100-vk8-chiz](http://frezer-kr.com.ua/rezec-podreznoy-otognutyy-12h12h100-vk8-chiz)
35. Антонюк В.С. «Основи підвищення працездатності різального інструменту шляхом формування зносостійких покриттів дискретного типу» // Автореферат д-р техн. наук. Київ - 2006. – 36 с.

36. Antonyuk, V.S., Soroka, E.B., Lyashenko, B.A., Rutkovskii, A.V. Discontinuous coatings on cutting tools // Strength of Materials, 39, No 1, 99 – 102 (2007).
37. [sverla.info/sverla/sverla-tverdosplavnye/sverlo-tverdosplavnoe-po-metallu-10-mm](http://sverla.info/sverla/sverla-tverdosplavnye/sverlo-tverdosplavnoe-po-metallu-10-mm)
38. Покриття у приладобудуванні: / В. С. Антонюк, Г. С. Тимчик, Ю. Ю. Бондаренко [та ін.] // К.: НТТУ «КПІ», 2016. – 360 с.
39. ДСТУ 2413-94 «Основні норми взаємозамінності. Шорсткість поверхні. Терміни та визначення.»
40. ГОСТ 6636-69 Основные нормы взаимозаменяемости нормальные линейные размеры [files.stroyinf.ru/Data/375/37585.pdf](http://files.stroyinf.ru/Data/375/37585.pdf) ДСТУ 2413-94
41. ДСТУ ГОСТ 2.104:2006. Єдина система конструкторської документації. [online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=55417](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=55417)
42. ДСТУ 3321:2003 «Система конструкторської документації «Терміни та визначення основних понять».
43. Ю.С., Альбом контрольно-измерительных приспособлений, 1998.
44. Ачеркан Справочник машиностроителя в 6 томах Т1 – Издательство: Машгиз.
45. Справочник контрольного мастера, Кутай А.К. – Издательство: Лениздат Год: 1980.
46. ГОСТ 25347-82 Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Поля допусков и рекомендуемые посадки [ntcexpert.ru/documents/docs/normativs/gost\\_25346-89.pdf](http://ntcexpert.ru/documents/docs/normativs/gost_25346-89.pdf)
47. ДСТУ 3008-95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення.

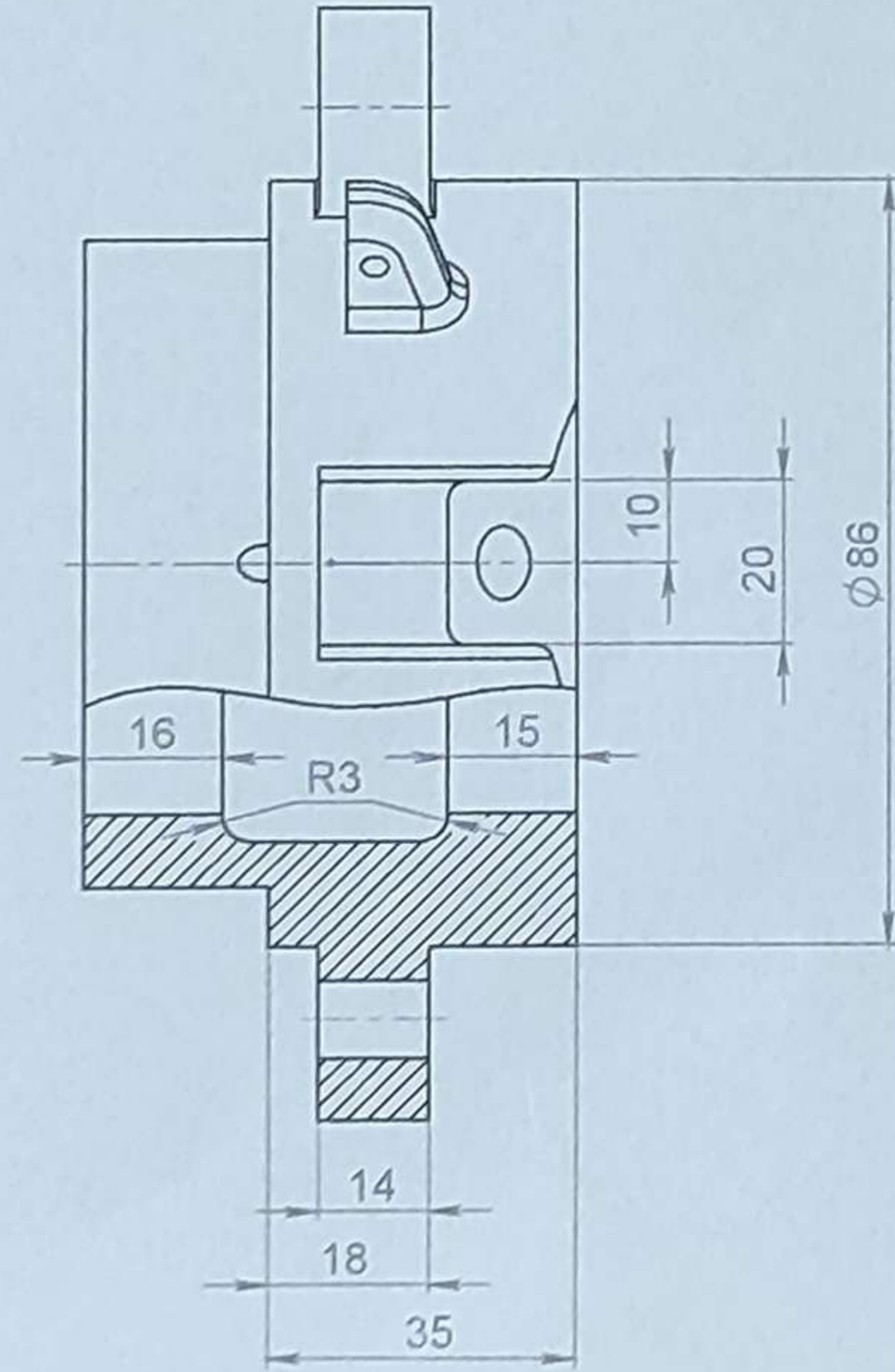
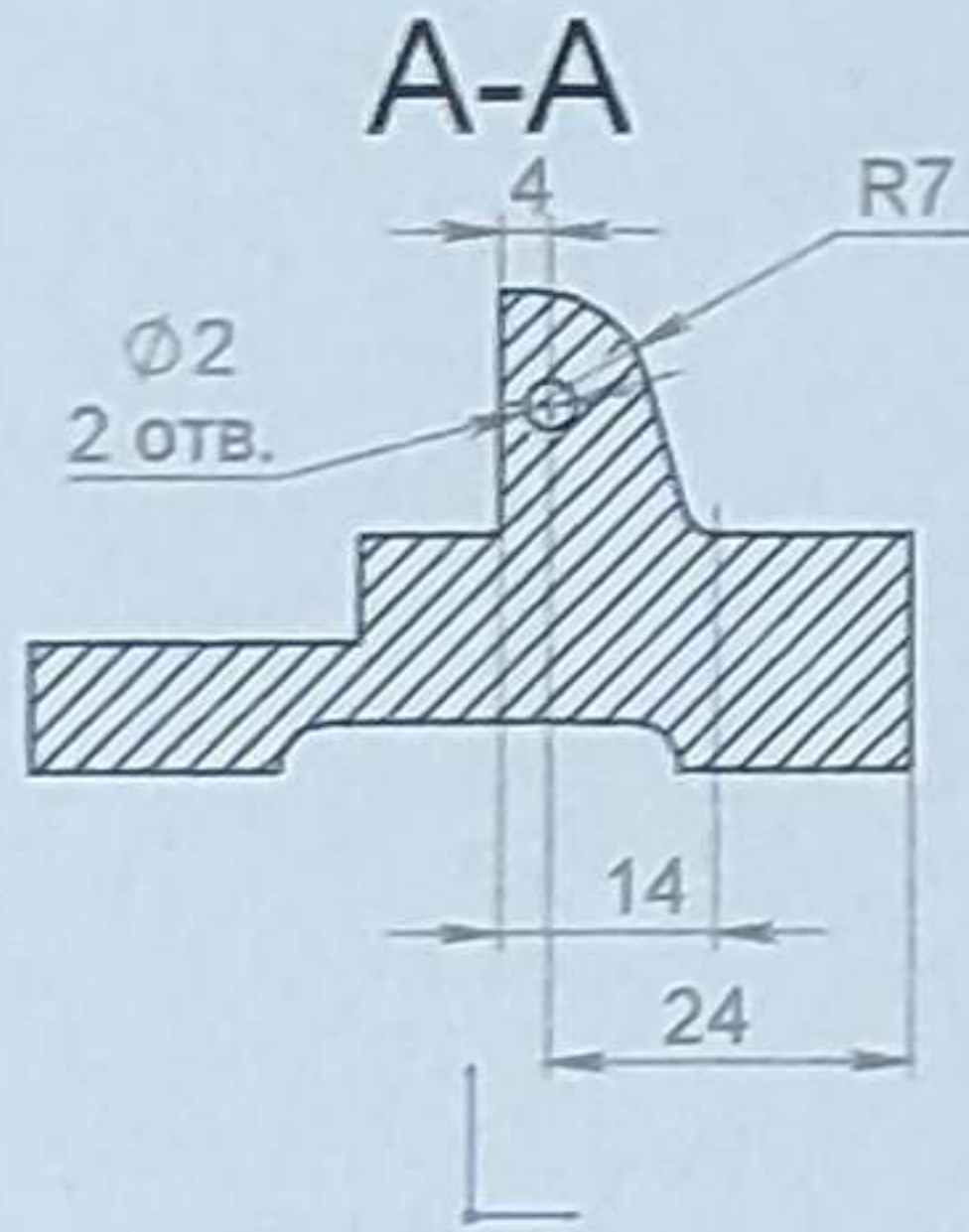
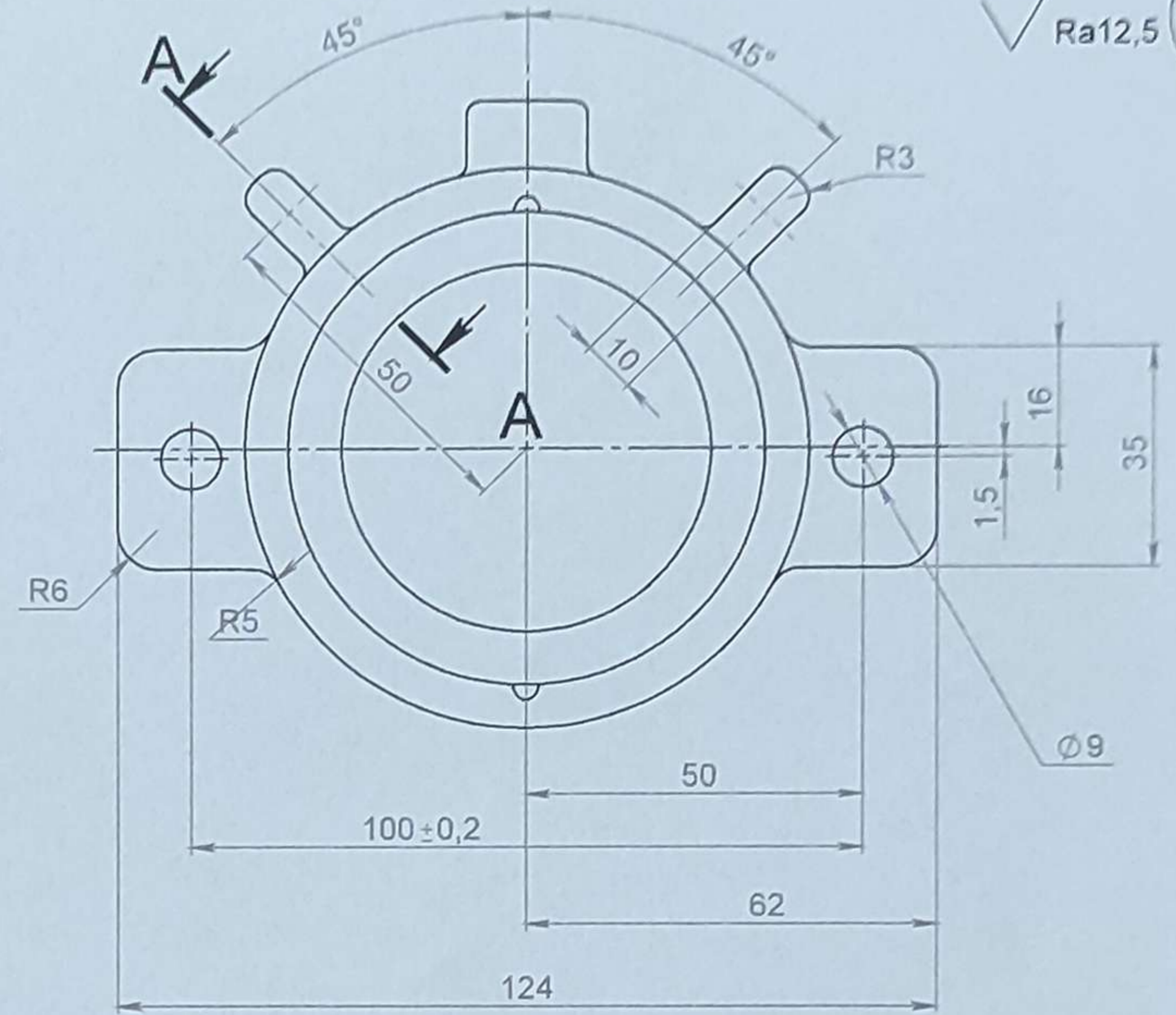
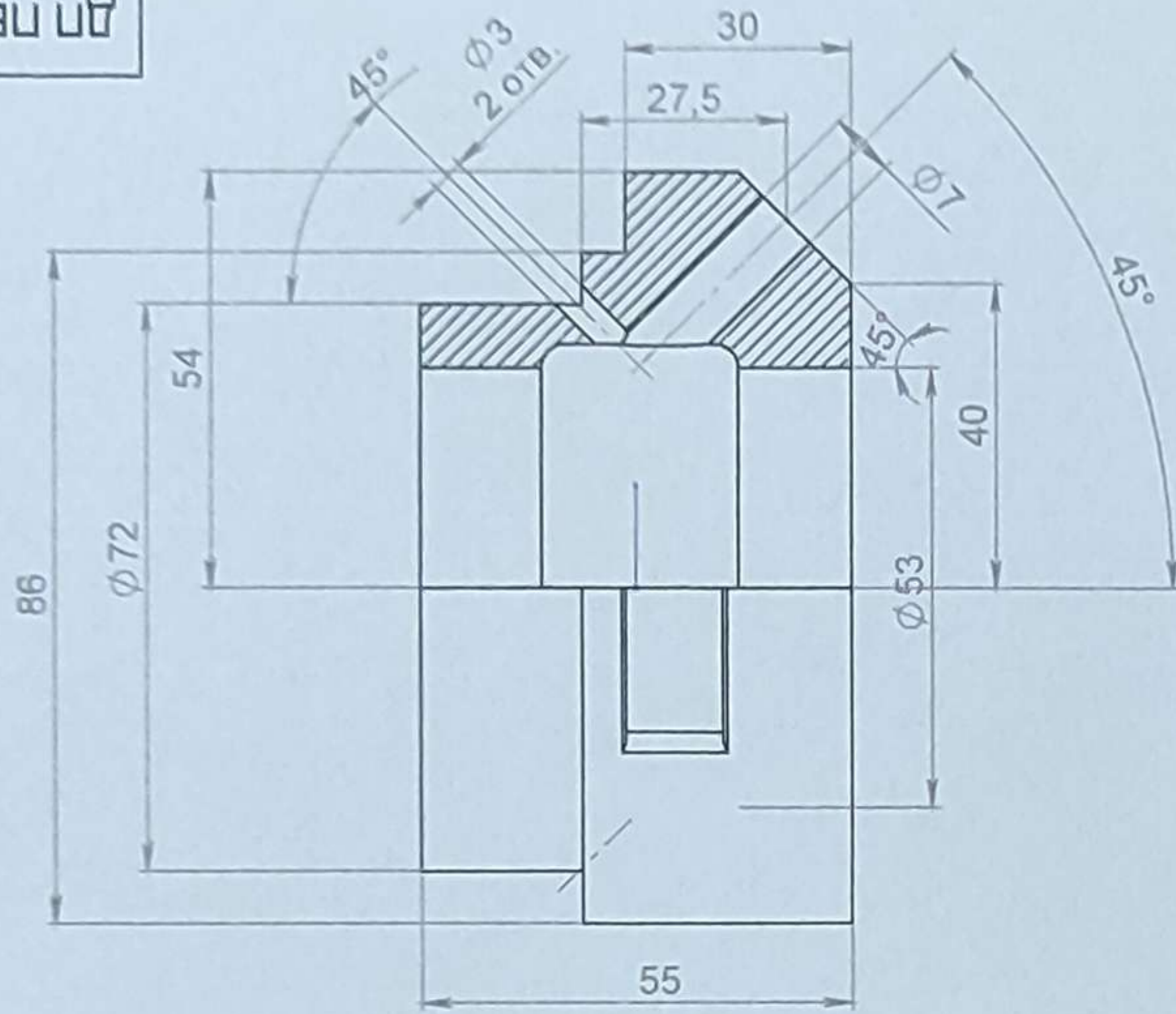


1. Невказані допуски відливки по Ілкл ГОСТ 1855-55.
2. Невказані радіуси скрулення в литві 2...3мм.
3. Невказані уклони литви 2°.
4. 170...24 П-В.
5. Додаткові ТТ до відливки по ГОСТ 1412-70.
6. Взаємне біття поверхонь D та D<sub>1</sub>: max 0,05мм.
7. Допуск перпендикулярності торців T, T<sub>1</sub> та T<sub>2</sub>, відносно осі поверхні D, max 0,08мм.
8. Відхилення торців T та T<sub>1</sub> від положення в одній площині max 0,1мм.
9. Заусенці та гострі кромки не допустимі.
10. Покриття: Хн.Фос.прн. ГОСТ 9.075-77.
11. Гострі кромки притупити.
12. Допустима остатня намагніченість не більше 0,3а.
13. Інші технічні вимоги по ОСТ 4Г 0.70.014.
14. Маркірувати виріб згідно заводського номеру.
15. Зберігати та транспортувати в спеціальній тарі.

ДПБ.3119.1702.001				Лист	Колір	Кількість
Муфта вимкнення зчеплення				У	2,5	21
Чавун сірий СЧ21-40 ГОСТ 1412-70				Лист	Листів ?	
НТУУ "КПІ"				Формат А1		

ДП ПБ7113.1702.001.00

√ Ra12,5 (✓)



1. Невказані граничні відхилення H12, h12, IT14/2
2. Невказані допуски відливки по Ікл ГОСТ1855-55.
3. Невказані радіуси скруглення в литті 2...3мм.
4. Невказанні уклони лиття 2°.
5. 170...241НВ.
6. Додаткові ТТ до відливки по ГОСТ1412-70.

Справ. №

Подп. и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Име. № подл.

ДП ПБ7113.1702.000.01

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Сябренко В.В.	✓	
Пров.		Антонюк В.С.	✓	
Т. контр.				
Н. контр.				
Утв.				

Заготовка

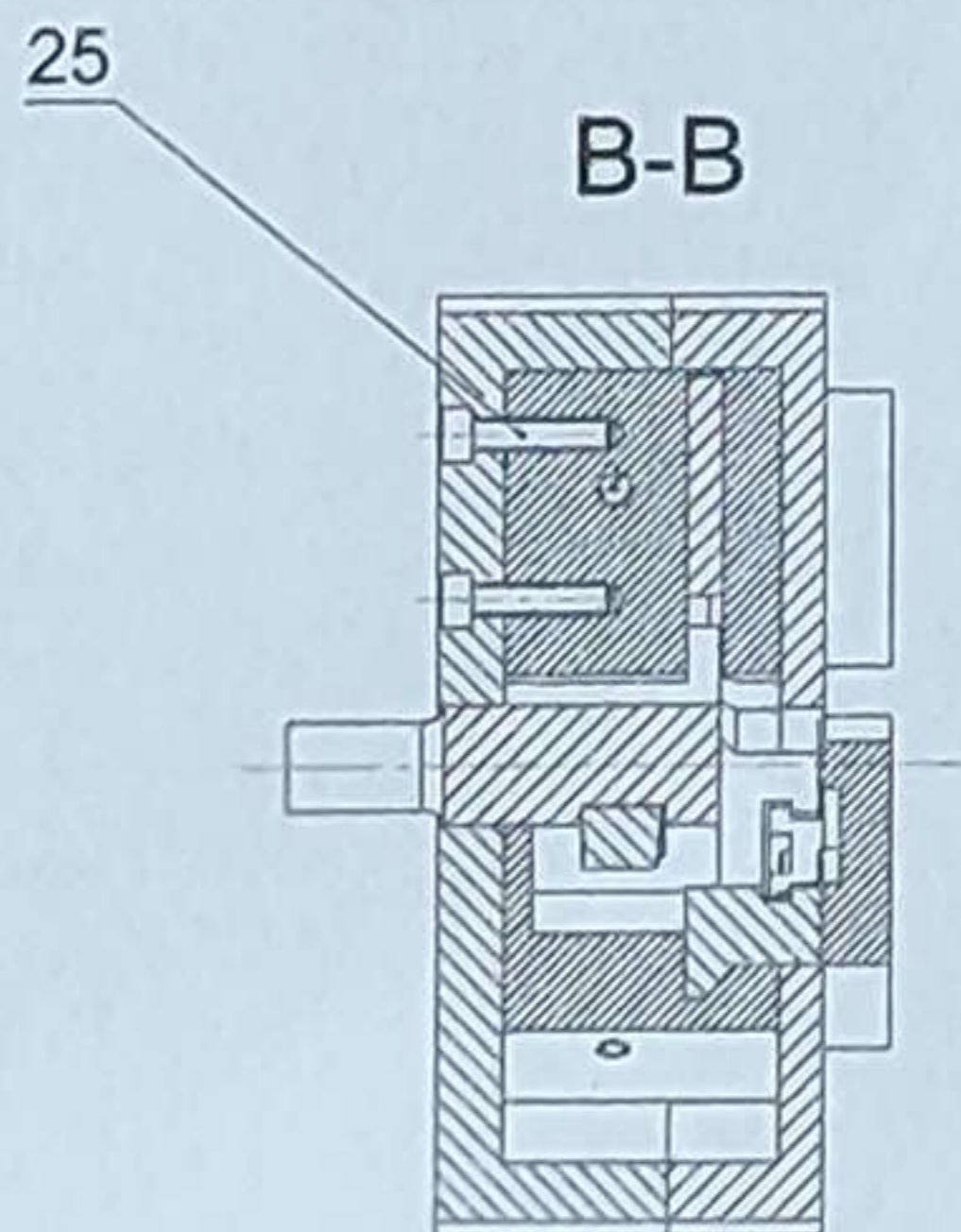
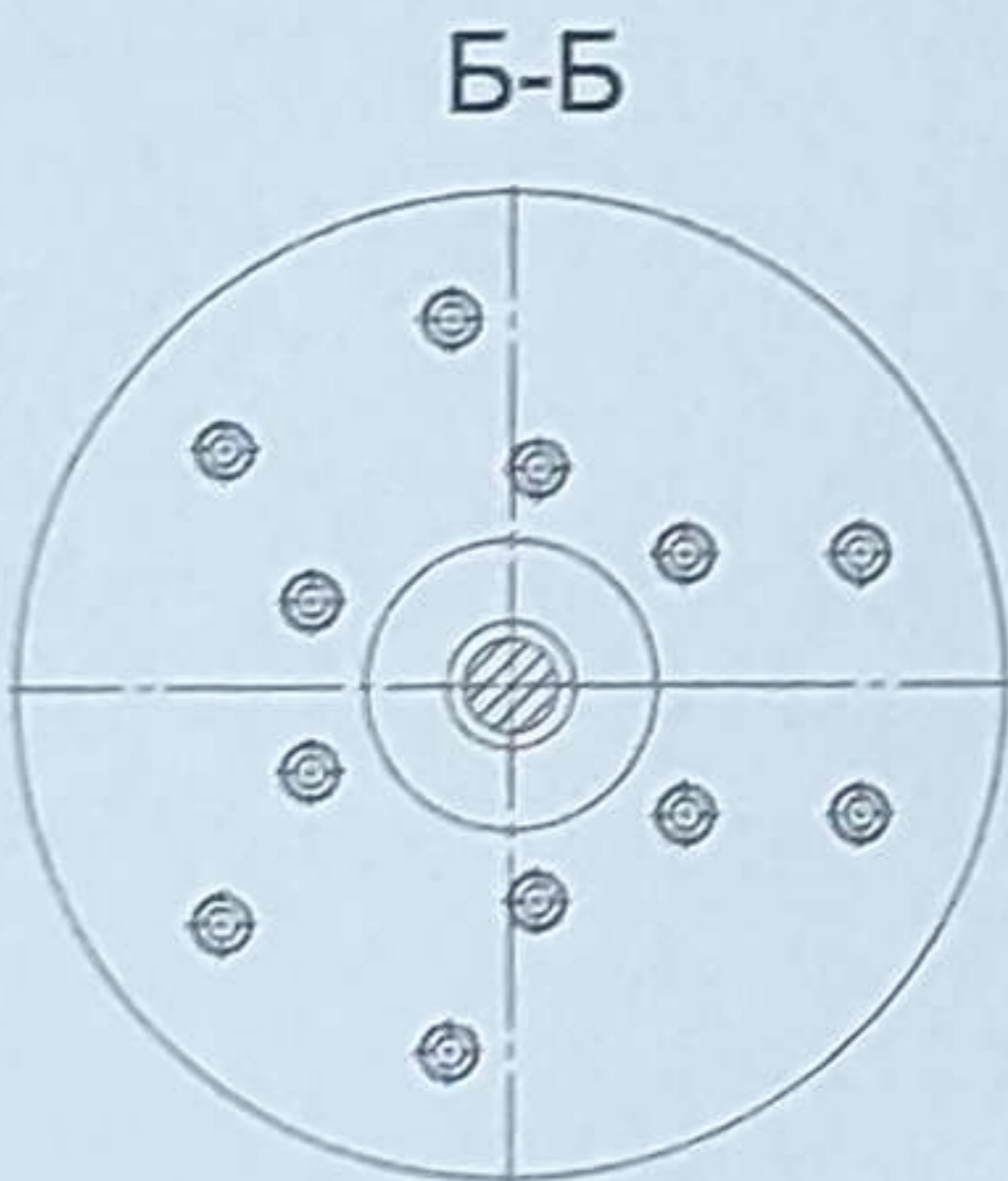
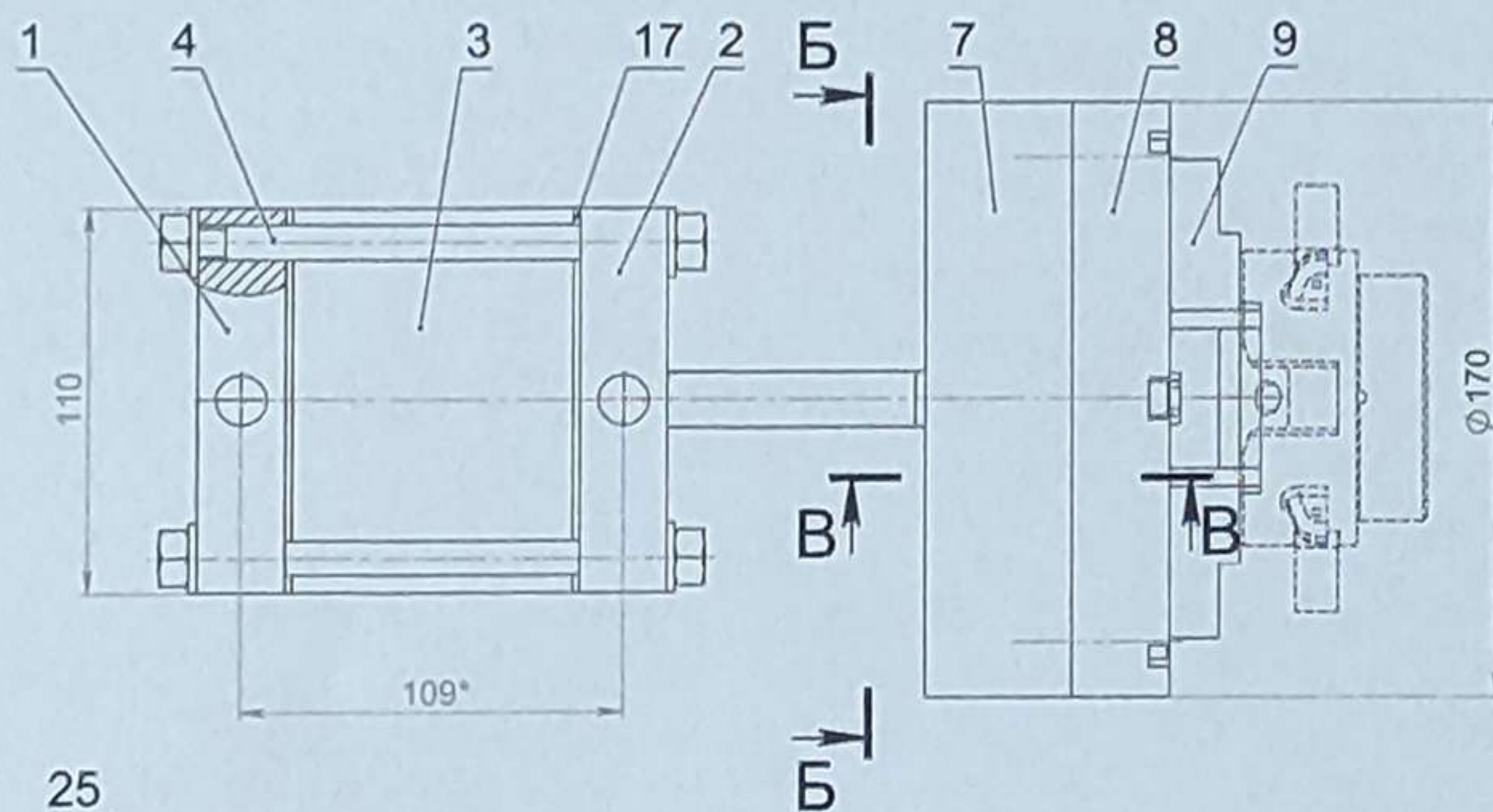
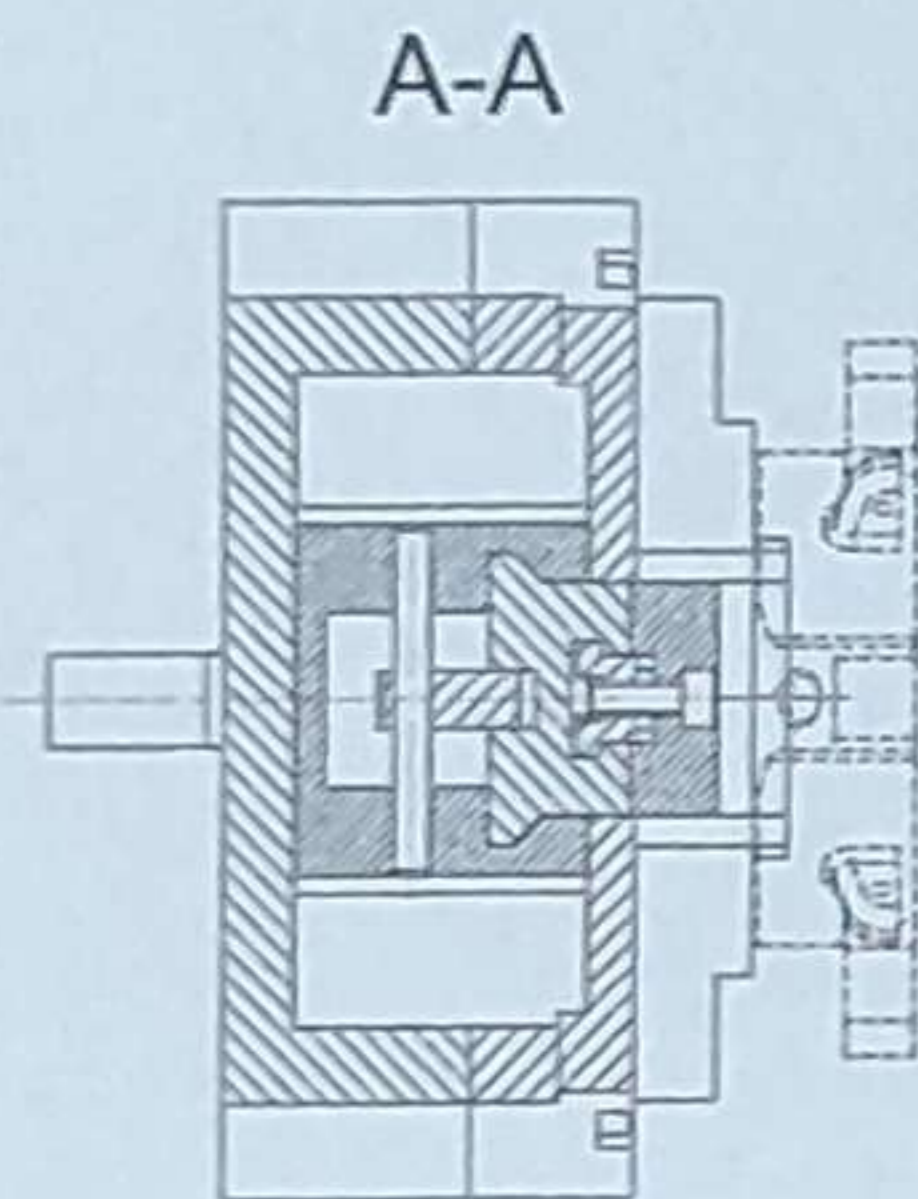
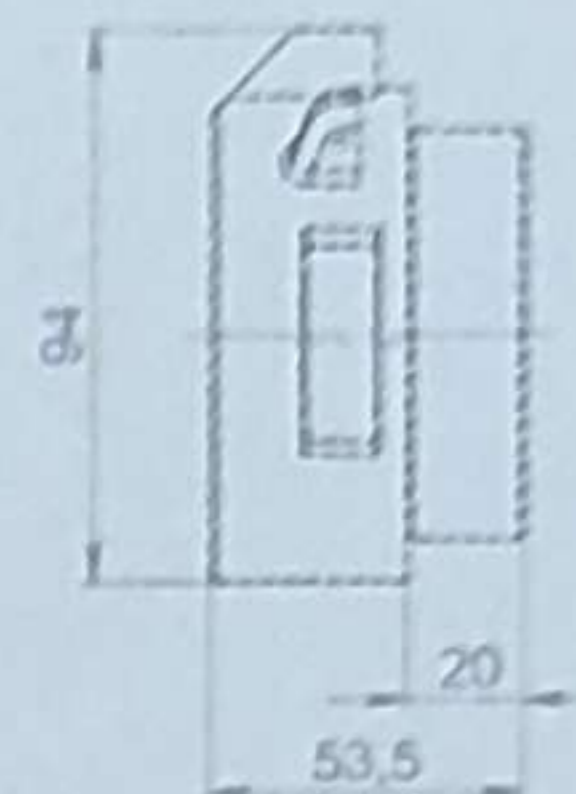
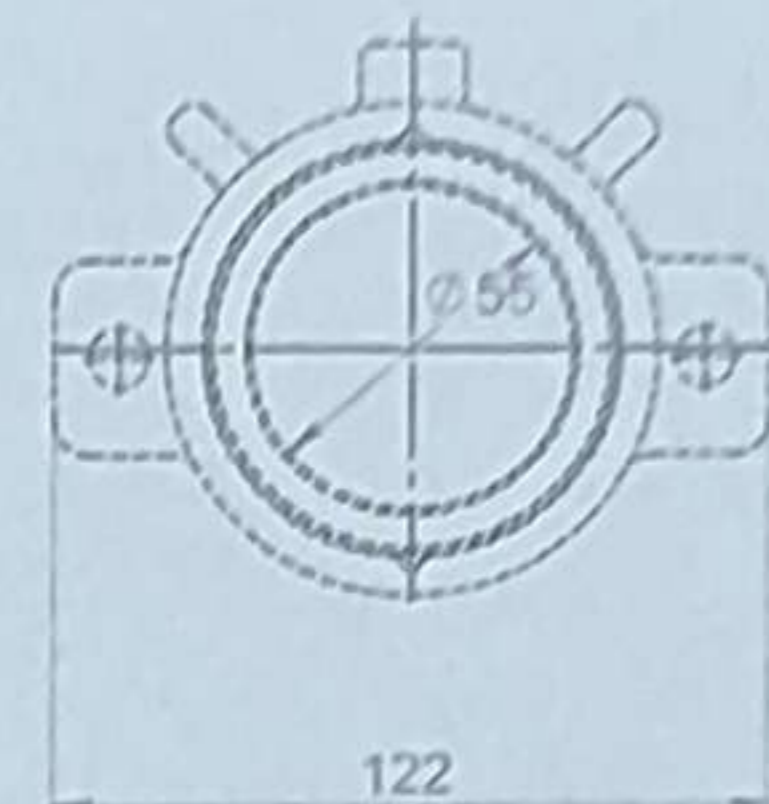
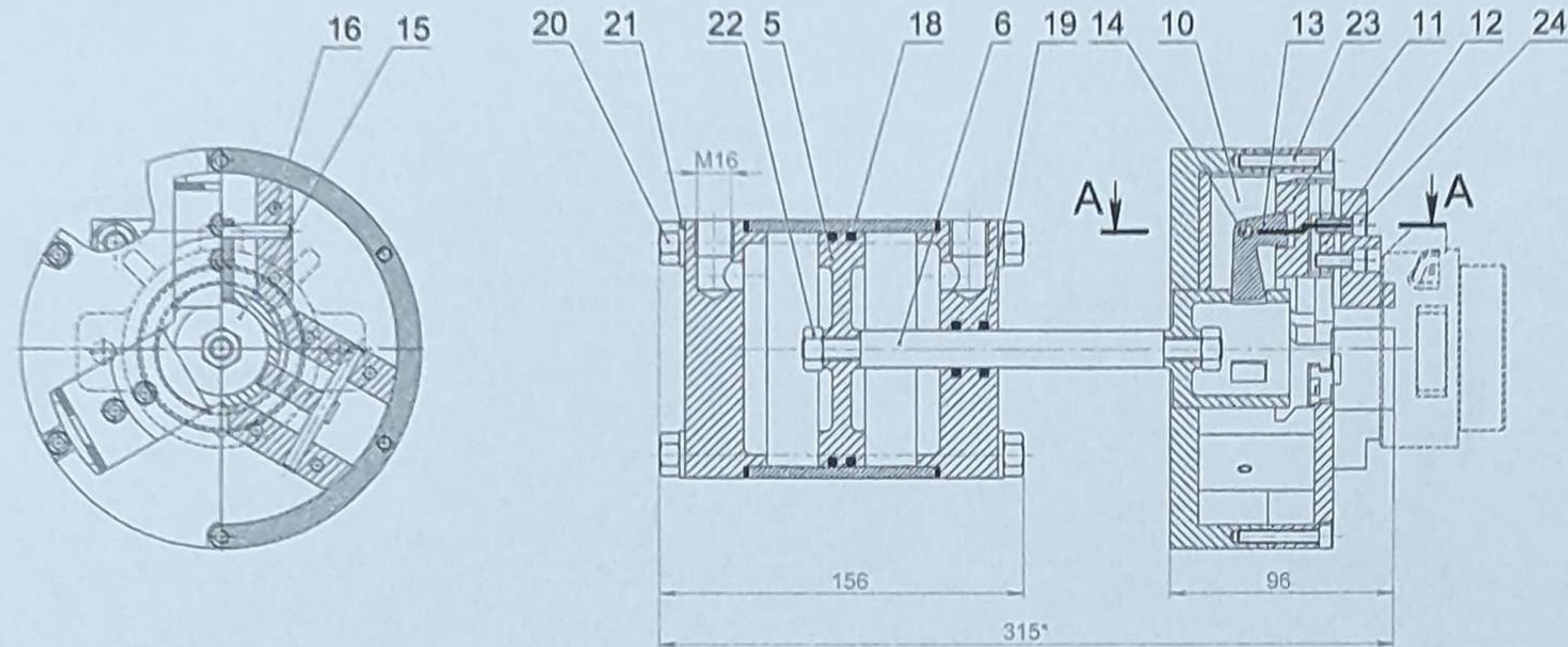
Чавун сірий СЧ21-40  
ГОСТ 1412-70

Лит.	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	

ПБФ, ПБ-71

Формат А3





1. \* Розміри для довідок.
2. Не вказані граничні відхилення h12, H12, IT 14/2.
3. Усі поверхні, що труться, змастити пастою ВНДІП 232 ГОСТ 14068-79.

				<b>ДП ПБ7113.1702.001 СК</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
							1:2
Разраб.				Пневматичний патрон			
Пров.							
Т. контр.							
Н. контр.							
Утв.							
					Лист	Листов	
					Складальний кресленик		
					ПБФ, ПБ-71		

Перш. протекст.

Складальний

Корп. и дата

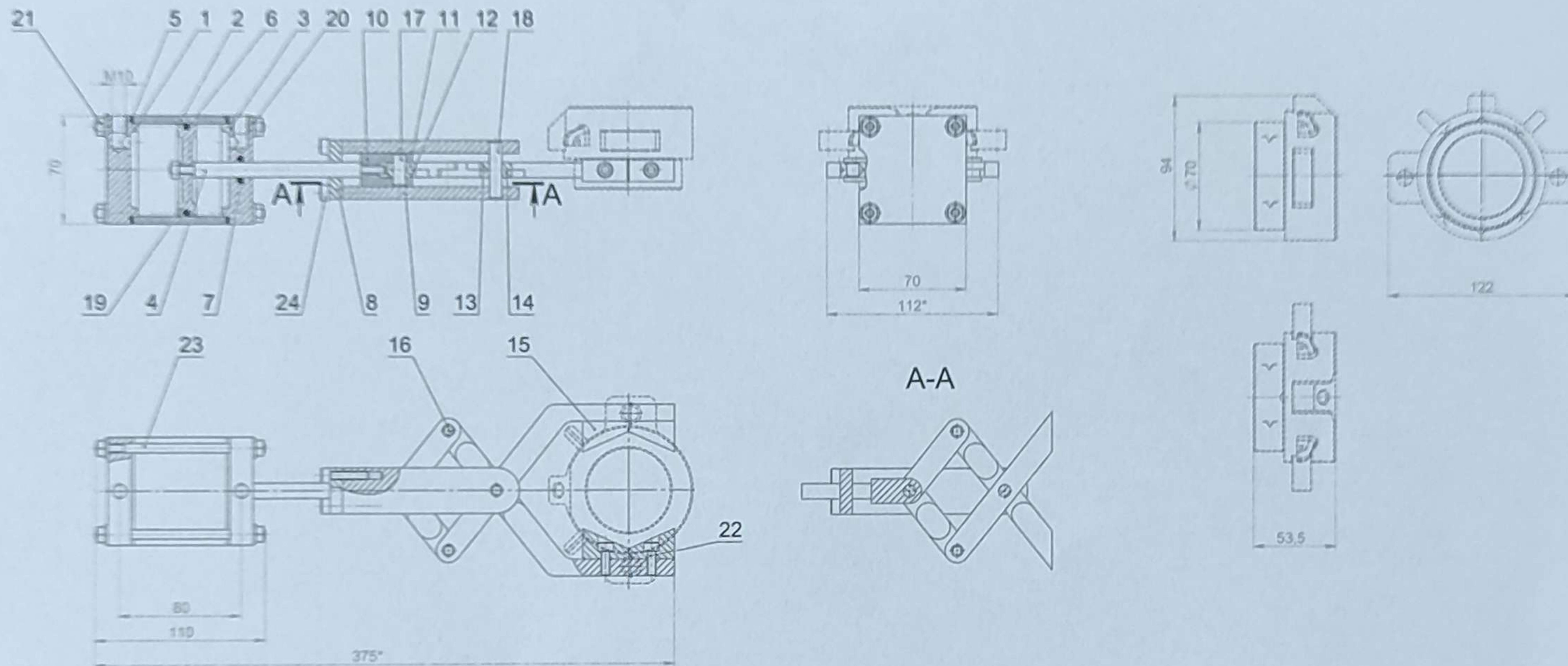
Контр. и дата

Контр. и дата

Изм. и дата





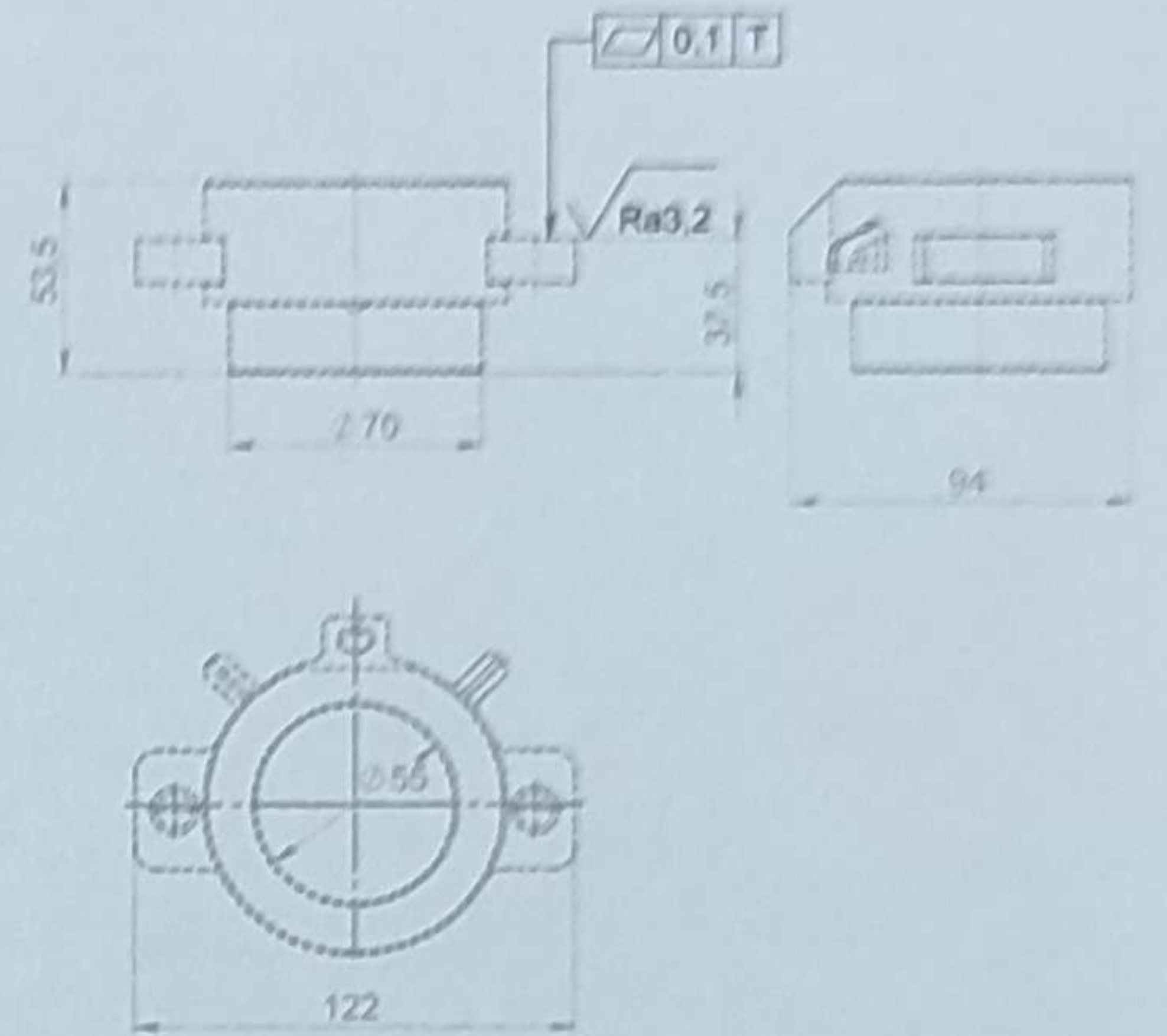
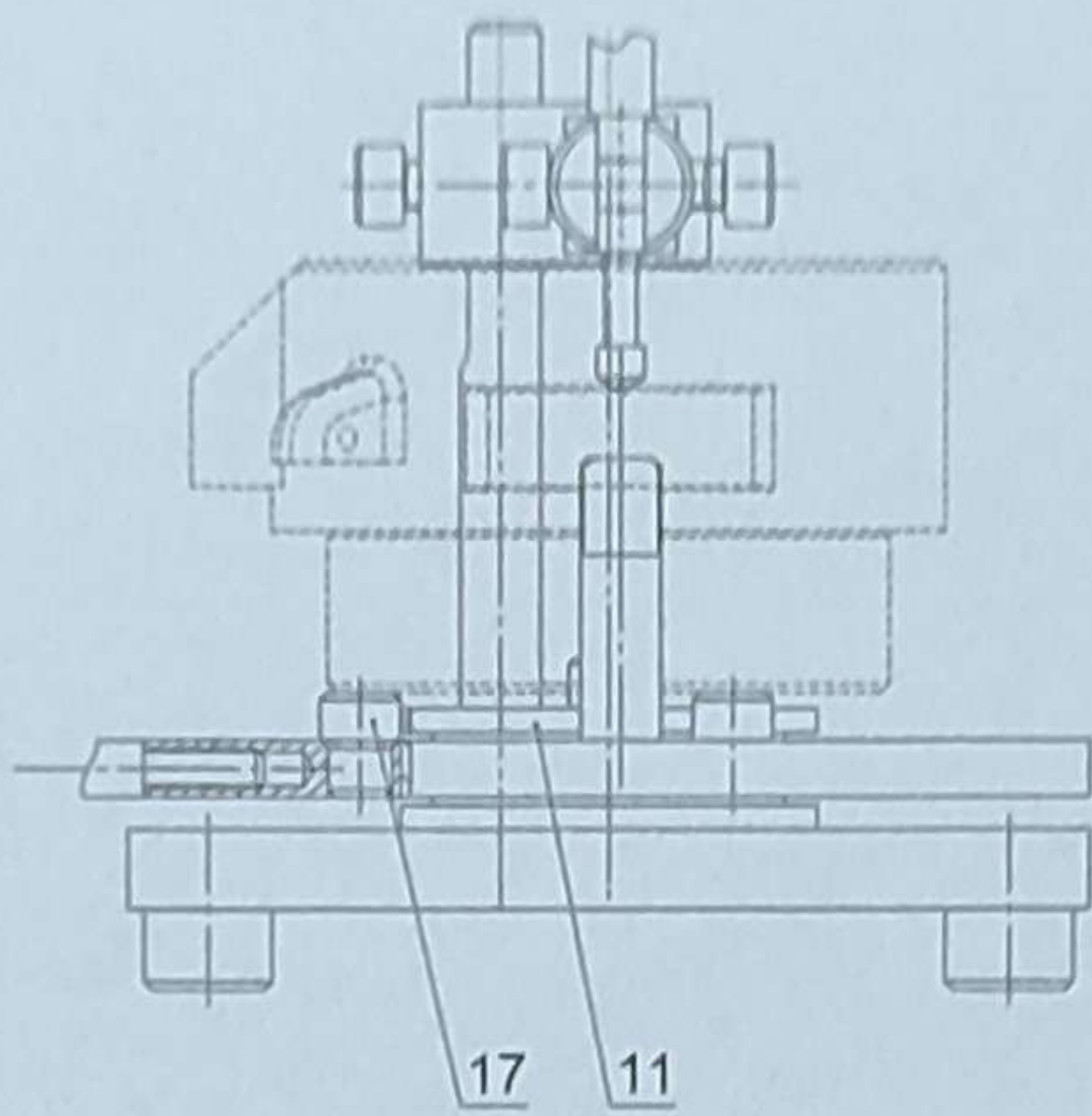
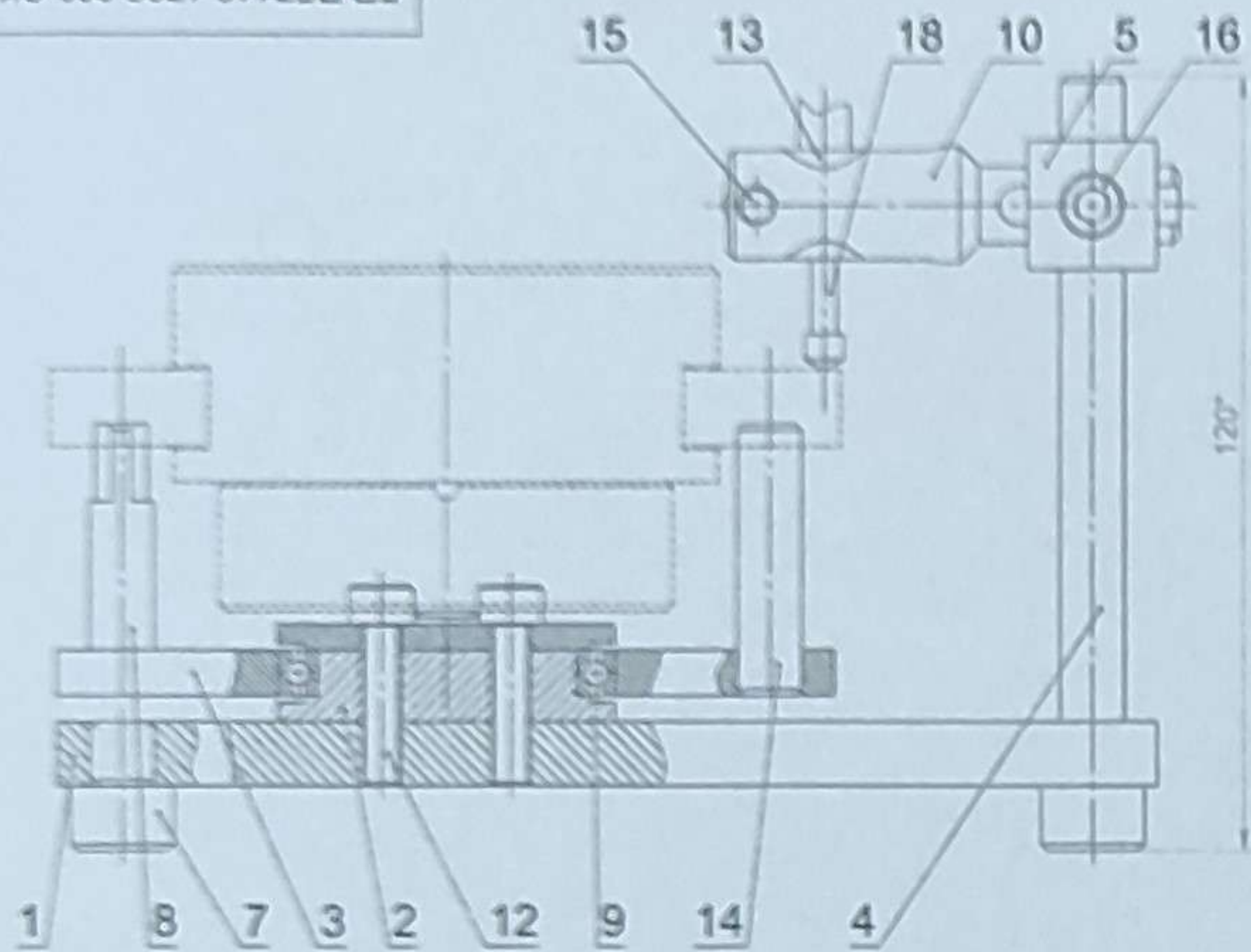


1. \* Розміри для довідок.
2. Не вказані граничні відхилення h12, H12, IT 14/2.
3. Усі поверхні, що труться, змастити пастою ВНДІП 232 ГОСТ 14088-79.
4. Вимоги стійкості до механічних і кліматичних впливів за ГОСТ 26050-84.
5. Інші технічні умови за ГОСТ 27351-87.

				<b>ДП ПБ7113.1702.002 СК</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.		Сидренко В.В.					1:2
Пров.		Антонюк В.С.					
Т. контр.					Лист	Листов	
Н. контр.					ПБФ, ПБ-71		
Утв.					Складальний кресленик		







Формат зображення

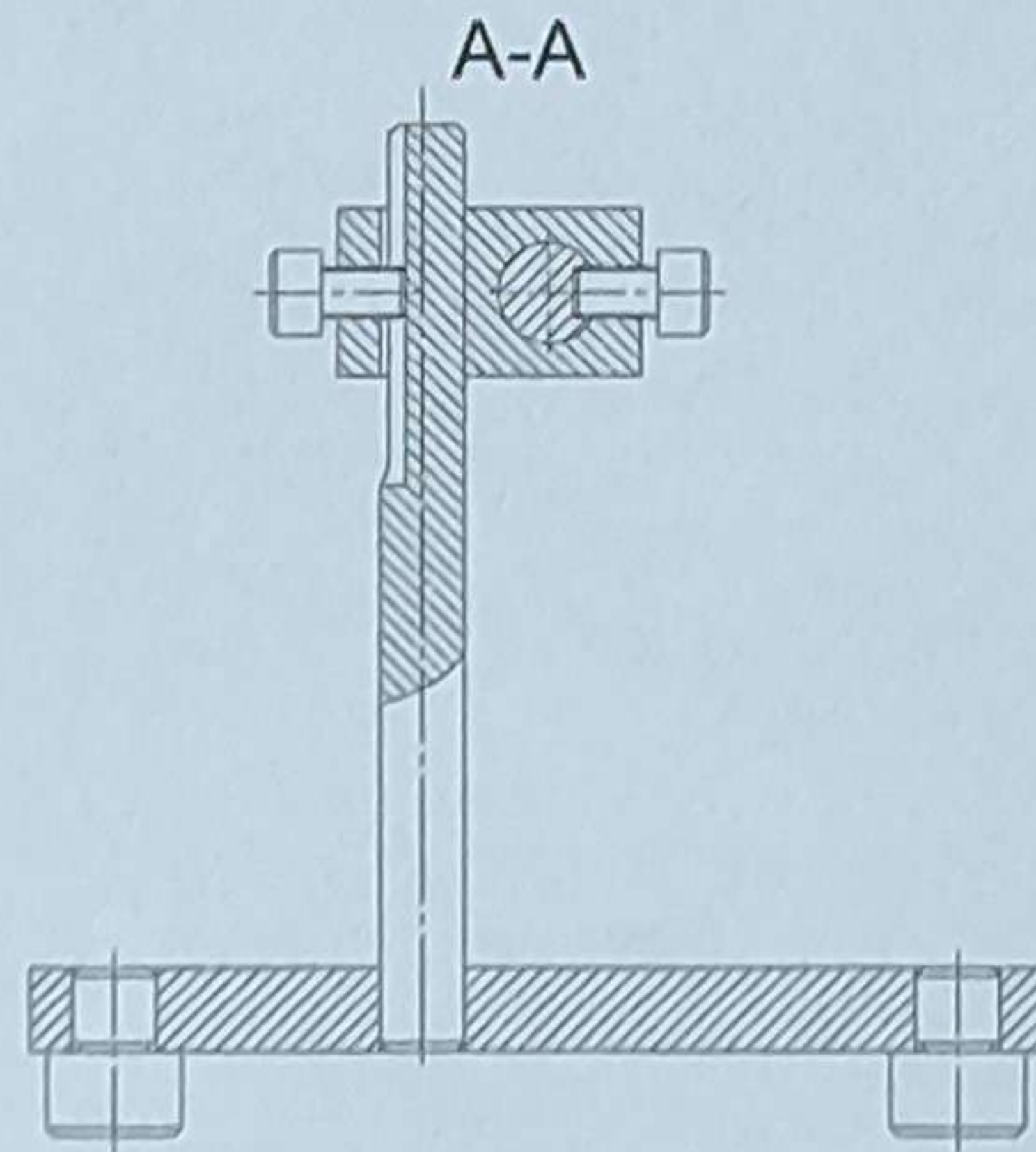
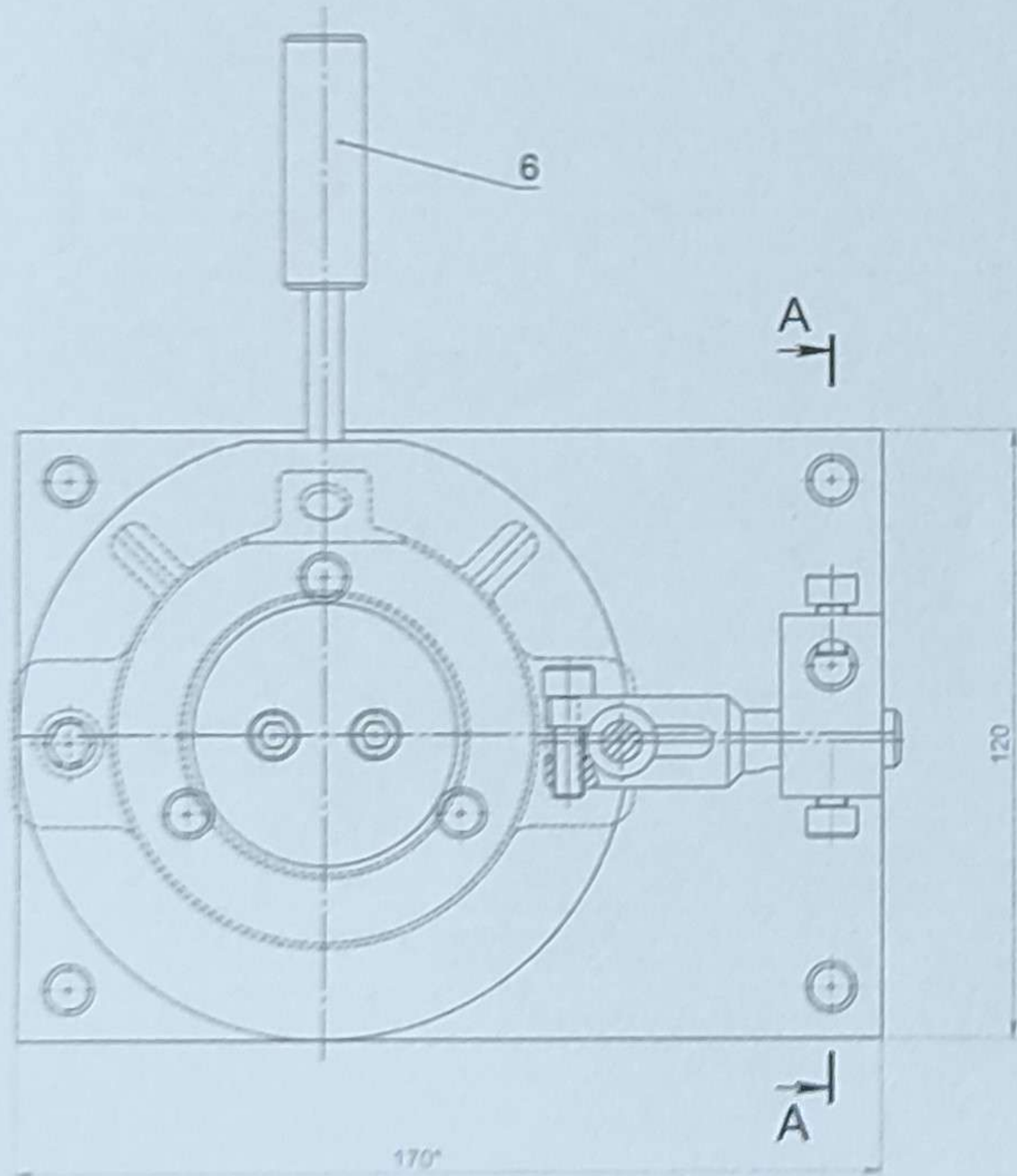
Сторінка №

Назва в папір

Види зображень

Назва в папір

Масштаб зображення



1. \* Розміри для довідок.
2. Не вказані граничні відхилення H12, H12, IT 14/2.
3. Усі поверхні, що труться, змастити пастою ВМДІНП 232 ГОСТ 14088-79.
4. Пресувати підшипник 40x52x7 в основу поз. 2 та в круг поз. 3.
5. Контролювати відхилення торців від положення в одній площині max 0,1 мм.

ДП ПБ7113.1702.003 СК				Лист	Маса	Масштаб
Ізм.	Лист	№ докум.	Позп.	Дата		
Розроб.		Сибренко В.В.			1:1	
Пров.		Антошак В.В.				
Т. контр.						
Н. контр.						
Утв.						
Контрольне пристосування				Лист	Листів	
Складальний креслення				ПБФ, ПБ-71		



Перв. примен.		Формат	Зона	Позиция	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						<u>Документация</u>		
		A3			ДП ПБ7113.1702.003 СК			
						<u>Детали</u>		
		A4	1		ДП ПБ7113.1702.003.01	Плита	1	
		A4	2		ДП ПБ7113.1702.003.02	Основа	1	
		A4	3		ДП ПБ7113.1702.003.03	Круг	1	
		A4	4		ДП ПБ7113.1702.003.04	Підставка	1	
		A4	5		ДП ПБ7113.1702.003.05	Тримач	1	
		A4	6		ДП ПБ7113.1702.003.06	Ручка	1	
		A4	10		ДП ПБ7113.1702.003.10	Направляюча	1	
		A4	11		ДП ПБ7113.1702.003.11	Кришка	1	
		A4	12		ДП ПБ7113.1702.003.12	Фіксатор	3	
						<u>Стандартные изделия</u>		
			7			Палець	4	
						ГОСТ 17774-72		
			8			Зрізаний палець	1	
						ГОСТ 17774-72		
			9			Підшипник	1	
						ГОСТ 8338-75		
			12			Гвинт М6х1	2	
						ГОСТ 11738-84		
		ДП ПБ7113.1702.003 СК						
		Изм/Лист	N докум.	Подпись	Дата			
		Разраб.	Сябренко В. В.			Литера	Лист	Листов
		Пров.	Антонюк В. С.				1	2
		Н.контр.				Контроль		
		Утв.						
		ПБФ, ПБ-71						

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР систем АБЕМ.



ДП ПБ7113.1702.004

Перб. привел.

Спроб. №

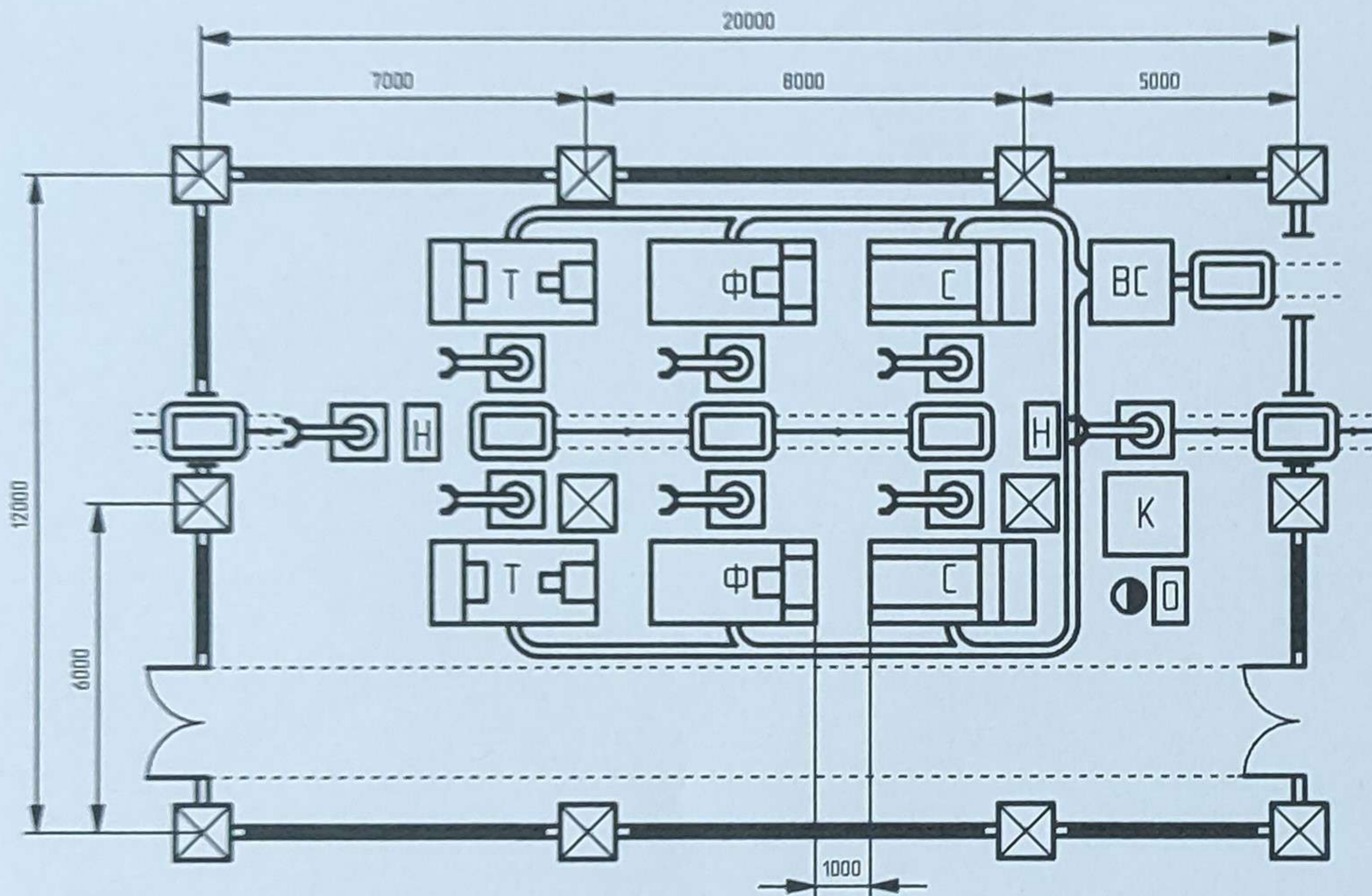
Подп. и дата

Изд. № докум.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изд. № докум.



- Т - Токарний верстат
- Ф - Фрезерний верстат
- С - Свердлильний верстат
- Н - Накопичувач
- К - Контрольний стіл
- О - Оператор
- ВС - Відвод стружки

ДП ПБ7113.1702.004

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Сяренко В. В.	<i>[Signature]</i>	
Проб.		Антонюк В. С.	<i>[Signature]</i>	
Т.контр.				
И.контр.				
Чтб.				

План дільниці

Лит. Масса Масшт.

1:100

Лист Листов 1

ПБФ, ПБ-71





Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

						АД.01141.00001	1	
--	--	--	--	--	--	----------------	---	--

Разраб.			Группа компаний ADEM	ДП ПБ7113.1702.004			АД.60141.1		
Проверил									
Утвердил									
Т.контр.									
Н.контр.									

Наименование операции		Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЭ	КОИД
ПОДГОТОВКА				166					1
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы	T <sub>о</sub>	T <sub>в</sub>	T <sub>пз.</sub>	T <sub>шт.</sub>	СОЖ		
			5			5			

Р		ПМ	0 или B	L	t	i	S	n	v
0 01	1. Литье по выплавляемым моделям								
02									
03									
04									
05									
06									
07									
08									
09									
10									
11									
12									
13									

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы ADEM.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

						АД.01141.00001		5	1
Разраб.	Сябренко В.В.	Группа компаний ADEM		ДП ПБ7113.1702.004			АД.60141.3		
Проверил	Барандич К.С.								
Утвердил									
Т.контр.									
Н.контр.		План діляниці							010

Наименование операции		Материал	Твердость		EB	MD	Профиль и размеры			M3	КОИД
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы	To	Tb	Tпз.	Tшт.	СОЖ				
ТОКАРНАЯ				166							1
OPTiturn L440			1.558	1.12		2.865					
P		ПМ	Ø или B	L	t	i	S	n	v		
O 01	1. Установить, закрепить, снять									0.08	
T 02	ПР. ДП 7113.1702.001 СК Пневматический патрон										
03											
O 04	2. Подрезать торец, выдерживая размер 54,5 мм									0.06	0.14
T 05	РИ. 2102-0505 Резец ВК8 ГОСТ 18868-73										
P 06			86	28	0,5	1	200	371	100		
07											
O 08	3. Точить внутреннюю поверхность $\phi 54$ мм									0.06	0.275
T 09	РИ. 2102-0505 Резец ВК8 ГОСТ 18868-73										
P 10			54	55	0,5	1	200	590	100		
11											
O 12	4. Расточить внутреннюю поверхность $\phi 55H10$ мм									0.06	0.275
T 13	РИ. 2102-0505 Резец ВК8 ГОСТ 18868-73										

OK	Операционная карта								Дфльница.adm	6
----	--------------------	--	--	--	--	--	--	--	--------------	---

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы ADEM.



Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

							АД.01141.000001			3	
							ДП ПБ7113.1702.004			АД.60141.3	010

Р	Т	О	PI	D или B	L	t	i	S	n	v
01	Р	04	10.	72	17	0,5	1	200	443	100
02	Т	04	10.							
03	Р	04	10.	72	17	0,5	1	200	443	100
04	Т	04	10.							
05	Р	04	10.	72	17	0,5	1	200	443	100
06	Т	04	10.							
07	Р	04	10.	70.417	19.5	0,06	1	200	453	100
08	Т	04	10.							
09	Р	04	10.	70.417	19.5	0,06	1	200	453	100
10	Т	04	10.							
11	Р	04	10.	70.208	19.5	0,037	1	200	454	100
12	Т	04	10.							
13	Р	04	10.	70.208	19.5	0,037	1	200	454	100
14	Т	04	10.							
15	Р	04	10.	70.063	19.5	0,023	1	200	455	100
16	Т	04	10.							
17	Р	04	10.	70.063	19.5	0,023	1	200	455	100
18	Т	04	10.							

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы АДЕМ.



Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

							АД.01141.00001			5	
							ДП ПБ7113.1702.004			АД.60141.3	010

Р	PI	D или B	L	t	i	S	n	v
Р 01		84	1	0,5	1	200	379	100
02								
03	19. Точить канавку глубиной 2 мм под 45°							
Т 04	PI. 2102-0505 Резец ВК8 ГОСТ 18868-73							
05								
06								
07								
08								
09								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы АДЕМ.

Только для некоммерческого использования !

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--

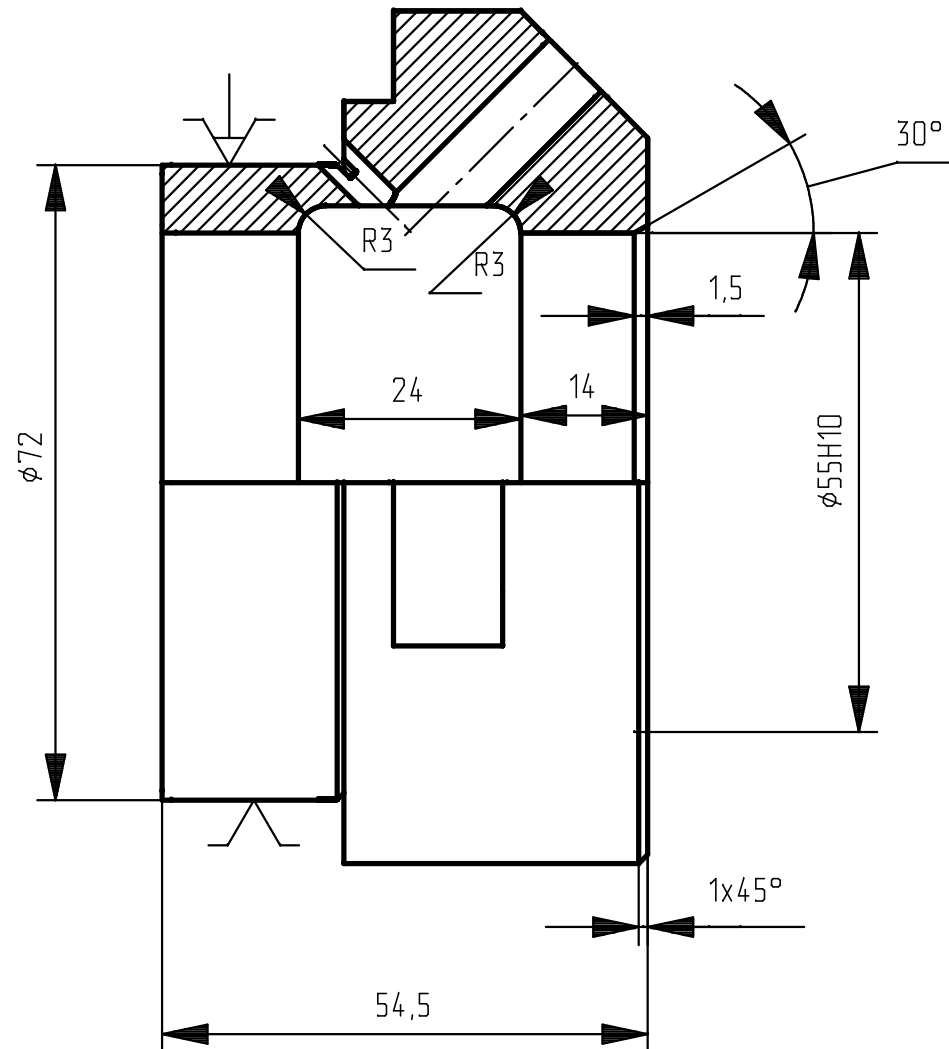

АД.01141.000001

2

ДП ПБ7113.1702.004

АД.20141.4

010



Только для некоммерческого использования!

КЭ

Только для некоммерческого использования!

Карта эскизов

Дфльница.adm

12

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

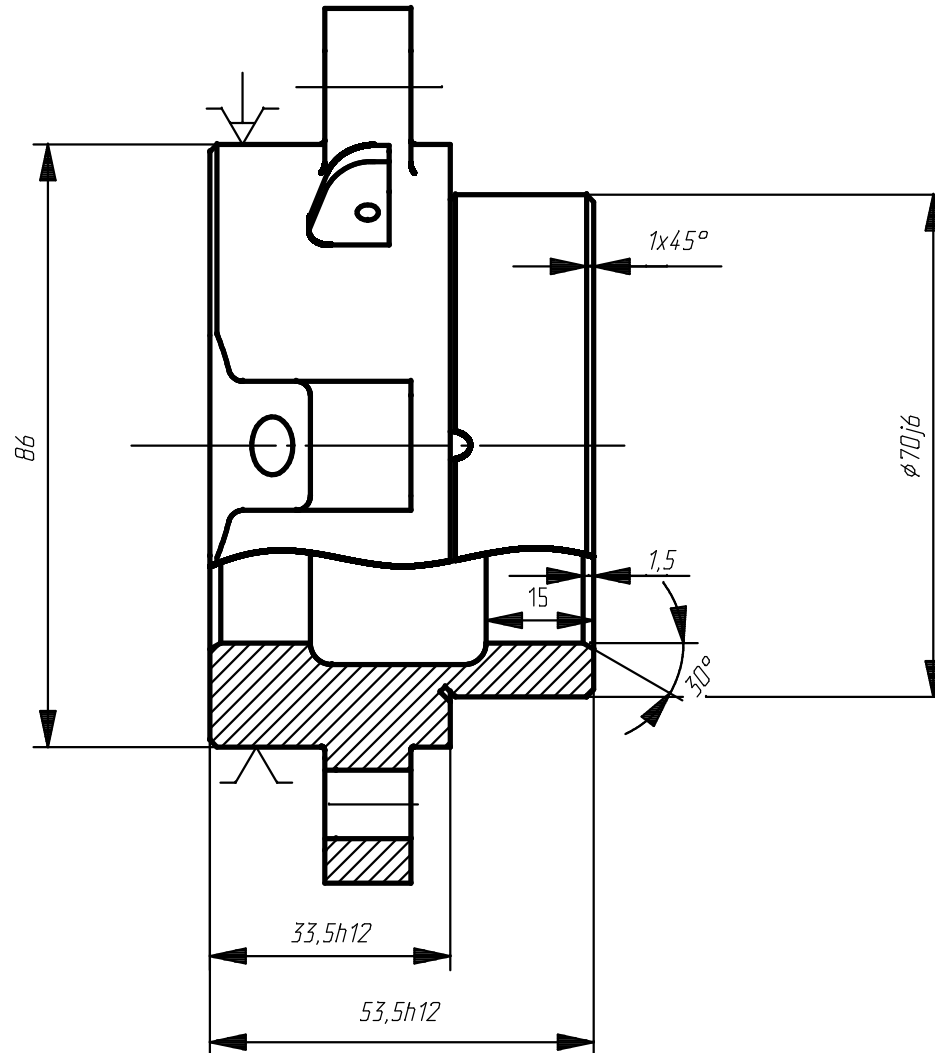
АД.01141.00001

3

ДП ПБ7113.1702.004

АД.20141.4

010



Только для некоммерческого использования!

КЭ

Только для некоммерческого использования!

Карта эскизов

Дфльница.адм

13

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

						АД.01141.00001		3	1
Разраб.	Сябренко В.В.	Группа компаний		ДП ПБ7113.1702.004		АД.60141.5			
Проверил	Барандич К.С.	ADEM							
Утвердил									
Т.контр.				План діляниці					015
Н.контр.									

Наименование операции		Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы	T <sub>о</sub>	T <sub>в</sub>	T <sub>пз.</sub>	T <sub>шп.</sub>	СОЖ			
ФРЕЗЕРНАЯ				166						1
Vector 2115F			0.53	2.54		0.572				
Р		ПМ	Д или В	L	t	i	S	n	v	
О 01	1. Установить, закрепить, снять							0.08		
Т 02	ПР. Приспособление для фрезерной обработки									
03										
О 04	2. Фрезеровать внешнюю поверхность $\phi 84$ мм							0.07	0.168	
Т 05	РИ. 2234-0202 Фреза $\phi 5$ T15K6 ГОСТ 16463-80									
Р 06			84	33.5	1	1	200	637	10	
07										
О 08	3. Переустановить							0.08		
Т 09	ПР. Приспособление для фрезерной обработки									
10										
О 11	4. Фрезеровать поверхность планок по контурам со скруглениями R5 мм и R6 мм							0.07	0.55	
Т 12	РИ. 2234-0202 Фреза $\phi 5$ T15K6 ГОСТ 16463-80									
Р 13			14	110	1	1	200	637	10	

ОК	Операционная карта							Дфльниця.adm	14
----	--------------------	--	--	--	--	--	--	--------------	----

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы ADEM.



Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

							АД.01141.00001			3	
							ДП ПБ7113.1702.004			АД.60141.5	015

Р		П	И	Д	или	В	L	t	i	S	п	v	
0 01	10. Фрезеровать поверхность под 45°											0.07	0.125
T 02	РИ. 2234-0202 Фреза ø5 Т15К6 ГОСТ 16463-80												
P 03				20			25	0,5	1	200	637	10	
04													
05													
06													
07													
08													
09													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы АДЕМ.

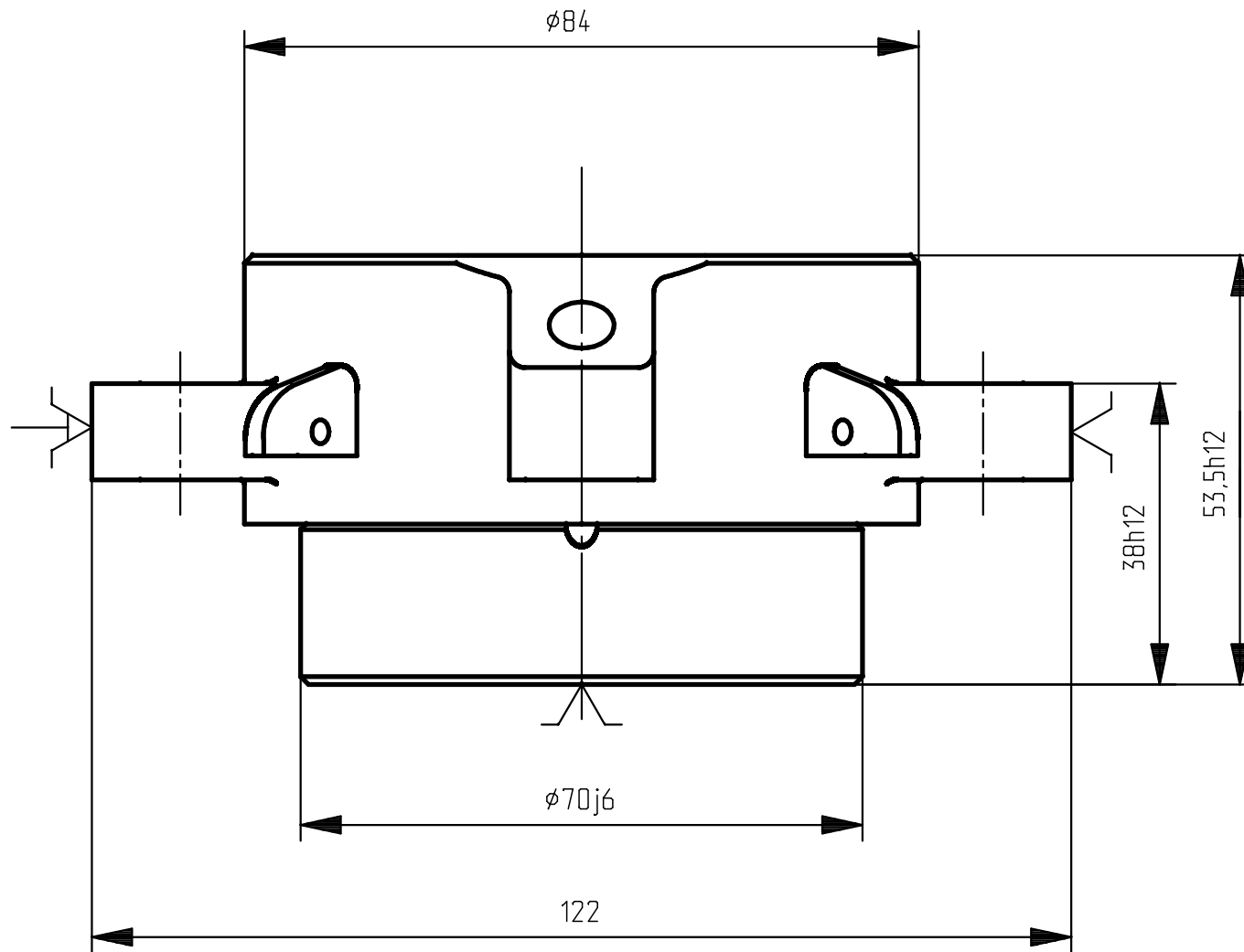
Только для некоммерческого использования !

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

							АД.01141.000001	2	
							ДП ПБ7113.1702.004	АД.20141.6	015



Только для некоммерческого использования!

КЭ  
Только для некоммерческого использования!

Карта эскизов

Дфльница.аdm

18

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР систем АДЕМ.

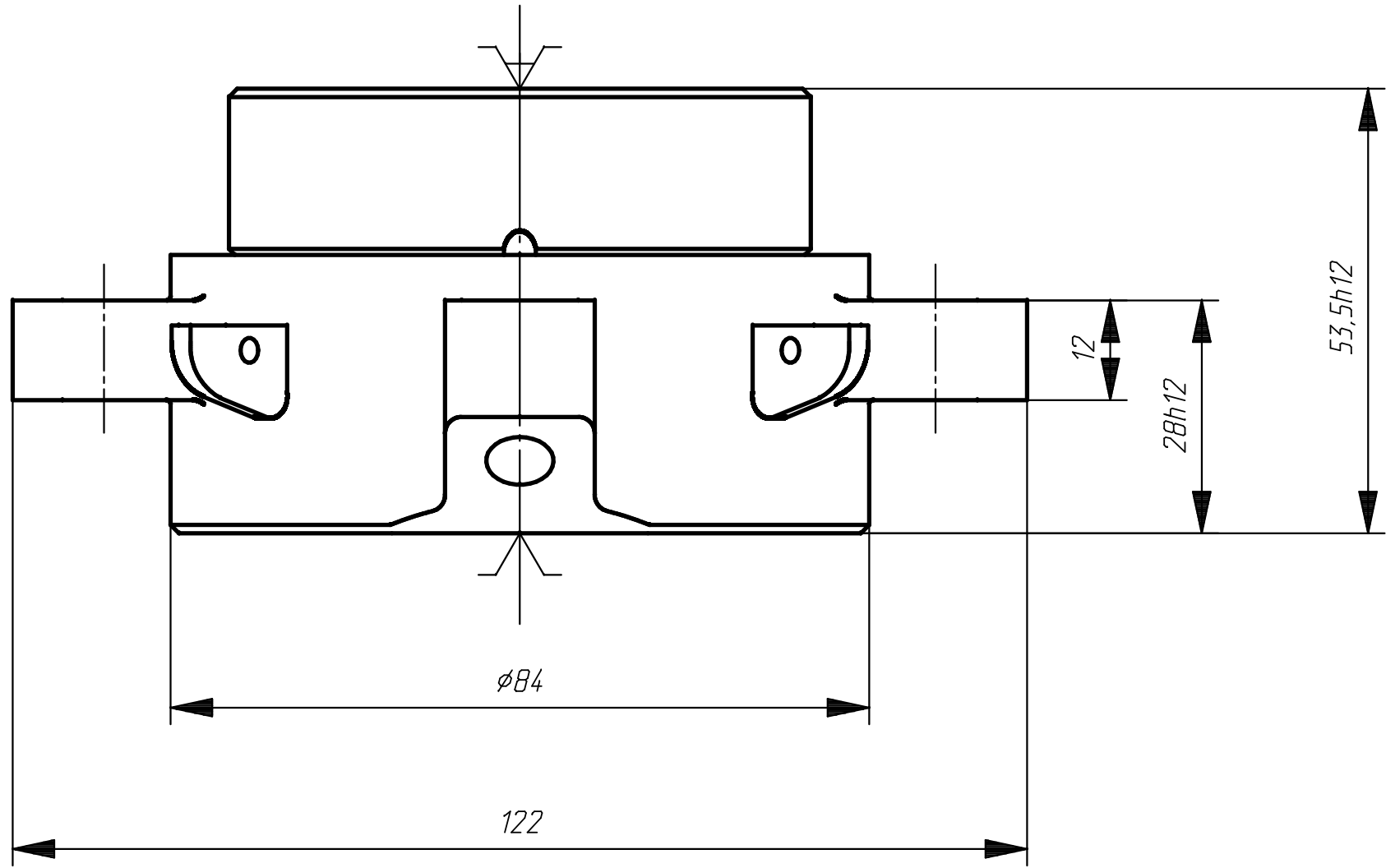


Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

							АД.01141.000001		4	
							ДП ПБ7113.1702.004		АД.20141.6	015



Только для некоммерческого использования !

КЭ  
Только для некоммерческого использования !

Карта эскизов

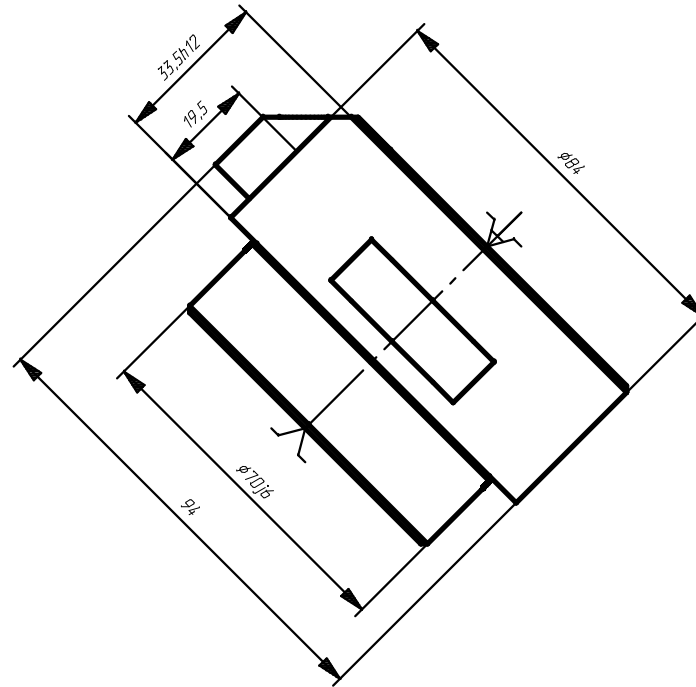
ДФльница.адм 20

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы АДЕМ.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

										АД.01141.00001		5	
										ДП ПБ7113.1702.004		АД.20141.6	015



Только для некоммерческого использования!

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы АДЕМ.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

АД.01141.00001

4

1

Разраб.		Группа компаний ADEM	ДП ПБ7113.1702.004			АД.60141.7		
Проверил								
Утвердил								
Т.контр.								
Н.контр.		План діляниці					020	

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
СВЕРЛИЛЬНАЯ			166				1
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	T <sub>о</sub>	T <sub>в</sub>	T <sub>пз.</sub>	T <sub>шт.</sub>	СОЖ	
KSB 40 CNC		1.258	0.68		2.074		

Р	ПМ	Д или В	L	t	i	S	n	v
0 01	1. Установить, закрепить, снять						0.08	
T 02	ПР. Приспособление для сверлильной обработки							
03								
0 04	2. Сверлить сквозное отверстие $\phi 8$ мм под $45^\circ$						0.02	0.325
T 05	РИ. 2300-7404 Сверло $\phi 8$ ВКВ ГОСТ 12122-77							
P 06		8	26	0,5	1	80	199	5
07								
0 08	3. Зенковать отверстие $1 \times 90^\circ$						0.02	0.013
T 09	РИ. 2353-0133 Зенковка $\phi 16$ ВКВ ГОСТ 14953-80							
P 10		8	1	0,5	1	80	199	5
11								
0 12	4. Переустановить						0.08	
T 13	ПР. Приспособление для сверлильной обработки							

ОК	Операционная карта	Дфльница.adm	22
----	--------------------	--------------	----

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы ADEM.





Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--

АД.01141.000001

4

ДП ПБ7113.1702.004

АД.60141.7

020

Р		ПИ	0 или B	L	t	i	S	n	v
0 01	15. Развернуть 2 тонкие отверстия $\phi 10,018$ мм							0.02	0.15
T 02	РИ. 2360-0133 Развертка $\phi 10$ ВК8 ГОСТ 7722-77								
P 03			10.018	12	0,018	1	80	159	5
04									
0 05	16. Зенковать 2 отверстия $1,6 \times 50^\circ$ мм							0.02	0.02
T 06	РИ. 2353-0133 Зенковка $\phi 16$ ВК8 ГОСТ 14953-80								
P 07			10.018	1.6	0,8	1	80	159	5
08									
09									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									

ОК

Операционная карта

ДФльница.adm

25

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы АДЕМ.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--

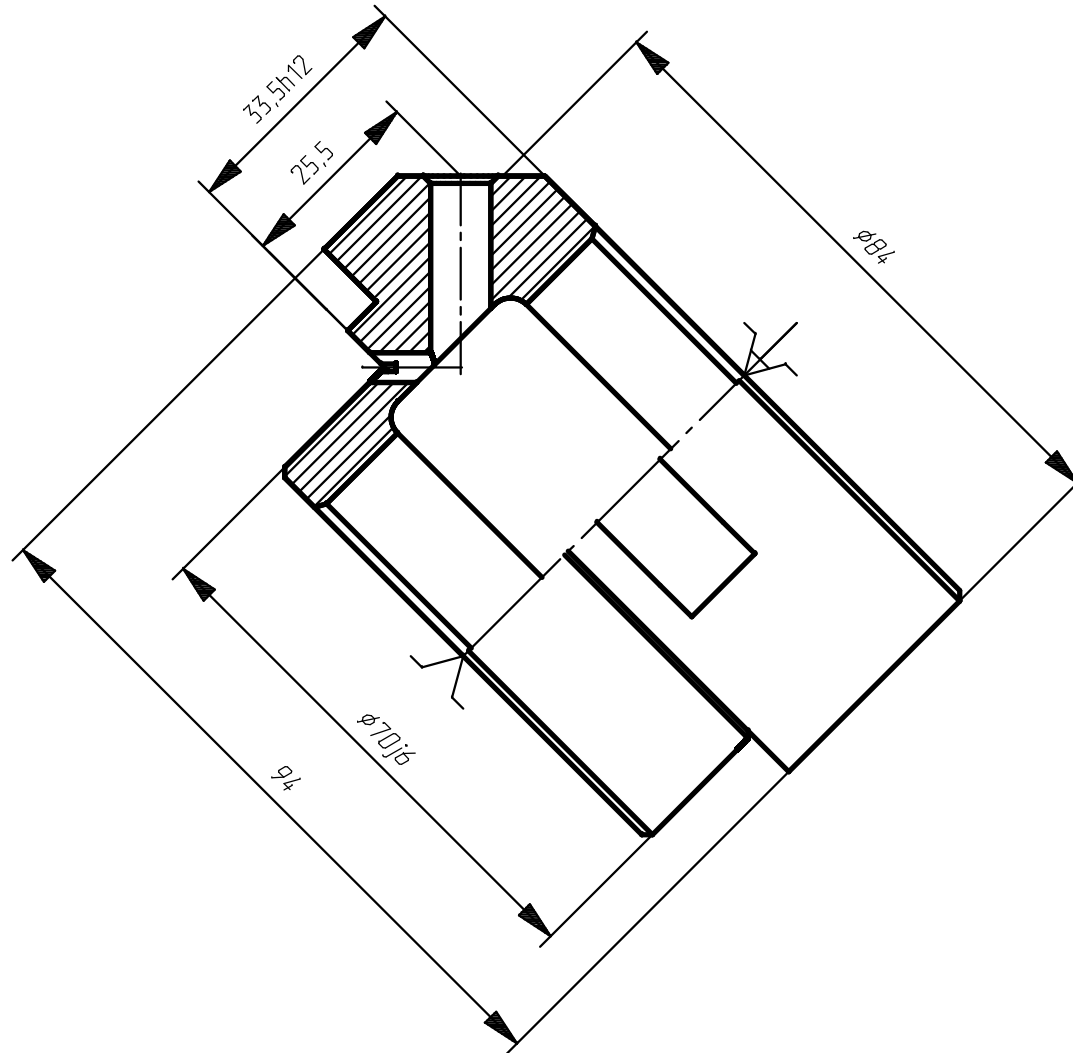

АД.01141.000001

2

ДП ПБ7113.1702.004

АД.20141.8

020



Только для некоммерческого использования!

КЭ

Только для некоммерческого использования!

Карта эскизов

ДФльница.adm

27

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

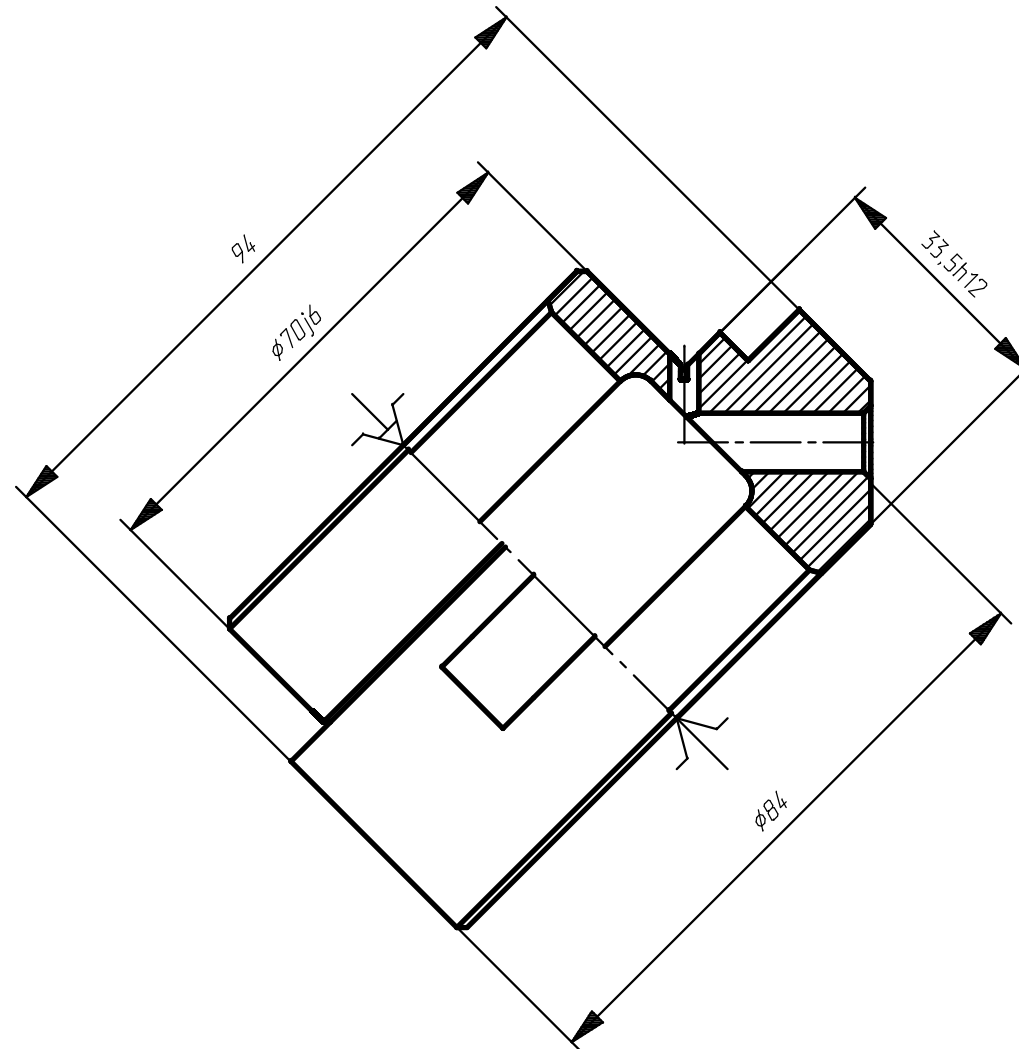
АД.01141.000001

3

ДП ПБ7113.1702.004

АД.20141.8

020



Только для некоммерческого использования!

КЭ

Карта эскизов

Дфльница.адм

28

Только для некоммерческого использования!

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--

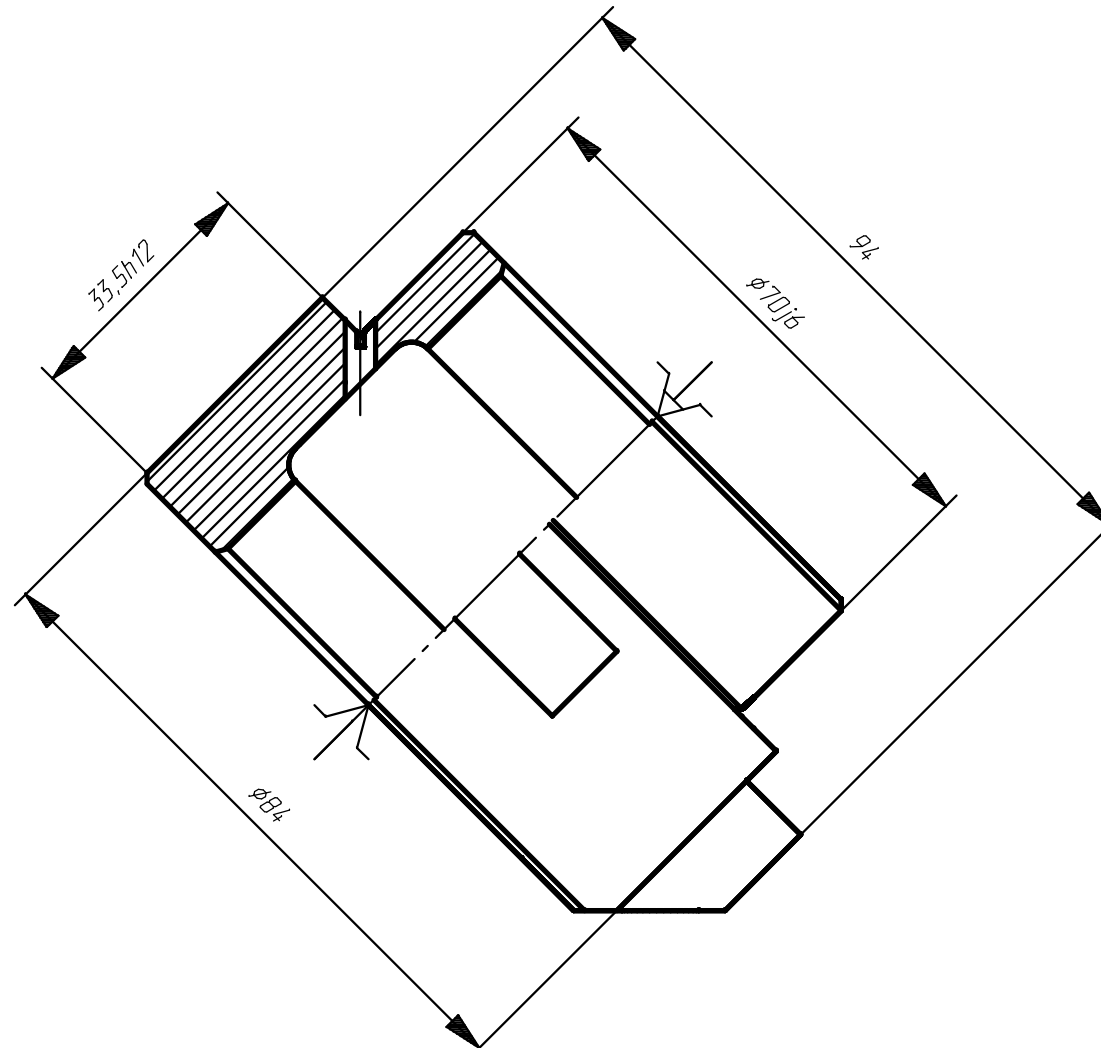

АД.01141.000001

4

ДП ПБ7113.1702.004

АД.20141.8

020



Только для некоммерческого использования !

КЭ

Только для некоммерческого использования !

Карта эскизов

Дфльница.adm

29





Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

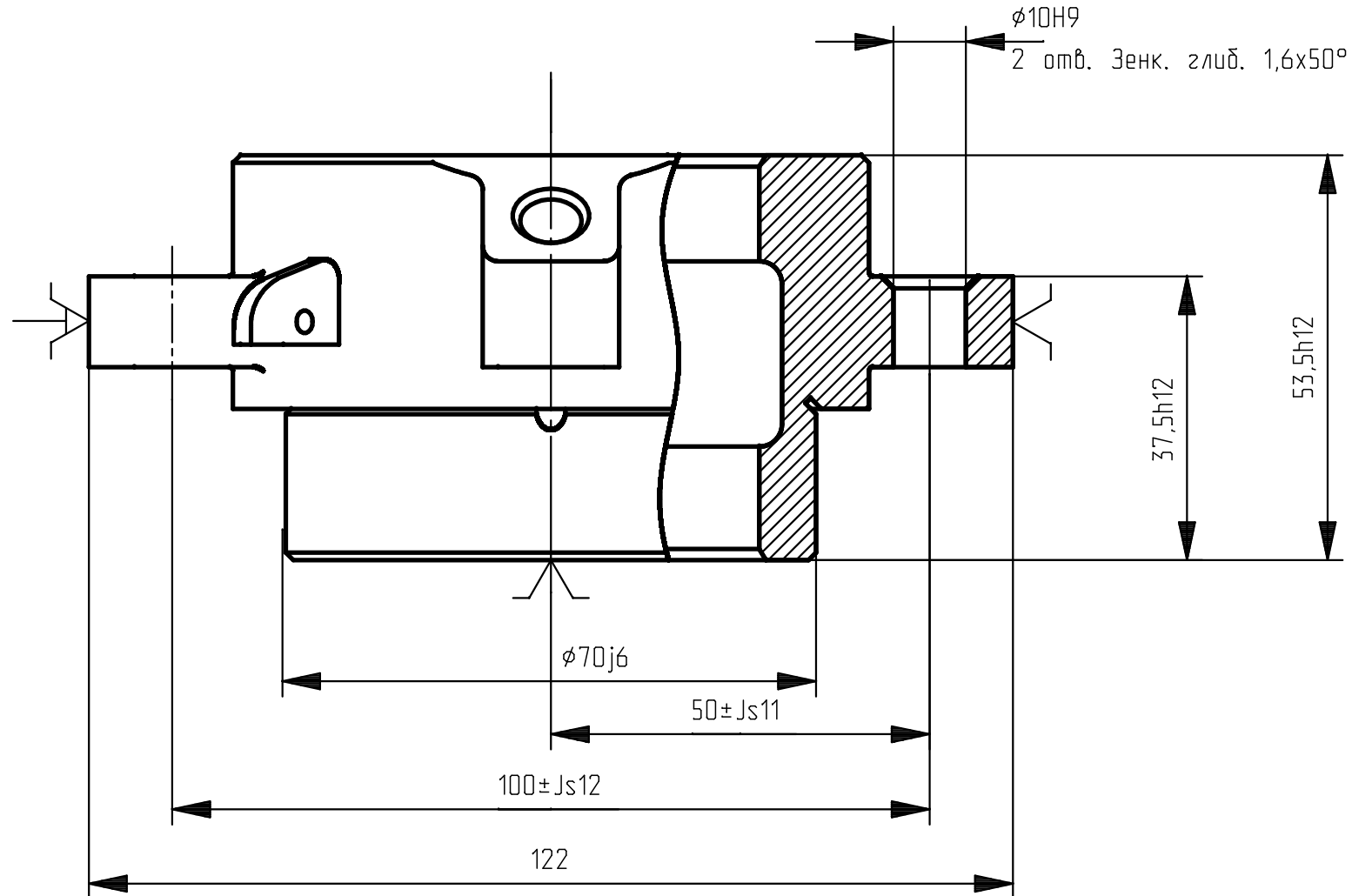
АД.01141.00001

7

ДП ПБ7113.1702.004

АД.20141.8

020



Только для некоммерческого использования!

КЭ

Только для некоммерческого использования!

Карта эскизов

ДФЛьница.аdm

32

Дубл.														
Взам.														
Подл.														

АД.01141.00001

2

1

Разраб.	Гацько М. В.			Группа компаний ADEM	ДП ПБ7113.1702.004	План діляниці	АД.60102.00050	025
Проверил	Шевченко В. В.							
Утвердил								
Т.контр.								
Н.контр.								

Наименование операции

Наименование, марка материала

МД

КОНТРОЛЬ

Наименование оборудования

То

Тв

Обозначение ИОТ

1.63

1.983

БТ 48; БТ 242

Р

Контр. параметры

Код средств ТО

Наименование средств ТО

Объем и ПК

То/Тв

0 01

1. Установить, закрепить, снять

Т 02

ПР. ДП 7113.1702.003 СК

03

Р 04

2. Контролировать отклонение

ИИГ

Индикатор ГОСТ 18883-73

95%

1.63/0.1

05

торцов Т и Т1 от положения в

06

одной плоскости

07

0 08

3. Переустановить

Т 09

ПР. Приспособление для контроля

10

11

4. Контролировать шероховатость ИИГ

Индикатор ГОСТ 18883-73

95%

0.298/0.1

12

поверхностей

13

OK

Технический контроль

ДФ\_дільниця.adm

33

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы ADEM.

