

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

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

Віктор АНТОНЮК

«02» червня 2021 р.

Дипломний проект  
на здобуття ступеня бакалавра  
за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерно-інтегровані  
технології виробництва приладів»  
спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»  
на тему: «Автоматизована дільниця виготовлення корпусу механізму  
керування»

Виконав:

студент IV курсу, групи ПБ-71

Сірош Владислав Олександрович

Керівник:

доцент, кандидат технічних наук

Стельмах Наталія

Рецензент:

Багатурова Г.В.

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

Студент

Київ – 2021 р.

## ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проєкт	2	
2	A4	ДП.ПБ7110.1702.000 ПЗ	Пояснювальна записка	58	
3	A2	ДП.ПБ7110.1702.001	Заготівка деталі корпус	1	
4	A2	ДП.ПБ7110.1702.002	Корпус	1	
5	A2	ДП.ПБ7110.1702.003 СХ	Схема технологічного процесу	1	
6	A1	ДП.ПБ7110.1702.004 СК	Автоматизований завантажувач	1	
7	A4	ДП.ПБ7110.1702.004 СП	Специфікація автоматизованого завантажувача	1	
8	A2	ДП.ПБ7110.1702.005 СК	Автоматизований завантажувач. Рухомий блок	1	
9	A4	ДП.ПБ7110.1702.005 СП	Специфікація автоматичного завантажувача. Рухомий блок	2	
10	A2	ДП.ПБ7110.1702.006 СК	Автоматизований завантажувач. Стіл	1	
11	A4	ДП.ПБ7110.1702.006 СП	Специфікація автоматичного завантажувача. Стіл	2	
12	A1	ДП.ПБ7110.1702.007 СК	Пневматичні лещата	1	
13	A4	ДП.ПБ7110.1702.007 СП	Специфікація пневматичні лещата	1	
14	A1	ДП.ПБ7110.1702.008 СК	Контрольне пристосування	1	
15	A4	ДП.ПБ7110.1702.008 СП	Специфікація Контрольне пристосування	1	
16	A1	ДП.ПБ7110.1702.009	Дільниця цеху	1	
17	A1	ДП.ПБ7110.1702.010	Деталювання	1	
			ДП.ПБ7110.1702.00		

**Пояснювальна записка  
до дипломного проекту  
на тему: «Автоматизована дільниця виготовлення  
корпусу механізму керування»**

Київ – 2021 р.

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

Віктор АНТОНЮК

*Віктор Антонюк*  
«02» червня 2021 р.

### ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Сірошу Владиславу Олександровичу

1. Тема проєкту «Автоматизована дільниця виготовлення корпусу механізму керування», керівник проєкту Стельмах Наталія Володимирівна, доцент, кандидат технічних наук, затверджені наказом по університету від від «26» травня 2021р. №1347-с
2. Термін подання студентом проєкту 02 червня 2021р.
3. Вихідні дані до проєкту: Конструкторська документація на деталь «Корпус» та програма її випуску – 10000 деталей за рік.
4. Зміст пояснювальної записки:
  1. Анотація. Вступ. 1. Технологічний розділ. 1.1. Опис конструкції деталі. 1.2. Розрахунок технологічності конструкції деталі. 1.3. Вибір методу отримання заготовки. 1.4. Визначення типу виробництва. 1.5. Розробка технологічного процесу виготовлення деталі. 1.6. Розробка операційної технології. 1.7. Розробка технологічної документації. 1.8. Вибір устаткування й оснастки для технологічного процесу обробки. Висновки до технологічного розділу.
  2. Конструкторський розділ. 2.1. Проектування автоматизованого завантажувача. 2.2. Проектування спеціальних пристосувань. 2.3 Проектування дільниці цеху. Висновки до конструкторського розділу. Загальні висновки. Література.
5. Перелік графічного матеріалу: (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): 1. Креслення деталі. 2. Креслення заготовки 3. Схема технологічного процесу. 4. Пристосування для фрезерної обробки деталі. 5. Пристосування для контролю деталі. 6. Планування дільниці цеху. 7. Деталювання розроблених пристосувань.
6. Консультанти розділів проєкту\*

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

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

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Опис конструкції деталі, її призначення та області використання. Розрахунок технологічності конструкції деталі.	12.04.2021	<i>С.Ш.</i>
2	Вибір методу отримання заготовки. Визначення типу виробництва.	16.04.2021	<i>С.Ш.</i>
3	Розробка технологічного процесу виготовлення деталі. Розробка операційної технології. Вибір обладнання та інструмента	21.04.2021	<i>С.Ш.</i>
4	Розрахунок припусків, режимів різання та технічне нормування. Розробка технологічної документації	24.04.2021	<i>С.Ш.</i>
5	Вибір устаткування й оснастки для технологічного процесу обробки	28.04.2021	<i>С.Ш.</i>
6	Проектування автоматизованого завантажувача.	03.05.2021	<i>С.Ш.</i>
7	Проектування фрезерного пристосування.	06.05.2021	<i>С.Ш.</i>
8	Проектування контрольного пристосування.	10.05.2021	<i>С.Ш.</i>
9	Проектування плану ділянки цеху механічного оброблення деталі.	14.05.2021	<i>С.Ш.</i>
10	Оформлення графічної частини дипломного проєкту.	17.05.2021	<i>С.Ш.</i>
11	Оформлення пояснювальної записки дипломного проєкту	24.05.2021	<i>С.Ш.</i>
12	Подача дп до передзахисту	03.06.2021	

Студент  
Керівник

*В.С.*  
*С.Ш.*

Владислав Сірош  
Наталія СТЕЛЬМАХ

## Анотація

Головною метою дипломного бакалаврського проєкту є розробка технологічного процесу виготовлення деталі типу корпус та проектування автоматизованого завантажувача для фрезерної обробки.

Дипломний проєкт бакалавра загальною кількістю сторінок 58 складається з 2 розділів, 6 рисунків, 12 таблиць, 4 додатків та списку літературі із 27 джерелами.

В проєкті виконано опис конструкції типу корпус та проведено аналіз її технологічності. Згідно з програмою випуску продукції визначено тип виробництва та розмір партії виготовлення. Виконано технологічне та економічне обґрунтування вибору заготівки. Розроблено комплект технологічної документації для виготовлення деталі, що включає маршрутні, операційні карти виконано вибір обладнання, інструментів та пристосувань. Виконано розрахунок припусків та міжопераційних розмірів, режимів різання та технічне нормування операцій механічної обробки. Спроектовано автоматизований завантажувач та спеціальні пристосування для операцій технологічного маршруту виготовлення деталі, виконано необхідні розрахунки. Визначено кількість необхідного обладнання та його розміщення.

Для даної деталі, виходячи з кількості та типу верстатів, спроектовано дільницю механічної обробки з урахуванням безпеки праці, екологічної та аварійної безпеки виробництва.

## Annotation

The main purpose of the bachelor's thesis project is to develop the technological process of manufacturing detail such as the body and the design of an automated loader for milling.

The bachelor's thesis project with a total of 58 pages consists of 2 sections, 6 figures, 12 tables, 4 appendices and a list of references with 27 sources.

The project describes the structure of the building type and analyzes its manufacturability. According to the production program, the type of production and the size of the production batch are determined. The technological and economic substantiation of the choice of the workpiece is performed. A set of technological documentation for the manufacture of parts, including route, operational maps, the choice of equipment, tools and devices. The calculation of allowances and interoperative sizes, cutting modes and technical rationing of machining operations is performed. The automated loader and special devices for operations of a technological route of manufacturing of a detail are designed, necessary calculations are executed. The number of required equipment and its location have been determined.

For this part, based on the number and type of machines, a machining section is designed taking into account occupational safety, environmental and emergency production safety.

<b>Зміст</b>	<b>Арк.</b>
1. Технологічний розділ.....	10
1.1 Опис конструкції деталі.....	11
1.2 Аналіз технологічності деталі .....	13
1.3 Вибір методу отримання заготовки.....	16
1.4 Визначення типу виробництва .....	17
1.5 Розробка технологічного процесу виготовлення деталі .....	19
1.5.1 Вибір технологічних баз .....	19
1.5.2 Розробка маршрутного технологічного процесу.....	20
1.6 Розробка операційної технології .....	21
1.6.1 Вибір обладнання та інструмента.....	21
1.6.2 Розрахунок припусків .....	25
1.6.3 Розрахунок режимів різання та технічне нормування .....	31
1.7 Розробка технологічної документації .....	38
1.8 Вибір обладнання для технологічного процесу обробки.....	39
1.8.1 Верстат ЧПК.....	39
1.8.2 Фрезерний верстат .....	40
Висновки до технологічного розділу .....	41
2. Конструкторський розділ.....	42
2.1 Проектування спеціальних пристосувань.....	43
2.1.1 Автоматизований завантажувач.....	43
2.1.2 Фрезерне пристосування.....	44
2.1.3 Контрольне пристосування.....	46
2.2 Проектування ділянки цеху механічної обробки деталі типу корпус.....	48
2.2.1 Визначення кількості потрібного обладнання.....	48
Далі знайдемо кількість працівників на виробництва за формулою: .....	49
2.2.2 Норми та правила розташування обладнання.....	49
2.2.3 Визначення площі механічного цеху .....	50
Висновки до конструкторського розділу .....	52

Загальні висновки.....	53
Література.....	54
Додатки.....	58

Додаток А. Графічна частина проекту

Додаток Б. Специфікації до креслень графічної частини проекту

Додаток В. Карти технологічного процесу

Додаток Г. Програмний код

# **1. Технологічний розділ**

## 1.1 Опис конструкції деталі

Деталь типу «Корпус» призначена для установки та закріплення інших елементів приладу. Найчастіше корпусні деталі виготовляються з різних марок сталей. Корпуси пристроїв які працюють в більш агресивних середовищах(прилади ракет, літаків) виготовляють з різноманітних сплавів в залежності від функціонального призначення деталі.

Даний корпус має невеликі розміри та виготовлений з легкого алюмінієвого литтєвого сплаву АК12 ДСТУ 2839-94, що містить алюміній - кремній - магній (силумін). Зі сплаву отримують щільні герметичні виливки складної форми, які не зазнають в процесі експлуатації значних навантажень, сплав відрізняється високою герметичністю.

Такий значний відсоток кремнію 10-13%, що міститься в сплаві АК12, забезпечує його відмінну текучість і ливарні якості, дозволяючи знижувати температуру лиття і продовжувати термін служби виливки. Невеликі добавки різних металів, що додаються до складу сплаву АК12, значно підвищують його експлуатаційні характеристики.

Зокрема, марганець не тільки збільшує термічну міцність, але і перешкоджає прилипанню деталей, що виливаються до стінок форм, а також пов'язує домішки заліза і зменшує його шкідливий вплив на якість матеріалу. Домішки титану, призводять до подрібнення зерна, також позитивно впливають на ливарну і механічну оброблюваність сплаву [1].

Хімічний склад та основні фізико-механічні властивості приведені в табл.1.1-1.3.

Таблиця 1.1 Хімічні склад сплаву АК12

Fe, %	Si, %	Mn, %	Zr, %	Ti, %	Al, %	Cu, %	Mg, %	Zn, %	Домішки, %
до 1.5	10- 13	до 0,5	до 0.1	до 0.1	84,3 - 90	до 0,6	до 0,1	до 0.3	до 2.7

Таблиця 1.2. Основні механічні властивості сплаву АК12

Модуль пружності першого роду, $E \cdot 10^{-5}$	0.7, МПа
Межа короточасної міцності, $\sigma_B$	190, МПа
Часовий опір розриву, $\sigma_v$	157, МПа
Межа пропорційності (межа текучості для залишкової деформації), $\sigma_T$	120, МПа
Відносне подовження при розриві, $\delta_5$ %	1,8, МПа
Коефіцієнт температурного розширення	$21.1 \cdot 10^{-6}$ , 1/град
Густина	2650, кг/м <sup>3</sup>
Твердість, НВ $10^{-1}$	50, МПа

Таблиця 1.3 Фізичні властивості сплаву АК12

T	l	r	C	R $10^9$
Град	Вт/(м·град)	кг/м <sup>3</sup>	Дж/(кг·град)	Ом·м
20		2650		54.8
100	168		838	

Де T – Температура, при які отримані дані властивості, [Град]

l – Коефіцієнт теплопровідності, [Вт/(м·град)]

r – Густина матеріал, [кг/м<sup>3</sup>]

C – Питома теплоємність матеріалу, [Дж/(кг·град)]

R – Питомий електроопір, [Ом·м]

## 1.2 Аналіз технологічності деталі

**Технологічність** — це відповідність продукції вимогам економічної технології її використання, що забезпечується при розробці конструкції виробу. Конструкція виробу або його складових елементів (деталей, вузлів, механізмів) вважається технологічною якщо забезпечує задані експлуатаційні якості і дозволяє при заданій партії виготовляти її з найменшими затратами матеріалів та праці [2]. Основними показниками технологічності при виготовленні деталей є: коефіцієнт використання матеріалу, коефіцієнт точності та коефіцієнт шорсткості.

Нижче наведено їх розрахунок.

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_M = \frac{M_D}{M_3} \quad (1.1)$$

де  $M_D$  – маса деталі;  $M_3$  – маса заготовки.

Для автоматизованого визначення об'єму та маси деталі і заготовки розроблено їх 3D моделі в CAD системі «SolidWorks» (рис.1.1, 1.2) .

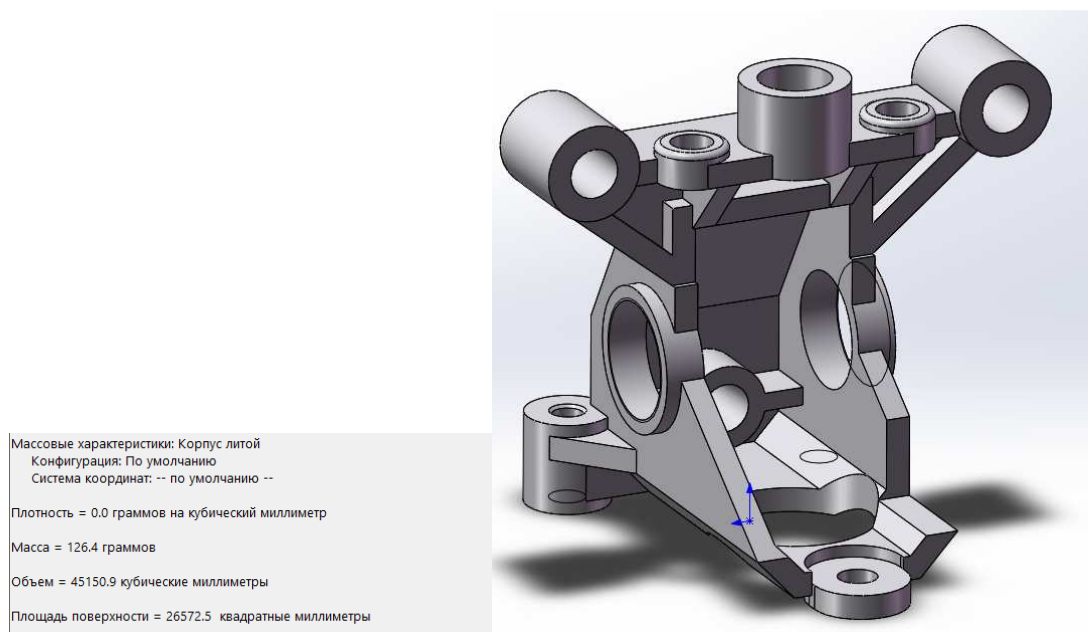


Рис. 1.1 Загальний вигляд 3D-моделі деталі

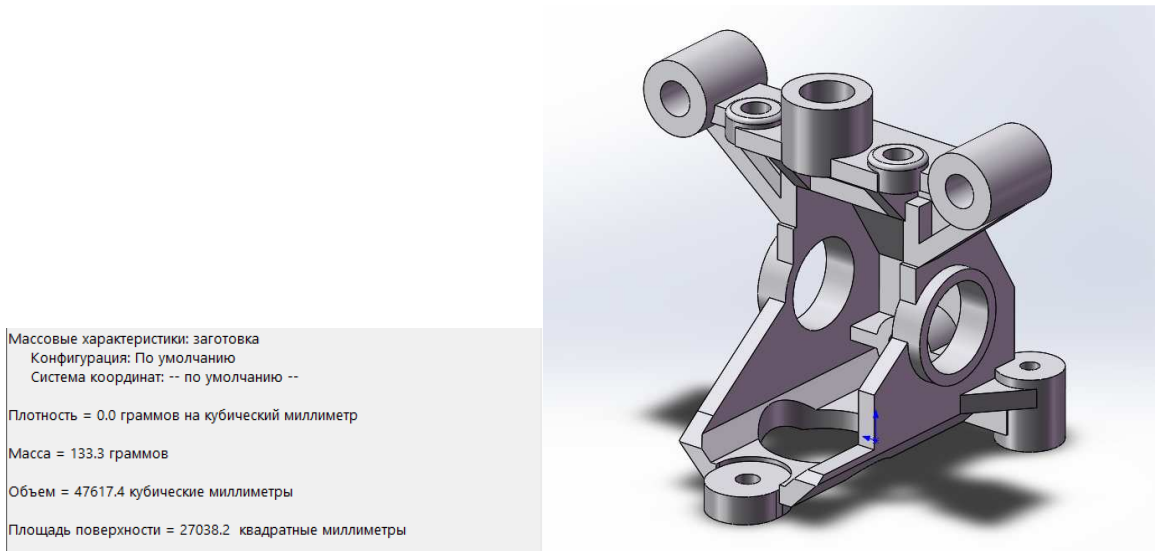


Рис. 1.2 Загальний вигляд 3D-моделі заготовки

Таким чином,  $M_D = 0,1264\text{кг}$ ;  $M_3 = 0,1333\text{кг}$ .

$$K_M = \frac{0,1264}{0,1333} = 0,948.$$

Деталь технологічна за використанням матеріалу, оскільки  $K_T \geq 0,5$ .

Коефіцієнт точності обробки

$$K_T = 1 - \frac{1}{A_T} \quad (1.2)$$

де

$$A_T = \frac{\sum A_i \cdot n_i}{\sum n_i} \quad (1.3)$$

$n_i$  – кількість розмірів, що відповідають якості  $A_i$ .

З робочого креслення деталі складаємо таблицю розмірів табл. 1.4.

Таблиця 1.4. Кількість розмірів за якостями

$A_i$	9	12	8	11
$n_i$	3	34	2	1

$$A_{cp} = \frac{9 \cdot 3 + 12 \cdot 34 + 8 \cdot 2 + 11 \cdot 1}{10} = 11,68,$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{11,68} = 0.914.$$

Деталь технологічна за точністю, оскільки  $K_T \geq 0,88$ .

Коефіцієнт шорсткості поверхонь

$$K_w = \frac{1}{B_{cp}} \quad (1.4)$$

де  $B_{cp} = \frac{\sum B_i \cdot n_i}{\sum n_i}; \quad (1.5)$

$n_i$  – число поверхонь з шорсткістю  $B_i$ .

З робочого креслення деталі складаємо таблицю поверхонь табл.1.5.

Таблиця 1.5 Кількість поверхонь за шорсткістю

$B_i$	3.2	1.6
$n_i$	38	2

$$B_{cp} = \frac{3.2 \times 38 + 1.6 \times 2}{40} = 4.87$$

$$K_w = 1 - \frac{1}{4.87} = 0.805$$

Деталь технологічна за шорсткістю, оскільки  $K_T \geq 0,8$ .

Комплексний коефіцієнт:

$$K_{компл.} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i \cdot K_{i.e.}}{\sum_{i=1}^n K_{i.e.}} \quad (1.6)$$

де  $K_i$  – поточний показник технологічності (коефіцієнт використання матеріалу, коефіцієнт точності поверхонь, коефіцієнт шорсткості поверхонь);

$K_{ic}$  – вага кожного показника технологічності в загальному значенні.

$K_{i.e.}$  – визначаємо шляхом аналізу.

$K_{i.e.}=0,\dots,1.0$

В результаті аналізу прийнято рівномірний розподіл вагових коефіцієнтів:

$$K_{i.e.} = \frac{1}{3} = 0,33$$

Отже, комплексний показник технологічності:

$$K = \frac{0.948 \times 0.33 + 0.914 \times 0.33 + 0.805 \times 0.33}{1} = 0.878.$$

Висновок: дана конструкція деталі технологічна для середньосерійного виробництва і не потребує додаткового опрацювання на технологічність.

### 1.3 Вибір методу отримання заготовки

Заготовкою – це продукт виробництва, який виготовлено в незакінченому стані та який підлягає подальшій механічній обробці. Вибір заготовки залежить від геометричних параметрів деталі, її розмірів, матеріалу, типу виробництва, обладнання, вимог до якості виробу та економічних міркувань [26].

Зазвичай обирають заготовку такої конструктивної форми, що максимально наближена до форми готової деталі, з урахуванням типу виробництва.

Вибір способу отримання заготовки для деталі залежить від об'єму і серійності випуску, її призначення, конструкції деталі, матеріалу, технічних вимог на її виготовлення. Правильний вибір виду заготовки багато в чому визначає ефективність процесу механічної обробки, якість деталі та її собівартість.

Сплав АК12 виготовляється у вигляді литих брикетів різних розмірів і маси.

Після аналізу креслення до дипломного проекту, а саме конструкції деталі корпус та технічних вимог до неї визначено, що для заданої деталі найбільш оптимальним є метод отримання заготовки – лиття під тиском. [27]

На рис.1.3 наведено ескіз заготовки деталі Корпус.

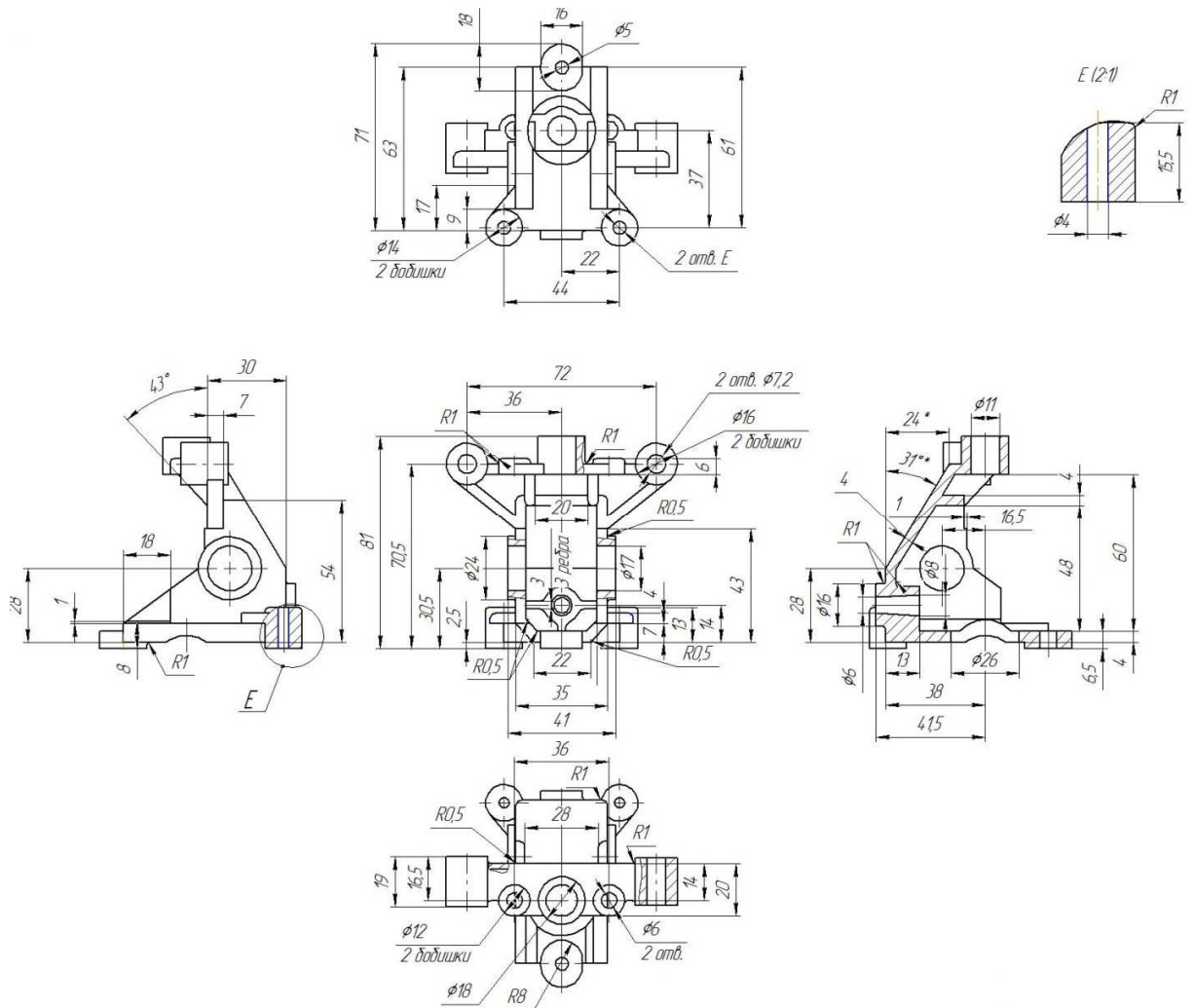


Рис.1.3 Ескіз заготовки деталі «Корпус»

#### 1.4 Визначення типу виробництва

Під типом виробництва розуміють низку ознак, що визначають організаційно-технічну характеристику процесу виробництва, що виконується на одному або багатьох робочих місцях, в межах ділянки, цеху, підприємства. Тип виробництва визначає форми спеціалізації і методи організації виробничих процесів [3].

Тип виробництва і відповідні йому форми організації визначають з характеристик технологічного процесу його будови; основною характеристикою

типу виробництва є коефіцієнт закріплення операцій, який показує відношення кількості усіх різних технологічних операцій до кількості робочих місць.

Серійне виробництво визначається виготовленням виробів партіями або серіями. Партія деталей – це визначена кількість деталей, що виготовляється на конкретному робочому місці без передачі на наступне до повного завершення роботи. Відповідно до розміру партії розрізняють дрібно-, середньо- та великосерійне виробництво.

Цехова програма випуску деталей «корпус» розраховується за формулою:

$$N_{\text{ц}} = N \cdot k \cdot \left(1 + \frac{\beta_1}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{\beta_2}{100}\right) \quad (1.7)$$

де,  $N = 10000$  – заводська програма випуску виробів в рік;  $k=1$  – кількість однотипних деталей «корпус» в даному виробі;  $\beta_1=10\%$  – процент запасних частин;  $\beta_2=1\%$  – процент можливо неврахованого технологічного браку.

Отже,

$$N_{\text{ц}} = 10000 \times 1 \times \left(1 + \frac{10}{100}\right) \times \left(1 + \frac{1}{100}\right) = 11\,110 \text{ деталей за рік.}$$

Розрахункова кількість деталей в партії визначається за формулою:

$$n = \frac{N_{\text{ц}} \cdot t}{F} \quad (1.8)$$

де  $N_{\text{ц}} = 11\,110$  деталей – річна програма випуску деталей;

$t = 5$  днів – запас деталей на складах;

$F = 250$  днів – кількість робочих днів на рік.

$$n_p = \frac{11\,110 \times 5}{250} = 222,2 \text{ деталі.}$$

У нашому випадку партія має 223 деталі.

Висновок: Оскільки вихідними даними є програма випуску 10000 дет/рік, то дане виробництво є середньосерійним. Кількість деталей в партії становить 223 штуки.

## 1.5 Розробка технологічного процесу виготовлення деталі

### 1.5.1 Вибір технологічних баз

Виріб та обґрунтування технологічних баз у значній мірі пов'язані з підвищенням точності обробки й поліпшення якості продукції, що випускається [4].

Оптимальне рішення вибору технологічних баз впливає на: фактичну точність виконання розмірів, заданих кресленням, правильність взаємного розташування оброблюваних поверхонь, точність обробки. При виборі технологічних баз зазвичай керуються наступними правилами:

1) При використанні на всіх операціях механічної обробки тих самих базових поверхонь досягається найбільша точність обробки;

2) Задля зменшення похибки базування варто виходити із принципу сполучення конструкторських, вимірювальних і технологічних баз;

3) Технологічні бази мають мати найбільшу точність розмірів, положення та форми, мінімальну шорсткість та достатню площу. Вони не повинні деформуватися під дією сили різання, затискача й власної маси;

4) Вибрані технологічні бази разом із затискними пристроями повинні забезпечувати надійне кріплення заготовки й незмінність її положення під час обробки;

5) прийняті бази повинні гарантувати автоматичне одержання всіх розмірів, що витримують на даній операції, при найбільш простій та зручній конструкції пристосування.

Бази, що використовуються при початковій установці заготовки, називаються чорновими технологічними. При їх виборі необхідно враховувати наступні особливості:

1) чорнова база повинна використатися при обробці заготовок тільки один раз при виконанні першої операції;

2) у деталей, що не піддаються повній обробці, за технологічні бази для першої операції рекомендується приймати поверхні, які взагалі не обробляються. Це забезпечить найменший зсув оброблених поверхонь щодо необроблюваних;

3) якщо в заготівці обробляються всі поверхні, то за чорнову базу, доцільно приймати поверхні з найменшими припусками;

4) база для першої операції повинна вибиратися з урахуванням забезпечення кращих умов обробки поверхонь, застосовуваних надалі як технологічні бази.

Всі зазначені положення дотримувалися при дипломному проектуванні.

### **1.5.2 Розробка маршрутного технологічного процесу**

При розробці маршрутної технології зазвичай керуються наступними принципами:

1) у першу чергу виконується обробка поверхонь, які в подальшому є базовими;

2) наступними обробляються поверхні, з найбільшим припуском при обробці;

3) далі виконують обробку поверхонь, при знятті матеріалу з яких найменшою мірою знижується шорсткість деталі;

4) першочергово в технологічному процесі необхідно виконувати ті операції, де велика ймовірність появи браку через дефекти матеріалу;

5) поверхні, пов'язані точністю відносного положення, обробляють при одній установці;

6) Небажане сполучення чорнової й чистової обробок в одній операції й на одному устаткуванні.

Висновок: Технологічний маршрут обробки деталі заданої дипломним проектом спроектовано з врахуванням вище зазначених положень та норм при

проектуванні технологічних процесів, створення технічної документації, а також вибору технологічних баз та порядку обробки окремих поверхонь.

### **1.6 Розробка операційної технології**

Зміст кожної операції розробляється на базі маршрутного ТП. При цьому уточнюється зміст кожної операції, конкретизується послідовність виконання окремих переходів, розглядаються можливості паралельної обробки окремих поверхонь.

Завдання проектувальника зводиться до детальної розробки кожної технологічної операції з врахуванням установів, переходів, проходів й інших елементів ТП.

Кожна операція включає допоміжні та основні переходи. До допоміжних відносяться установочні переходи, для яких визначається використовуване пристосування. Для основних переходів призначаються різальний і вимірювальний інструменти.

Висновок: З урахуванням вище зазначених положень розроблено операційну технологію виготовлення деталі корпус та оформлена відповідна технологічна документація: карти ескізів та операційні карти.

#### **1.6.1 Вибір обладнання та інструмента**

Головним критерієм при виборі обладнання є його функціональне призначення і технологічні можливості. Тобто це вид обробки, на який розрахований верстат, відповідно до його службового призначення. Наступним критерієм є габаритні розміри робочої зони верстата, які повинні відповідати габаритним розмірам заготовки із врахуванням розмірів пристрою. Третім критерієм є відповідність верстата необхідній точності обробки. Ще одним критерієм є потужність головного приводу та його відповідність розрахованій потужності різання [24].

При виборі різального інструменту необхідно використовувати стандарти на інструмент галузеві та відомчі стандарти підприємства.

Обране технологічне обладнання, пристосування та інструмент для виготовлення деталі «Корпус» наведено в табл. 1.6:

Таблиця 1.6 Технологічне обладнання, пристосування, інструмент.

Номер операції, назва, технологічне обладнання	Номер переходу	Назва переходу	Пристосування, оброблюваний і контрольний інструмент
1	2	3	4
<b>005</b> <b>Лиття під тиском</b>	1	Виконати лиття	
<b>010</b> <b>Фрезерна 6P12</b>	1	Встановити, закріпити, зняти	Лещата 7827-0295
	2	Фрезерувати литники	Фреза 2223-0092 ВК8
<b>015</b> <b>Слюсарна Верстак слюсарний</b>	1	Встановити, закріпити, зняти	Лещата 7827-0295
	2	Зачистити облой по контуру заготовки	Напилек 2820-0022, Надфіль 2827-0067
<b>020</b> <b>Слюсарна Верстак слюсарний</b>	1	Встановити, закріпити, зняти.	Лещата 7827-0295
	2	Притерти площину	Плита 2-1-250*250, Шкурка 2с 250*250 П2 63СМ40 МА, Лінійка ЛД-1-200

<b>025</b> <b>Фрезерування</b> <b>Фрезерний</b> <b>верстат УМС-</b> <b>500</b>	1	Встановити, закріпити, зняти.	Пневматичні лещата
	2	Свердлити отвір	Свердло діаметр 6.3
	3	Фрезерувати отв. 1 начисто	Фреза діаметр 6,5
	4	Фрезерування отвори 2	Фреза діаметр 3
<b>030</b> <b>Фрезерування</b> <b>Фрезерний</b> <b>верстат УМС-</b> <b>500</b>	1	Фрезерувати отвір 1	Фреза діаметр 4
	2	Підрізати торець 2	Фреза Зенкер діаметр 4
<b>035</b> <b>Фрезерування</b> <b>Фрезерний</b> <b>верстат УМС-</b> <b>500</b>	1	Фрезерувати отвір 1	Фреза діаметр 5
	2	Підрізати торець	Фреза діаметр 5
<b>040</b> <b>Фрезерування</b> <b>Фрезерний</b> <b>верстат УМС-</b> <b>500</b>	1	Підрізати торець 1	Фреза діаметр 10
<b>045</b> <b>Фрезерування</b> <b>Фрезерний</b> <b>верстат УМС-</b> <b>500</b>	1	Фрезерувати бабишку 1	Фреза діаметр 10
	2	Фрезерувати поверхні 2 і 3	Фреза діаметр 10

<b>050</b> <b>Фрезерування</b> <b>Фрезерний</b> <b>верстат УМС-</b> <b>500</b>	1	Фрезерувати поверхні 1 і 2	Фреза діаметр 10
<b>055</b> <b>Фрезерування</b> <b>Фрезерний</b> <b>верстат УМС-</b> <b>500</b>	1	Фрезерувати поверхню 1	Фреза діаметр 10
<b>060</b> <b>Фрезерування</b> <b>Фрезерний</b> <b>верстат УМС-</b> <b>500</b>	1	Фрезерувати поверхню 1	Фреза діаметр 10
<b>065</b> <b>Фрезерування</b> <b>Фрезерний</b> <b>верстат УМС-</b> <b>500</b>	1	Фрезерувати отвори 1	Фреза діаметр 5
<b>070</b> <b>Фрезерування</b> <b>Фрезерний</b> <b>верстат УМС-</b> <b>500</b>	1	Фрезерувати отвір 2	фреза діаметр 5
	2	Фрезерувати отвір 2 начисто	фреза діаметр 5
<b>075</b> <b>Фрезерування</b> <b>Фрезерний</b> <b>верстат УМС-</b> <b>500</b>	1	Нарізати різьбу витримуючи розмір 3	Різьбова фреза діаметр 10
	2	Нарізати різьбу витримуючи розмір 4	Різьбова фреза діаметр 3
<b>080</b> <b>Фрезерування</b> <b>Фрезерний</b> <b>верстат УМС-</b> <b>500</b>	1	Притупити гострі кромки(зенкування фасок)	Фреза діаметр 4

<b>085</b> <b>Контроль</b> <b>Стіл контролю</b>	1	Контролювати співвісність, перпендикулярність	Пристосування контрольне

Висновок: За допомогою обраного обладнання та інструменту виготовлення даної деталі буде найбільш доцільним з технологічної точки зору та економічно найефективнішим.

### 1.6.2 Розрахунок припусків

З метою досягнення заданих властивостей оброблюваної поверхні деталі знімають шар матеріалу з заготовки, який називається припуском [5].

Припуск на обробку поверхонь деталі може призначатися за даними довідкових таблиць, ГОСТів або на основі розрахунково-аналітичного методу визначення припусків.

#### Розрахунок припуску на обробку отвору

##### Ø12H8 мм:

Відповідно до розробленого технологічного маршруту обробки деталі Корпус розраховано необхідні припуски [6, 7, 8].

Визначимо припуски та проміжні розміри при обробці отвору Ø12 мм.

Порядок обробки зовнішньої поверхні наступний:

- 1) заготівельна (лиття);
- 2) фрезерування;
- 3) фрезерування чистове.

Розрахунок мінімального симетричного припуску:

$$2 * Z_{\min} = 2 \left( R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right); \quad (1.9)$$

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

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

$\rho_{i-1}$  – сумарне значення просторових відхилень на попередньому переході, мкм;

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

$\Delta_k = 1.7$  – відхилення від паралельності площин, мкм на 1 мм;

Загальне відхилення:

$$\sigma = \sigma_k, \text{ мкм};$$

$$\partial_k = \sqrt{(\Delta_k \times L)^2 + (\Delta_k \times D)^2}, \text{ мкм}; \quad (1.10)$$

де  $L$  – довжина обробки;

$D$  – діаметр обробки;

$\Delta_k$  – відхилення від паралельності площин, мкм на 1 мм.

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \text{ мкм}; \quad (1.11)$$

$$\partial_k = \sqrt{(1.7 \times 14)^2 + (1.7 \times 12)^2} = 24 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_6 = 134, \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_3 = 110, \text{ мкм};$$

$$\varepsilon = \sqrt{110^2 + 134^2} = 173 \text{ мкм}.$$

Розрахунок максимального припуску:

$$\text{Розрах. розмір} = Z_{\min_{i-1}} + \delta_{i-1}, \text{ мм}; \quad (1.12)$$

де  $\delta_{i-1}$  – допуск на попередньому переході, мкм;

Допуск беремо з креслення і з таблиці допусків, відповідно класу точності.

Розмір<sub>min</sub> буде дорівнювати розрахованому розміру, тому переписуємо цей рядок таким самим.

Розмір<sub>max</sub> розраховуємо так:

$$\text{Розмір}_{max} = \delta_i + \text{розмір}_{min}, \text{ мм}; \quad (1.13)$$

$$\text{Припуск}_{max} = \text{розмір}_{max_{i-1}} - \text{розмір}_{max_i}, \text{ мм}; \quad (1.14)$$

$$\text{Припуск}_{min} = \text{розмір}_{min_{i-1}} - \text{розмір}_{min_i}, \text{ мм}. \quad (1.15)$$

Результати розрахунку наведено в табл. 1.7

Таблиця 1.7 Таблиця розрахунку припусків

Операції і переходи	Елементи припуску, мкм				Розрах. припуск Z <sub>MIN</sub> , мкм	Розрах. Розмір, мм	Допуск, мкм	Розмір, мм		Припуск, мкм	
	R <sub>Zi-1</sub>	T <sub>i-1</sub>	ρ <sub>i-1</sub>	ε <sub>i</sub>				max	min	max	min
<i>Отв. Ø 12H8.</i>	5	10	24	-	-	11.511	27	11.484	11.511		
<i>Фрезерування:</i>											
<i>Чистове</i>	20	25	0.96	173	2×212	11.935	70	11.865	11.935	381	424
<i>Фрезерування:</i>											
<i>однократне</i>	10	15	0.48		2×45.96	12,027	27	12	12,027	135	92
							Σ			561	516

### Розрахунок припусків на обробку отвору

#### Ø8,2H9 мм:

Відповідно до розробленого технологічного маршруту обробки деталі Корпус розраховано необхідні припуски [6, 7, 8].

Визначимо припуски та проміжні розміри при обробці отвору Ø8,2 мм.

Порядок обробки зовнішньої поверхні наступний:

- 1) заготівельна (лиття);
- 2) фрезерування чорнове;
- 3) фрезерування чистове.

Розрахунок мінімального симетричного припуску:

$$2 * Z_{min} = 2 \left( R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \epsilon_i^2} \right),$$

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

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

$\rho_{i-1}$  – сумарне значення просторових відхилень на попередньому переході, мкм;

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

Загальне відхилення:

$$\sigma_K = \sqrt{(\Delta_K \times L)^2 + (\Delta_K \times D)^2}, \text{ мкм};$$

$$\Delta_K = 1.7 \text{ мкм};$$

$$\sigma_{\text{зм.}} = \sqrt{\left(\frac{TB_{\text{заг}}}{2}\right)^2 + \left(\frac{TA_{\text{заг}}}{2} + \frac{\varepsilon_6}{2}\right)^2}, \text{ мкм}; \quad (1.16)$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma_K^2 + \sigma_{\text{зм.}}^2}, \text{ мкм}; \quad (1.17)$$

$$\varepsilon_6 = L \times \frac{\delta_A + \delta_B + S_{\text{min}}}{\sqrt{A^2 + B^2}}, \text{ мкм}; \quad (1.18)$$

$$\varepsilon_3 = 0.110, \text{ мм};$$

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \text{ мкм};$$

де  $TB_{\text{заг}}$  і  $TA_{\text{заг}}$  – допуски на положення осі отвору заготовки в вертикальному і горизонтальному положеннях;

$S_{\text{min}}$  – мінімальний гарантований зазор;

$A, B$  – положення осі отвору пристосування в вертикальному і горизонтальному положеннях;

$L$  – довжина обробки;

$D$  – діаметр обробки;

$\Delta_K$  – відхилення від паралельності площин, мкм на 1 мм.

$$\sigma_K = \sqrt{(1.7 \times 18)^2 + (1.7 \times 8.2)^2} = 33.62 \text{ мкм};$$

$$\sigma_{зм.} = \sqrt{\left(\frac{250}{2}\right)^2 + \left(\frac{300}{2} + \frac{56}{2}\right)^2} = 217 \text{ мкм};$$

$$\sigma = \sqrt{33.62^2 + 217^2} = 219.5 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_6 = 18 \times \frac{0.052 + 0.062 + 0.02}{\sqrt{22^2 + 37^2}} = 0.056 \text{ мм} = 56 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon = \sqrt{110^2 + 56^2} = 123 \text{ мкм}.$$

Розрахунок максимального припуску:

$$\text{Розрах. розмір} = Z_{\min_{i-1}} + \delta_{i-1}, \text{ мм};$$

де  $\delta_{i-1}$  - допуск на попередньому переході, мкм;

Допуск беремо з креслення і з таблиці допусків, відповідно класу точності.

Розмір<sub>min</sub> буде дорівнювати розрахованому розміру, тому переписуємо цей рядок таким самим.

Розмір<sub>max</sub> розраховуємо так:

$$\text{Розмір}_{\max} = \delta_i + \text{розмір}_{\min}, \text{ мм};$$

$$\text{Припуск}_{\max} = \text{розмір}_{\max_{i-1}} - \text{розмір}_{\max_i}, \text{ мкм};$$

$$\text{Припуск}_{\min} = \text{розмір}_{\min_{i-1}} - \text{розмір}_{\min_i}, \text{ мкм}.$$

Результати розрахунку наведено в табл. 1.8.

Таблиця 1.8 Таблиця розрахунку припусків

Операції переходи	i	Елементи припуску, мкм				Розрах. припуск Z <sub>MIN</sub> , мкм	Розрах. Розмір, мм	Допуск, мкм	Розмір, мм		Припуск, мкм	
		R <sub>Zi</sub>	T <sub>i-1</sub>	ρ <sub>i-1</sub>	ε <sub>i</sub>				max	min	max	min
	-1											
Заготів.		30	100	220	-	-	7.229	320	6.909	7.229		
Фрезерування:												
чорнове		15	20	1,1	123	2×473	8.175	150	8.025	8.175	1116	946
Фрезерування:												
попереднє		10	15	0,44		2×26.1	8.227	27	8.2	8.227	175	52
								Σ			1291	998

**Розрахунок припусків на обробку при фрезеруванні торця  
80h11 мм:**

Порядок обробки зовнішньої поверхні наступний:

- 1) заготівельна (лиття);
- 2) чорнове фрезерування.

*Розрахунок мінімального припуску:*

$$Z_{\min} = (R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \overline{\rho_{i-1}} + \overline{\varepsilon_i}); \quad (1.19)$$

де  $R_{Z_{i-1}}$  - висота нерівностей профілю (характеристика шорсткості поверхні), мкм;

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

$\rho_{i-1}$  - сумарне значення просторових відхилень на попередньому переході, мкм;

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

$\Delta_k = 2$  - відхилення від паралельності площин, мкм на 1 мм;

Загальне відхилення:

$$\sigma = \sigma_k \text{ мкм};$$

Короблення виливок 5-го класу точності: 420 мкм.

Похибка установки:

$$\varepsilon_y = 120 \text{ мкм.}$$

Розрахунок максимального симетричного припуску:

$$\text{Розрах. розмір} = 2Z_{\min_{i-1}} + \delta_{i-1}, \text{ мм}; \quad (1.20)$$

де  $\delta_{i-1}$  - допуск на попередньому переході, мкм;

Допуск беремо з креслення і з таблиці допусків, відповідно класу точності.

Розмір<sub>min</sub> буде дорівнювати розрахованому розміру, тому переписуємо цей рядок таким самим.

Розмір<sub>max</sub> розраховуємо так:

$$\text{Розмір}_{max} = \delta_i + \text{розмір}_{min}, \text{ мм};$$

$$\text{Припуск}_{max} = \text{розмір}_{max_{i-1}} - \text{розмір}_{max_i}, \text{ мкм};$$

$$\text{Припуск}_{min} = \text{розмір}_{min_{i-1}} - \text{розмір}_{min_i}, \text{ мкм}.$$

Результати розрахунку наведено в табл. 1.9

Таблиця 1.9 Таблиця розрахунку припусків

Операції переходи	Елементи припуску, мкм				Розрах. припуск $Z_{MIN}$ , мкм	Розрах. Розмір, мм	Допуск, мкм	Розмір, мм		Припуск, мкм	
	$R_{z_{i-1}}$	$T_{i-1}$	$\rho_{i-1}$	$\epsilon_i$				max	min	max	min
Заготів.	30	100	220	-	-	80.28	300	80.58	80.28		
Фрезерування:											
чорнове	20	20	42	120	470	79.81	190	80	79.81	580	470
							$\Sigma$			580	470

### 1.6.3 Розрахунок режимів різання та технічне нормування

Відповідно до розробленого технологічного маршруту обробки деталі Корпус (Додаток А) розраховано необхідні режими різання та норми часу [9, 10, 16].

Складові режиму різання:

$V$  – швидкість різання, м/хв;

$S$  – подача, мм/об;

$t$  – глибина різання, мм.

#### Операція 035

#### Перехід 3. Фрезерування отвір $\varnothing 12H8$ мм.

Фреза діаметр 10

1) Глибину різання:

$$t=1 \text{ мм.}$$

2) Призначаємо подачу:

$$S=0,4 \text{ мм/об.}$$

3) Визначаємо швидкість різання

$$V = \frac{C_v * D_\phi^q}{T^m * t^x * S_z^y * B^u * z^p} * K \quad (1.21)$$

де  $C_v=136$ ;  $q=0.25$ ;  $m=0.1$ ;  $x=0,2$ ;  $y=0,15$ ;  $u=0,1$ ;  $p=0,2$ ;  $T=24$

$K=K_1 * K_2 * K_3=1 * 0,9 * 0,8=0.72$

$$V = \frac{136 * 5^{0,25}}{24^{0,1} * 1^{0,2} * 0,4^{0,15} * 12^{0,1} * 4^{0,2}} * 0,72 = 72,3$$

4) Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 * V_p}{\pi * D}, \text{ об/хв.}; \quad (1.22)$$

$$n_p = \frac{1000 * 72,3}{3,14 * 12} = 1918, \text{ об/хв.}$$

5) Визначення зусилля різання:

$$P_z = \frac{10 * C_p * t^x * S_z^y * B^u * z^p}{d_\phi * n_\phi} * K_{mp} \quad (1.23)$$

де  $C_p=22,6$ ;  $x=0,86$ ;  $y=0,72$ ;  $u=1$ ;  $q=0,86$ ;  $w=0$

$$P_z = \frac{10 * 22,6 * 1^{0,86} * 0,4^{0,76} * 12^1 * 4}{5 * 1918} * 2,75 = 1,5 \text{ Н}$$

б) Визначаємо потужність:

$$N = P_z \frac{\pi * d_\phi * n_\phi}{1000 * 60} = 1,5 * \frac{3,14 * 5 * 1918}{1000 * 60} = 0,7 \text{ кВт}$$

Технічне нормування:

$$T_{\text{шт.к}} = T_o + T_{\text{доп}} + T_{\text{обсл.}} + T_{\text{відп.}} + \frac{T_{\text{п.з.}}}{N}; \quad (1.24)$$

$N$  - кількість деталей в партії.

Для обробки:

$$T_o = \frac{L}{n \times S} \times i; \quad (1.25)$$

$L$  - розрахункова довжина обробки;

$n$  - частота обертів шпинделя;

$S$  - подача;

$i$  - кількість проходів.

$$L = l + l_1 + l_2; \quad (1.26)$$

$l_1 + l_2$  – довжина врізання і перебігу інструменту

$$l_1 + l_2 = 3 \text{ мм}$$

$l$  – довжина оброблюваної поверхні

$$l = 14 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{14+3}{1020 \times 0,7} = 0,024 \text{ хв.}$$

Допоміжний час:

Середній допоміжний час на установку і зняття заготовки – 0,3 хв;

Час на очищення місця установки деталі від стружки - 0,1 хв;

Тоді

$$T_d = 0,3 + 0,1 = 0,4 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування:

$$T_{\text{обсл.}} = 1 \times T_o \text{ хв}; \quad (1.27)$$

$$T_{\text{обсл.}} = 1 \times 0,024 = 0,024 \text{ хв.}$$

Час на відпочинок:

$$T_{\text{відп.}} = 0,05(T_{\text{доп}} + T_o) \text{ хв}; \quad (1.28)$$

$$T_{\text{відп.}} = 0,05(0,4 + 0,024) = 0,022 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час:

З нормативів:  $T_{\text{п.з.}} = 14,2 \text{ хв.}$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шт.к}} = 0,024 + 0,4 + 0,024 + 0,022 + \frac{14,2}{223} = 0,53 \text{ хв.}$$

#### Перехід 4. Фрезерування торця в розмір 80h11.

Фреза діаметр 10

1) Глибину різання:

$$t=0,5 \text{ мм.}$$

2) Призначаємо подачу:

$$S=0,1 \text{ мм/об.}$$

3)

$$V = \frac{C_v * D_\phi^q}{T^m * t^x * S_z^y * B^u * Z^p} * K$$

де  $C_v=245$ ;  $q=0.25$ ;  $m=0.1$ ;  $x=0,2$ ;  $y=0,15$ ;  $u=0,1$ ;  $p=0,2$ ;  $T=30$

$K=K_1 * K_2 * K_3 = 1 * 0,9 * 0,8 = 0.72$

$$V = \frac{274 * 10^{0,25}}{30^{0,1} * 0,5^{0,2} * 0,1^{0,15} * 40^{0,1} * 8^{0,2}} * 0.72 = 188$$

4) Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 * V_p}{\pi * D}, \text{ об/хв.};$$

$$n_p = \frac{1000 * 188}{3,14 * 10} = 5987, \text{ об/хв.}$$

5) Визначення зусилля різання:

$$P_z = \frac{10 * C_p * t^{x_p} * S_z^y * B^u * Z}{d_\phi * n^w} * K_{mp}$$

де  $C_p=300$ ;  $x=0.86$ ;  $y=0.72$ ;  $u=1$ ;  $q=0.86$ ;  $w=0$

$$P_z = \frac{10 * 300 * 0,5^{0,86} * 0,1^{0,76} * 40^1 * 8}{10 * 5987} * 2.75 = 4.2 \text{ Н}$$

6) Визначаємо потужність:

$$N = P_z \frac{\pi * d_\phi * n_\phi}{1000 * 60} = 4.2 * \frac{3.14 * 10 * 5987}{1000 * 60} = 3.1 \text{ кВт}$$

Технічне нормування:

$$T_{\text{шт.к}} = T_o + T_{\text{доп}} + T_{\text{обсл.}} + T_{\text{відп.}} + \frac{T_{\text{п.з.}}}{N};$$

N - кількість деталей в партії.

Для:

$$T_o = \frac{L}{n * S} * i;$$

L - розрахункова довжина обробки;

n - частота обертів шпинделя;

S - подача;

i - кількість проходів.

$$L = l + l_1 + l_2;$$

$l_1 + l_2$  – довжина врізання і перебігу інструменту

$$l_1 + l_2 = 7 \text{ мм}$$

l – довжина оброблюваної поверхні

$$l = 200 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{200 + 7}{5987 * 0,1} = 0,17 \text{ хв.}$$

Допоміжний час:

Середній допоміжний час на установку і зняття заготовки – 0,3 хв;

Час на очищення місця установки деталі від стружки - 0,1 хв;

Тоді

$$T_d = 0,3 + 0,1 = 0,4 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування:

$$T_{\text{обсл.}} = 1 * T_o \text{ хв};$$

$$T_{\text{обсл.}} = 1 * 0,17 = 0,17 \text{ хв.}$$

Час на відпочинок:

$$T_{\text{відп.}} = 0,05(T_{\text{доп}} + T_o) \text{ хв};$$

$$T_{\text{відп.}} = 0,05(0,4 + 0,17) = 0,028 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час:

З нормативів:  $T_{\text{п.з.}} = 14,2$  хв.

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шт.к}} = 0,17 + 0,4 + 0,17 + 0,028 + \frac{14,2}{223} = 0,83 \text{ хв.}$$

### Операція 065

#### Перехід 3. Фрезерувати 2 отвори $\varnothing 8.2$ мм.

Фреза діаметр 5

2) Глибину різання:

$$t=0,25 \text{ мм.}$$

2) Призначаємо подачу:

$$S=0,5 \text{ мм/об.}$$

3)

$$V = \frac{C_v * D_{\phi}^q}{T^m * t^x * S_z^y * B^u * z^p} * K$$

де  $C_v=102$ ;  $q=0.25$ ;  $m=0.3$ ;  $x=0.4$ ;  $y=0.1$ ;  $u=0.1$ ;  $p=0.2$ ;  $T=30$

$K=K_1 * K_2 * K_3 = 1 * 0.9 * 0.8 = 0.72$

$$V = \frac{102 * 5^{0.25}}{30^{0.3} * 0.25^{0.4} * 0.5^{0.1} * 10^{0.1} * 4^{0.2}} * 0.72 = 44$$

4) Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 * V_p}{\pi * D}, \text{ об/хв.};$$

$$n_p = \frac{1000 \times 44}{3.14 \times 8} = 1751, \text{ об/хв.}$$

5) Визначення зусилля різання:

$$P_z = \frac{10 * C_p * t^{x_p} * S_z^y * B^u * Z}{d_\phi * n^w} * K_{mp}$$

де  $C_p=300$ ;  $x=0.86$ ;  $y=0.65$ ;  $u=1$ ;  $q=0.83$ ;  $w=0$

$$P_z = \frac{10 * 300 * 0.25^{0.86} * 0.5^{0.65} * 10^1 * 4}{5 * 1751} * 2.75 = 7.2 \text{ Н}$$

б) Визначаємо потужність:

$$N = P_z \frac{\pi * d_\phi * n_\phi}{1000 * 60} = 4.2 * \frac{3.14 * 5 * 1751}{1000 * 60} = 0.45 \text{ кВт}$$

Технічне нормування:

$$T_{\text{шт.к}} = T_o + T_{\text{доп}} + T_{\text{обсл.}} + T_{\text{відп.}} + \frac{T_{\text{п.з.}}}{N};$$

$N$  - кількість деталей в партії.

Для:

$$T_o = \frac{L}{n \times S} \times i;$$

$L$  - розрахункова довжина обробки;

$n$  - частота обертів шпинделя;

$S$  - подача;

$i$  - кількість проходів.

$$L = l + l_1 + l_2;$$

$l_1 + l_2$  - довжина врізання і перебігу інструменту

$$l_1 + l_2 = 4 \text{ мм}$$

$l$  - довжина оброблюваної поверхні

$$l = 10 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{10+4}{1751 \times 0,5} = 0,017 \text{ хв.}$$

Допоміжний час:

Середній допоміжний час на установку і зняття заготовки – 0,3 хв;

Час на очищення місця установки деталі від стружки - 0,1 хв;

Тоді

$$T_d = 0,3 + 0,1 = 0,4 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування:

$$T_{\text{обсл.}} = 1 \times T_o \text{ хв ;}$$

$$T_{\text{обсл.}} = 1 \times 0,017 = 0,017 \text{ хв.}$$

Час на відпочинок:

$$T_{\text{відп.}} = 0,05(T_{\text{доп}} + T_o) \text{ хв;}$$

$$T_{\text{відп.}} = 0,05(0,4 + 0,017) = 0,02 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час:

З нормативів:  $T_{\text{п.з.}} = 14,2 \text{ хв.}$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шт.к}} = 0,017 + 0,4 + 0,017 + 0,02 + \frac{14,2}{223} = 0,51 \text{ хв.}$$

### 1.7 Розробка технологічної документації

Розроблений технологічний процес оформлюють у вигляді спеціальних карт, які, в залежності від призначення, мають різну форму [11, 12, 14].

Розрізняють наступні види карт технологічних процесів:

- маршрутні;
- операційні;
- технологічні;
- інструкційні;

- відомість інструмента та ін.

Маршрутна технологічна карта містить: дані про деталь, перелік всіх операцій, верстатів, пристосувань та обладнання, а також норми часу на обробку деталі.

Операційна карта містить відомості тільки по одній операції технологічного процесу. В ній вказується найменування, номер деталі та операції з обраними ескізами, перелік переходів, вид та модель верстата, перелік та розмір пристосувань, режими різання для кожного основного переходу.

Для обробки деталі «Корпус» розроблено маршрутні та операційні карти технологічного процесу.

**Висновок:** Розроблена технологічна документація дає змогу швидко та ефективно виконувати обробку деталі при її виготовленні, цим самим підвищується продуктивність праці на виробництві.

## 1.8 Вибір обладнання для технологічного процесу обробки

### 1.8.1 Верстат ЧПК

Для операцій ТП 025-080 виготовлення деталі корпус обрано Фрезерний верстат UMC-500. Технічні характеристики в таблиці 1.10

Таблиця 1.10. Характеристики верстату

Назва параметру	Значення
максимальна потужність, кВт	22.4
максимальна швидкість, об/хв	8100
Діаметр платформи, мм	400
Найбільша маса оброблюваної деталі, кг	226,8
Частота оберту шпинделя, об/хв	8100
Найбільший повздовжній хід столу (X), мм	610
Найбільший поперечний хід столу (Y), мм	406
Найбільший вертикальний хід столу (Z), мм	406

Відповідно до розробленого технологічного процесу обробки деталі «Корпус» для фрезерних операції 025-080 на верстаті з ЧПК UMC-500 було спроектовано керуючу програму у вигляді програмного G коду засобами Fusion 360, текст якого наведено в додатку Г.

### 1.8.2 Фрезерний верстат

Для фрезерних робіт ТП виготовлення деталі корпус обрано вертикальний консольно-фрезерний верстат загального використання 6P12. Технічні характеристики наведені в табл. 1.11 [13].

Таблиця 1.11. Характеристики верстату 6P12

Назва параметру	Значення
Розміри поверхні столу, мм	1250x320
Найбільша маса оброблюваної деталі, кг	250
Найбільший повздовжній хід столу (X), мм	800
Найбільший поперечний хід столу (Y), мм	250
Найбільший вертикальний хід столу (Z), мм	420
Потужність приводу головного шпинделя, кВт	7,5
Частота обертів шпинделя, об/хв	40-2000
Кількість швидкостей шпинделя	18
Переміщення пінолі шпинделя, мм	70
Межі повздовжніх і поперечних подач столу (X. Y), мм/хв	12.5-1600
Межі вертикальних подач (Z), мм/хв	4,1-530
Кількість подач повздовжніх/ поперечних/ вертикальних	22
Швидкість пришвидшених переміщень X, Y/Z поперечних, м/хв	4/1,330
Маса верстату, кг	3120

### **Висновки до технологічного розділу**

В технологічному розділі дипломного проекту виконано аналіз конструкції деталі корпус. Виходячи з складності деталі корпус та вимог до її точності виготовлення, методом отримання заготовки було обрано лиття під тиском, як найбільш доцільний, а матеріалом для виготовлення обрано ливарний алюмінієвий сплав АК12. Конструкцію деталі корпус відпрацьовано на технологічність, за результатами розрахунків деталь технологічна для середньосерійного виробництва  $K = 0.878$ . За програмою випуску деталей в рік 10000 штук розраховано партію деталей, яка склала 223 штук.

Розроблено операційну та маршрутну технологію виготовлення деталі корпус, для реалізації якої здійснено вибір необхідного обладнання, інструменту та наведено технічні характеристики відповідного устаткування. Розраховані припуски на обробку точних трьох поверхонь, режими різання та виконано технічне нормування. На базі отриманих в підсумку результатів розрахунків було спроектовано технологічний процес виготовлення деталі корпус засобами САПР «АДЕМ» та представлені в додатку В.

## **2. Конструкторський розділ**

## **2.1 Проектування спеціальних пристосувань**

Для виготовлення деталі «Корпус» з річною програмою випуску 10000 шт. необхідно використовувати спеціальні пристосування, тому було спроектовано наступні спеціальні пристосування: фрезерне та контрольне, а також автоматизований завантажувач, який використовується для завантаження заготовок та розвантаження готових деталей для операцій механічної обробки на верстаті [15].

### **2.1.1 Автоматизований завантажувач**

Відповідно до завдання до дипломного проекту, спроектовано спеціальне пристосування автоматизований завантажувач (ДП.ПБ7110.1702.004 СК) для фрезерних операції 025-080. Дане пристосування призначене для переміщення зготовки зі столу у верстат для подальшого закріплення та обробки згідно технологічного процесу. Переміщення даного механізму здійснюється по трьом осям координат X, Y, Z. Рух по осі X відбувається завдяки шарико-гвинтовій передачі, яка працює від двигуна та рухається на валу на опорі та каретці, які закріплені до платформи на якій знаходяться заготівки. Переміщення по осі Y відбувається таким чином, до корпусу закріплено каретку та шестерню які рухаються по рейці та рельсі, які закріплені до профілю. Рух здійснюється завдяки двигуну до якого під'єднана шестерня. По осі Z корпус рухається аналогічно руху по осі Y по профілю до якого закріплено рельса та рейки переміщуються каретка та шестерня, яка закріплена до двигуна. Закріплюється заготовка пальцями за циліндричні поверхні, які знаходяться на рухомій платформі, завдяки пневмоциліндрам. (рис. 2.1) [22].

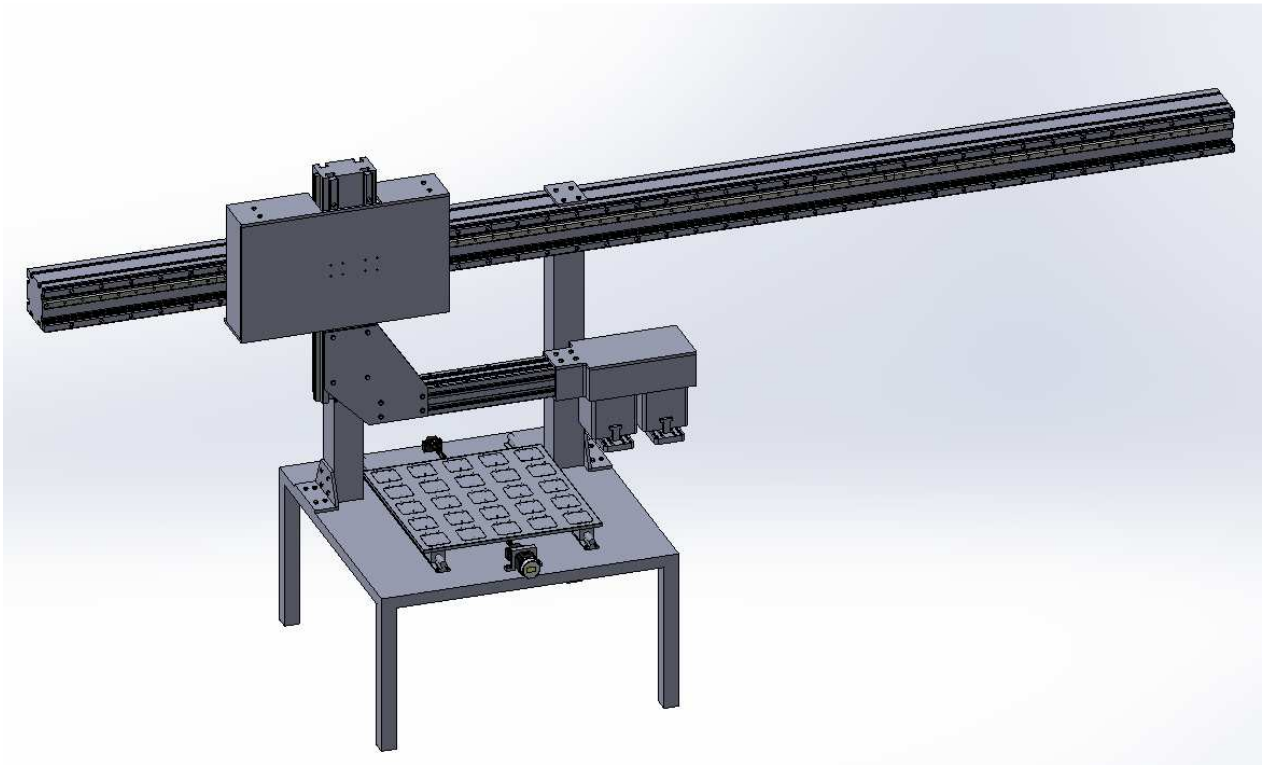


Рис. 2.1 Автоматизований завантажувач

### 2.1.2 Фрезерне пристосування

Відповідно до завдання до дипломного проекту, а також розробленого технологічного маршруту обробки деталі «Корпус» для фрезерних операції 025-080 спроектовано спеціальне фрезерне пристосування пневматичні лещата (ДП.ПБ7110.1702.007 СК). Дане пристосування призначене для закріплення деталі та обробки плоских поверхонь і отворів, а також для нарізання різьби (рис. 2.2) [25].

Пристосування складається з наступних деталей: корпус 1, губка 2, рухома губка 3, стінка 4, пневматичний циліндр 5, поршень 6 та стандартних виробів.

Деталь базується на спеціальні зрізи циліндричними поверхнями та притискається рухомою губкою, яка працює завдяки поршню та пневматичному циліндру. Пристосування закріплюється у верстаті.

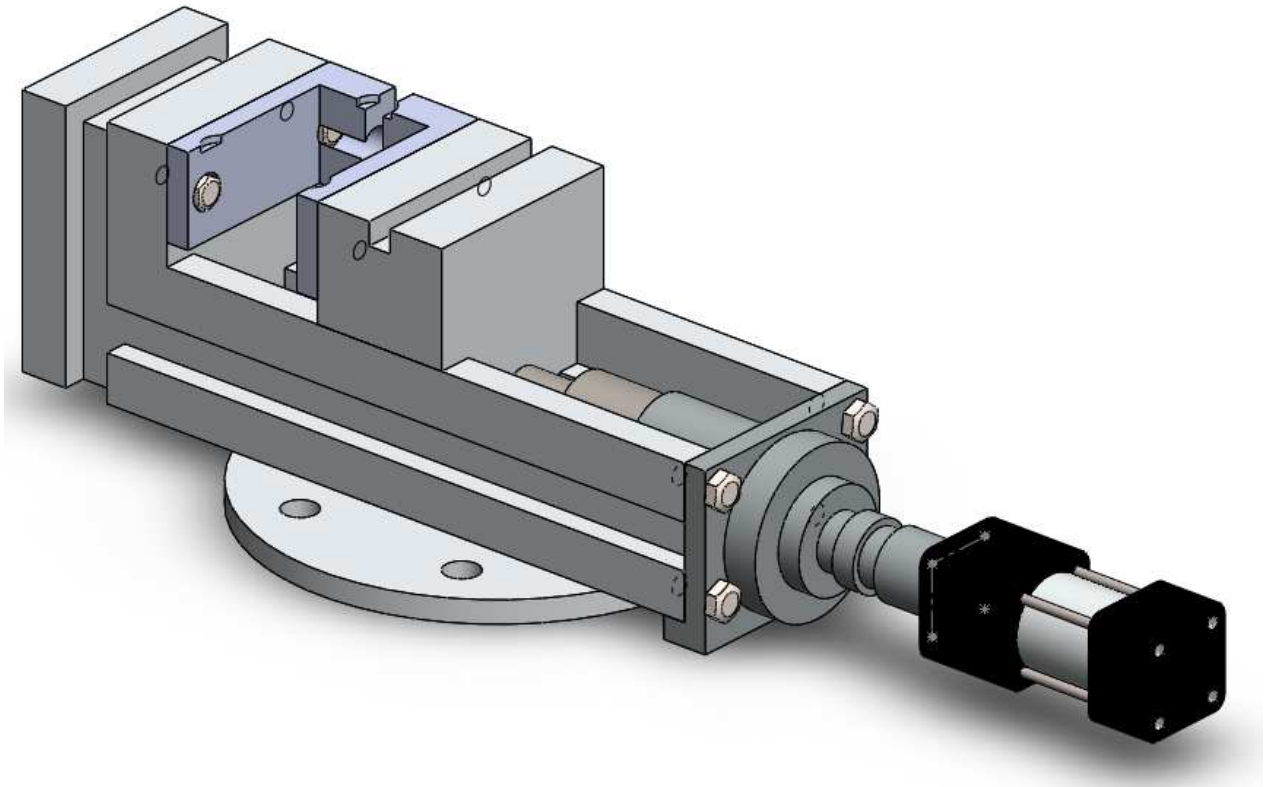


Рис. 2.2 Фрезерне пристосування.

Розрахунок сили затиску пристосування

Зусилля різання  $P_z$  для фрезерної операції становить:

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times S^y \times B^u \times Z}{D^q \times n^w} \times K_p \times 0.25 \quad , \quad (2.1)$$

де 0.25 – коефіцієнт який вводиться при обробці алюмінієвих сплавів.

$$K_p = K_{mp} \times K_{vp} \times K_{gp} \times K_{jp} \quad , \quad (2.2)$$

$$K_p = 1.09,$$

$$P_z = 164.192 \text{ Н.}$$

Приймаємо необхідну силу затиску  $1,5P_z$  і так як затиск відбувається трьома прижимами тому необхідну силу ділимо на 3:

$$Q = \frac{1,5 \times P_z}{3} = \frac{1,5 \times 164,192}{3} = 82,096 \text{ Н.}$$

Тоді сила яку потрібно прикласти до рукоятки ключа:

$$W = \frac{82,096 \times \left( (4,513 \times \tan(3,033 + 10,5)) + \left( \frac{1}{3} \times 0,8 \times \frac{20^3 - 10^3}{20^2 - 10^2} \times \frac{35 \times 0,95}{35 + 35} \right) \right)}{140} = 2,37 \text{ Н.}$$

Отже, сила з якою потрібно затягнути кожну гайку: 2.37 Н.

### 2.1.3 Контрольне пристосування

Пристосування контрольне (ДП.ПБ7110.1702.008 СК) призначене для контролю співвісності двох центральних отворів та перпендикулярності торця відносно базової поверхні Б операція 085 ТП [21, 23].

Пристосування складається з наступних деталей: основа 1, оправка 2, ступиця 3, коромисло 4, кронштейн 5, важіль 6, плита 7, болт 8 та стандартних виробів.

Контрольне пристосування (рис. 2.4). функціонує наступним чином: деталь центральним отвором ставиться на точну оправку 2. Коромисло 4 разом з індикатором 11 підводиться до деталі за допомогою повороту кулачка 9, доки важіль 6 не опуститься в отвір. Важіль притискається до стінки отвору за допомогою індикатора через важіль. Вимірювання проводиться шляхом повороту деталі на оправці, в цей час індикатор буде показувати відхилення від співвісності [17].

Вимірювання перпендикулярності проводиться шляхом повороту коромисла на болту 8. Коромисло разом з індикатором підводиться до упору в торець деталі за допомогою повороту кулачка. Вимірювання проводиться шляхом повороту деталі на оправці, в цей час індикатор буде показувати відхилення від перпендикулярності [20].

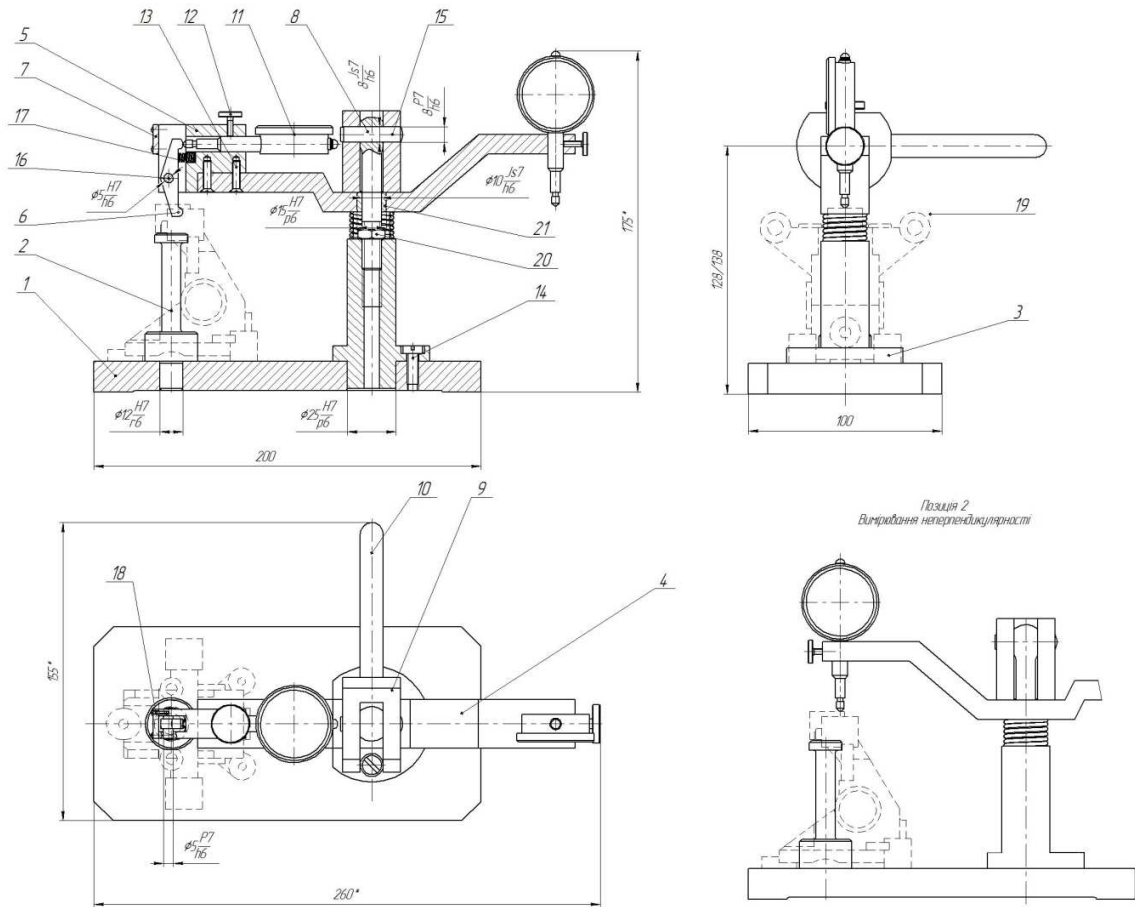


Рис. 2.3 Ескіз контрольного пристосування.

### Розрахунок пристосування

Точність вимірювання залежить від точності виготовлення установочних елементів пристосування, а також від точності базових поверхонь деталі. Сумарну похибку можна виразити наступною формулою:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\text{М}}^2 + \Delta_{\text{У}}^2 + \Delta_{\text{Н}}^2 + \Delta_{\text{Р}}^2 + \Delta_{\text{П}}^2},$$

де  $\Delta_{\text{М}}^2$ - похибка, властива самій схемі виміру;

$\Delta_{\text{У}}^2$ - похибка установки деталі;

$\Delta_{\text{Н}}^2$ - похибка настройки пристосування;

$\Delta_p^2$ - похибка передаючих пристроїв;

$\Delta_{\Pi}^2$ - сумарна похибка пов'язана з похибкою вимірювального приладу і суб'єктивною похибкою.

Точність вимірювання індикатора-0.01мм.

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{0.01^2 + 0.015^2 + 0.008^2 + 0.003^2 + 0.005^2} = 0.03 \text{ мм.}$$

Сумарна похибка  $\Delta_{\Sigma}$  не повинна перевищувати 25-30% від мінімальної контрольованої величини. В нашому випадку похибка складає 30% від контрольованої величини. Отже умова виконується.

## 2.2 Проектування ділянки цеху механічної обробки деталі типу корпус

### 2.2.1 Визначення кількості потрібного обладнання

У механічних цехах здійснюється виготовлення деталей із матеріалів, заготовок і напівфабрикатів. Механічний цех за структурою однаковий із заготівельним, але технологічна частина його може бути у вигляді відділень або у вигляді ділянок. Механічний цех приладобудівного заводу може бути розташований на першому і на інших поверхах. Все залежить від ваги обладнання і можливості його розташування на поверхах [18,19].

В умовах серійного виробництва розрахункова кількість верстатів  $S_{об}$  виконується за формулою:

$$S_{об} = \frac{T_c}{F_o * K_3 * K_u}, \quad (2.3)$$

де,  $F_o$  – дійсний річний фонд часу роботи одиниці обладнання, рік; ( $F_o = 2050$ год);

$K_3$  – середній коефіцієнт завантаження, ( $K_3 = 0,9$ );

$K_u$ - середній коефіцієнт використання верстатів, ( $K_u = 0,85$ );

$T_c$  – верстатоемність обсягу в рік.

Підставляємо в формулу значення:

$$S_{об} = \frac{9400}{2050 * 0,85 * 0,9} = 5,99 \text{ шт.}$$

Отже виходить що в ділянці цеху буде 6 верстатів.

Далі знайдемо кількість працівників на виробництва за формулою:

$$N_{пр} = \frac{O_{п} * F_{\phi} * K_u}{F_p * K_M}$$

Де,  $O_{п}$ - кількість верстатів ( $O_{п} = 6$ );

$F_{\phi}$  – річний фонд часу роботи одиниці обладнання ( $F_{\phi} = 2050$ год);

$K_u$  – середній коефіцієнт використання верстатів, ( $K_u = 0,85$ );

$F_p$  – річний час робочих ( $F_p = 1800$ );

$K_M$  – коефіцієнт обслуговування верстатів ( $K_M = 1,05$ )

Підставляємо в формулу значення:

$$N_{пр} = \frac{6 * 2050 * 0,85}{1800 * 1,05} = 5,5 \text{ працівників}$$

З формули випливає, що кількість персоналу буде становити 6 працівників.

Далі визначаємо кількість допоміжних працівників, за формулою:

$$N_{доп} = (0,37 \dots 0,7) * N_{пр} = 0,6 * 6 = 3,6 \text{ прац.}$$

Отже допоміжних робітників буде 4.

Інженерно-технічні працівники становлять 11,5 – 14 % від всієї кількості робітників.

$$N_{іт} = 0,12 * (N_{пр} + N_{доп}) = 0,12 * (6 + 4) = 1,2 \text{ прац.}$$

Тому кількість Інженерно-технічних робітників буде становити 2 особи.

## 2.2.2 Норми та правила розташування обладнання

При розміщенні обладнання треба враховувати:

- при різних розмірах верстатів, що стоять поруч, відстань між ними береться найбільшою з рекомендованих для цих верстатів;

- при розміщенні верстата на фундаменті відстань між ними береться з заліком конфігурації фундаментів;

- норми не обчислюють площин для схованки деталей біля верстатів та пристосувань для транспортування деталей поміж верстатів.

Таблиця 2.1. Норми відстаней між верстатами і будівними конструкціями

Відстань	Норма, мм
Відстань між верстатами по „фронту”	600
Відстань між верстатами при обслуговуванні верстатів одним робітником	900
Відстань між верстатами при розташуванні „у за...”	900
Відстань верстата від конструкції стіни з „тильної” сторони	500
Відстань верстата від конструкції стіни з бокової сторони	500
Відстань „фронта” верстатів від конструкції стіни	900
Відстань верстата від колони	500
Ширина цехових проходів:	
-між „тильними” сторонами верстатів	1800
між боковими сторонами верстатів	1800

### 2.2.3 Визначення площі механічного цеху

При розрахунку площі цеху до уваги береться вид виробництва, яке ділиться на три групи:

1. Легке приладобудування: на один верстат припадає 6-10м<sup>2</sup> площі;

2. Середнє приладобудування: 10-20м<sup>2</sup> площі;
3. Важке машинобудування: 20-100м<sup>2</sup> площі.

Площа ділянки цеху механічної обробки розраховується за формулою:

$$F_{\Pi} = S_{об} * F_{ст}$$

Де,  $S_{об}$  – кількість верстатів,  $F_{ст}$ - площа на один верстат ( $F_{ст} = 100$ )

$$F_{\Pi} = 6 * 100 = 600 \text{ м}^2$$

Далі визначаємо площі складів зготовок і деталей, а також контрольної кімнати

Склад заготовок:  $F_з = 45\text{м}^2$

Склад деталей:  $F_д = 45\text{м}^2$

Контроль:  $F_к = 20\text{м}^2$

Тоді загальна площа цеху буде становити 680м<sup>2</sup>.

При плануванні ділянки цеху всі його відділення розташовуються так, щоб забезпечити точність та послідовність проходження заготовок по стадіям обробки, максимальне використання виробничої площі, задовольнити вимоги охорони праці, техніки безпеки та пожежної безпеки.

Спосіб планування обладнання по ходу технологічного процесу є найбільш зручним для механічних цехів серійного виробництва. Кожен верстат має умовно-графічне зображення контуру. Місце робочого біля верстата позначається діаметром 500мм.

При плануванні обладнання на ділянці слід дотримуватися норми відстаней між обладнанням, елементами будови, ширини проходу та проїзду (табл. 2.3).

Висновок: за розрахованою кількістю обладнання та площею розроблено планування механічного цеху обробки деталі «Корпус».

### **Висновки до конструкторського розділу**

В конструкторському розділі дипломного проекту було спроектовано спеціальні пристосування для механічної обробки відповідно до вимог технологічного процесу виготовлення деталі корпус. А саме розроблено конструкцію фрезерного, контрольного пристосувань та автоматичного завантажувача, що значно спростило процеси базування, закріплення та переміщення заготовки під час операцій механічної обробки. Виконано планування ділянки механічного цеху для обробки заданої деталі. Визначено кількість обладнання кожного найменування та його загальну кількість, з урахуванням додаткового обладнання. Розраховано коефіцієнт завантаження обладнання за операціям.

В результаті спроектовано ділянку цеху механічної обробки з урахуванням всіх норм і правил проектування цехів механічної обробки в приладобудуванні.

## Загальні висновки

Ефективність виготовлення деталі багато в чому залежить від раціональної організації виробництва. Системний підхід до рішення задач, створення та експлуатації пристосувань вимагає обліку численних техніко-організаційних параметрів ще на етапі проектування. Це обумовлює визначення раціональної структури механічного цеху, складу технологічного обладнання, інструменту.

Даний дипломний проект присвячений розробці технологічного процесу деталі корпус та проектуванню автоматизованої дільниці. В процесі виконання даного дипломного проекту, було проаналізовано конструкцію деталі «корпус», для якої створено технологічний процес обробки, обрано ефективне технологічне обладнання, а саме фрезерний верстат УМС-500, спроектовано автоматизований завантажувач, а також пневматичні лещата та контрольно-вимірювальне пристосування, необхідний інструмент. Спроектвана дільниця цеху механічної обробки для даної деталі.

Розроблена дільниця цеху механічної обробки деталі «корпус» відповідає всім необхідним вимогам до проектування промислових виробничих приміщень та є ефективним і раціональним комплексом для виготовлення заданої деталі. В додатках представлено розроблену конструкторсько-технологічну документацію у вигляді складальних кресленників, деталей, спецификацій, маршрутних карт ТП та програмний код для верстату з ЧПК.

## Література

1. Технология металлов и других конструкционных материалов. Под ред. Н.П.Дубинина. Изд. 2-е, переработанное и дополненное. - М.: Высшая школа, 1969. – 340 с.
2. Захаркін О. У. Технологічні основи машинобудування : Навч. посібник для студ. вищих навч. закл. / О. У. Захаркін ; Сумський держ. ун-т. — Суми : Видавництво СумДУ, 2004. — 98 с.
3. Антонов Н.Л. Основы современной организации производства./ Л.С. Морозова, Н.Л. Антонов/ Підручник. - М.: Видавництво «Справа і Сервіс», 2004. – 432 с.
4. Данилевский В. В. Технология машиностроения– 5-е изд./ В. В. Данилевский. – М.: Высш. шк. 1984. — 416 с.
5. Дальский А. М. Справочник технолога-машиностроителя том 1/ А. М. Дальский, А. Г Косилова. – М.:Машиностроение-1 2003. – 944 с.
6. Косилова А. Г. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога./ А. Г. Косилова Р. К. Мещеряков, М.А. Калинин .– Машиностроение, 1976. – 472 с.
7. Рядкевич Я.М Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: учеб.пособ. для машиностроит. спец. вузов/ Я.М Рядкевич, В.А. Тимерязев —М.:Высш. Шк.,2004. – 272 с.
8. Технология машиностроения. Расчет припусков и межпереходных размеров: Учеб. пособие / В. Е. Авраменко, Ю.Ю. Терсков. Красноярск: ПИ СФУ, 2007. — 88 с.
9. Бабенко Э.Г. Расчет режимов резания при механической обработке металлов и сплавов. / Э.Г.Бабенко –М.: Машиностроение, 1997 – 65 с.

10. Антонов Е.С. Нормативы режимов резания и времени на механическую обработку деталей на станках с программным управлением./ Е.С. Антонов, С.А. Ломоносов. - НИАТ, 1972– 462 с.
11. Методические указания по оформлению технологической документации при выполнении курсовых и дипломных проектов для студентов специальностей.– Курган: КМИ,1992.– 36 с.
12. Мосталыгин Г.П. Проектирование технологических процессов обработки заготовок./ Г.П. Мосталыгин, В.Н. Орлов – Свердловск: УПИ. 1991. — 112 с.
13. Ачеркана Н.С., Металлорежущие станки. В 2х томах./ Н. С. Ачеркана. – М.: Машиностроение, 1965. – 320 с.
14. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів./ П.О Руденко – К.: Вища школа, 1993. — 414 с.
15. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции. Издание 3-е, перераб. и доп./ М. А. Ансеров. — М.: Машиностроение, 1975. –240 с.
16. Баграмов Л.Г. Расчет режимов резания при фрезеровании./ Л.Г. Баграмов, А.М. Колокатов. - МГАУ, 2000. — 40 с.
17. Байбурова Б. С. Прогрессивные средства контроля размеров в машиностроении./ Б.С. Байбурова, М.И. Кочнова, Д.Д. Малой.– Москва, 1960. – 341 с.
18. Мельников Г.Н. Проектирование механосборочных цехов./ Г.Н. Мельников, В.П. Вороненко.–М: Машиностроение, 1990. – 351 с.
19. Сатель Э.А. Организация, планирование и экономика основных цехов машиностроительных заводов./ Э.А. Сатель. –М.: Издательство машиностроительной литературы, 1962. — 354 с.

20. Степанов Ю.С. Альбом контрольно-измерительных приспособлений./ Ю. С. Степанов, Б. И. Афонасьев, А. Е. Щукин, А. С. –Москва: «Машиностроение», 1998. –184с.

21. Методичні вказівки до самостійної та індивідуальної роботи студентів з дисципліни «Проектування контрольно-вимірювальних пристроїв» / Укладачі: О. В. Петров, С. І. Сухоруков, В. В. Савуляк. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 47 с.

22. Гибкие производственные системы, промышленные роботы, робототехнические комплексы. В 14 кн. Кн. 13. В.Н. Давыгора. ГПС для сборочных работ: Практ. пособие/ Под ред. Б.И. Черпакова. — М.: Высш. шк., 1989. — 110 с. 262.

23. В.О.Румбешта ТЕХНОЛОГІЯ СКЛАДАННЯ, РЕГУЛЮВАННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ ПРИЛАДІВ . –Київ 2013р.; с. 360

24. Стельмах Н., Сапон С., Рижук Я. Вибір оптимального технологічного процесу на базі автоматизованої оцінки його техніко-економічних параметрів. Технічні науки та технології. 2020. No 1 (19). С. 89-97. DOI:10.25140/2411-5363-2020-1(19)- 89-97.

25. Grigory S. Tymchik, Nataliia V. Stelmakh, Anatoliy S. Vasyura, Waldemar Wójcik, Kuanysh Muslimov, "Automated generation of the design solution of the assembly instrument engineering," Proc. SPIE 10808, 1080828 (1 October 2018)

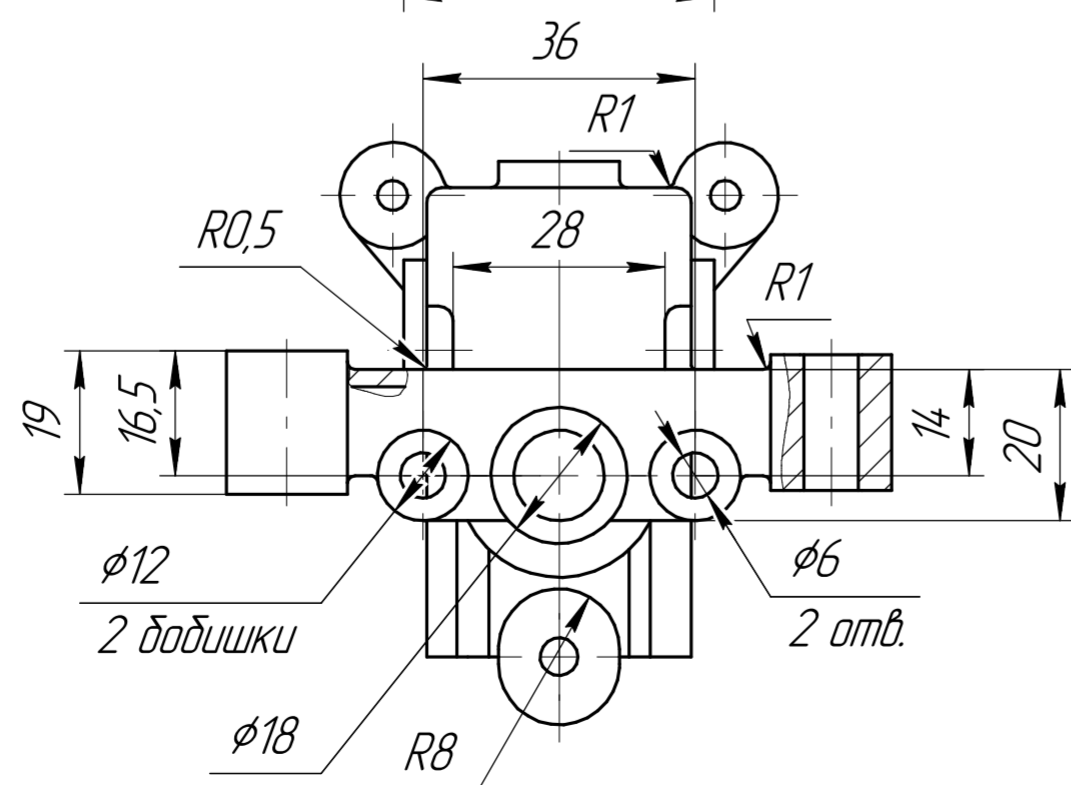
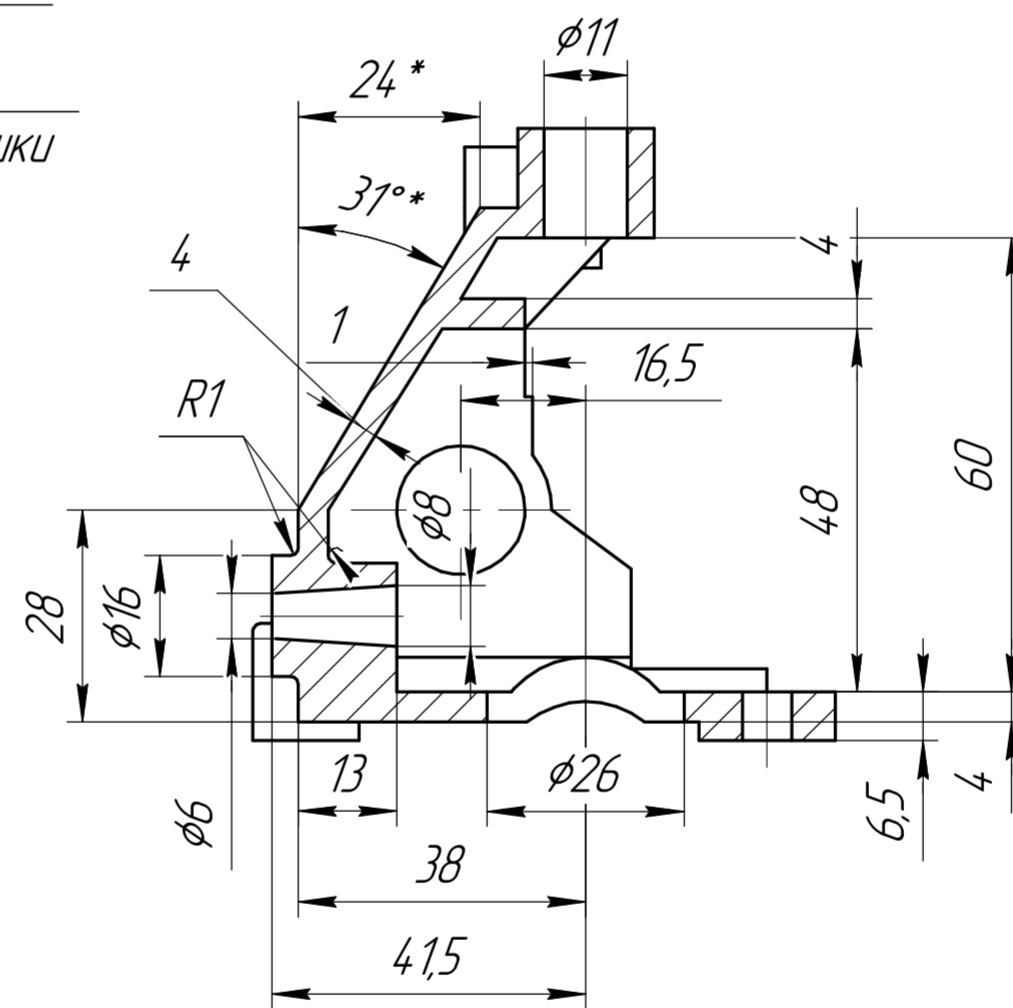
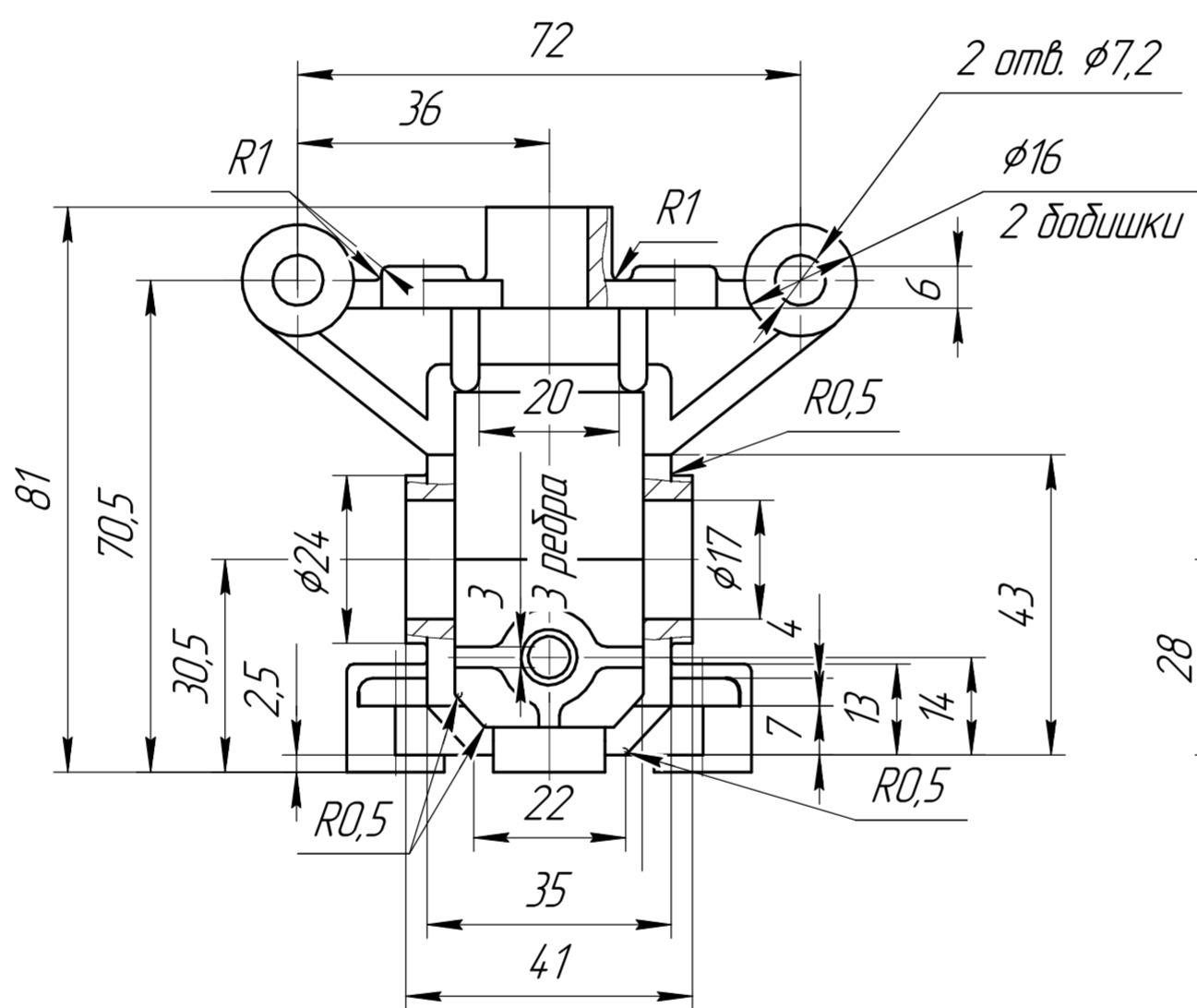
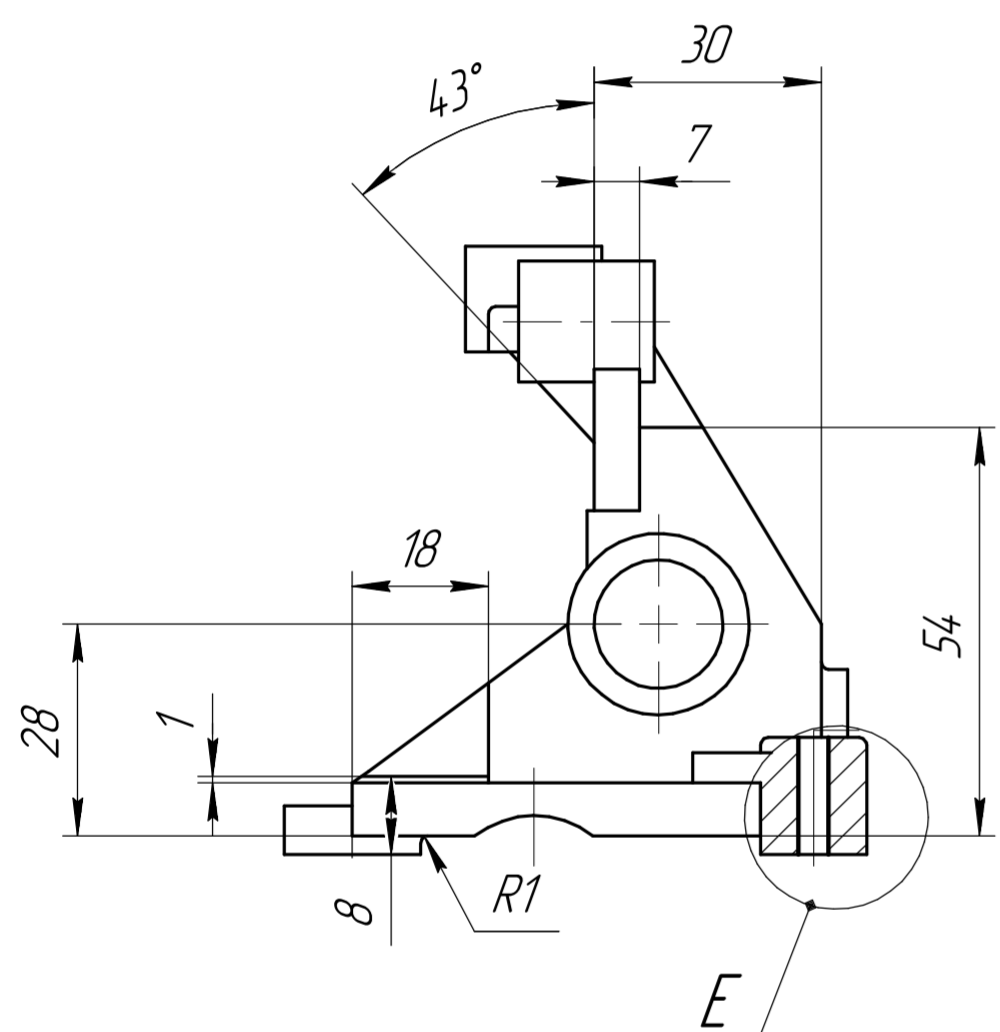
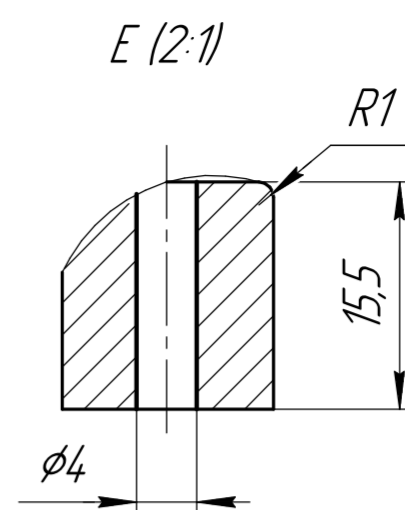
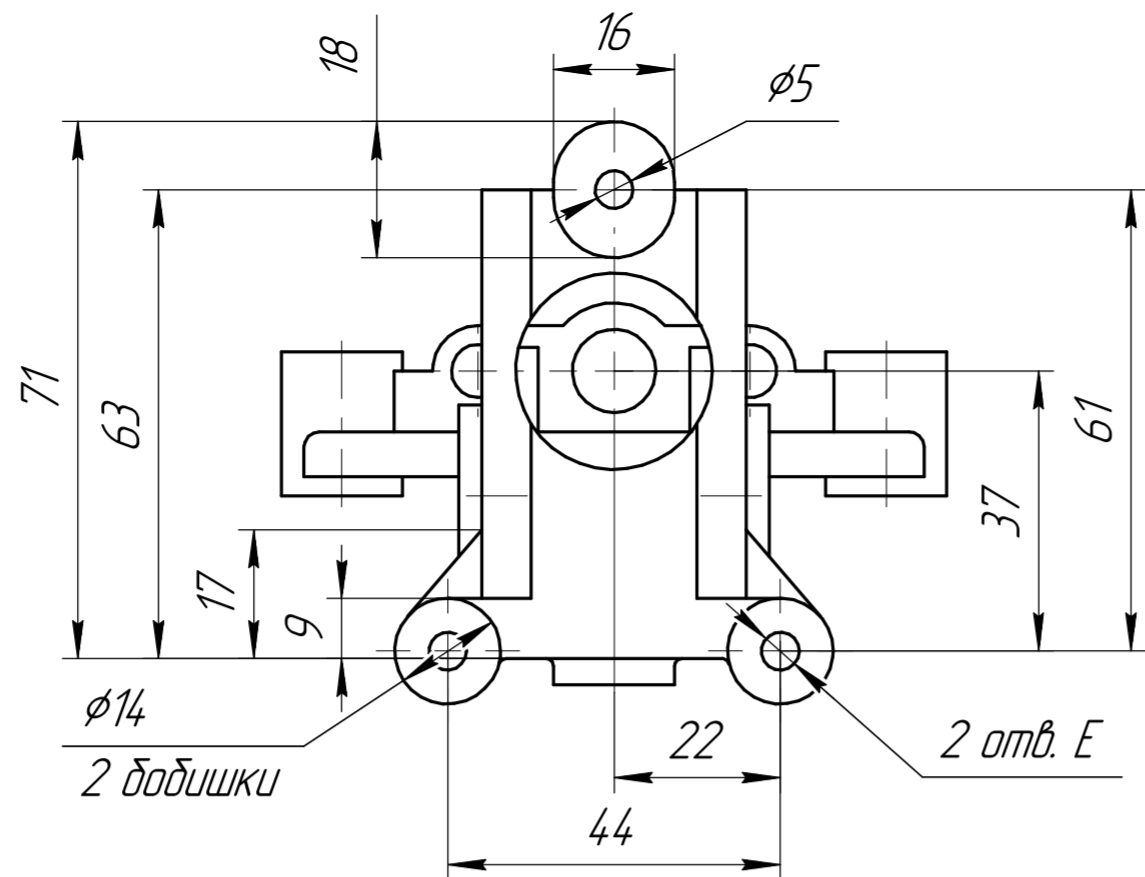
26. Мастенко, И.В. Влияние плотности заполнения 3d печатных моделей на их прочностные характеристики / И.В. Мастенко, Н.В. Стельмах // Материалы МНТК Новые направления развития приборостроения. – БНТУ, Минск, 2019. – С. 138.

27. Мастенко, І. В. Аналіз методів топологічної оптимізації при проектуванні елементів приладів / І. В. Мастенко, Н. В. Стельмах // XIII Науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Погляд у

майбутнє приладобудування», 13-14 травня 2020 р., м. Київ, Україна : збірник праць конференції. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – С. 109–111.

# Додатки

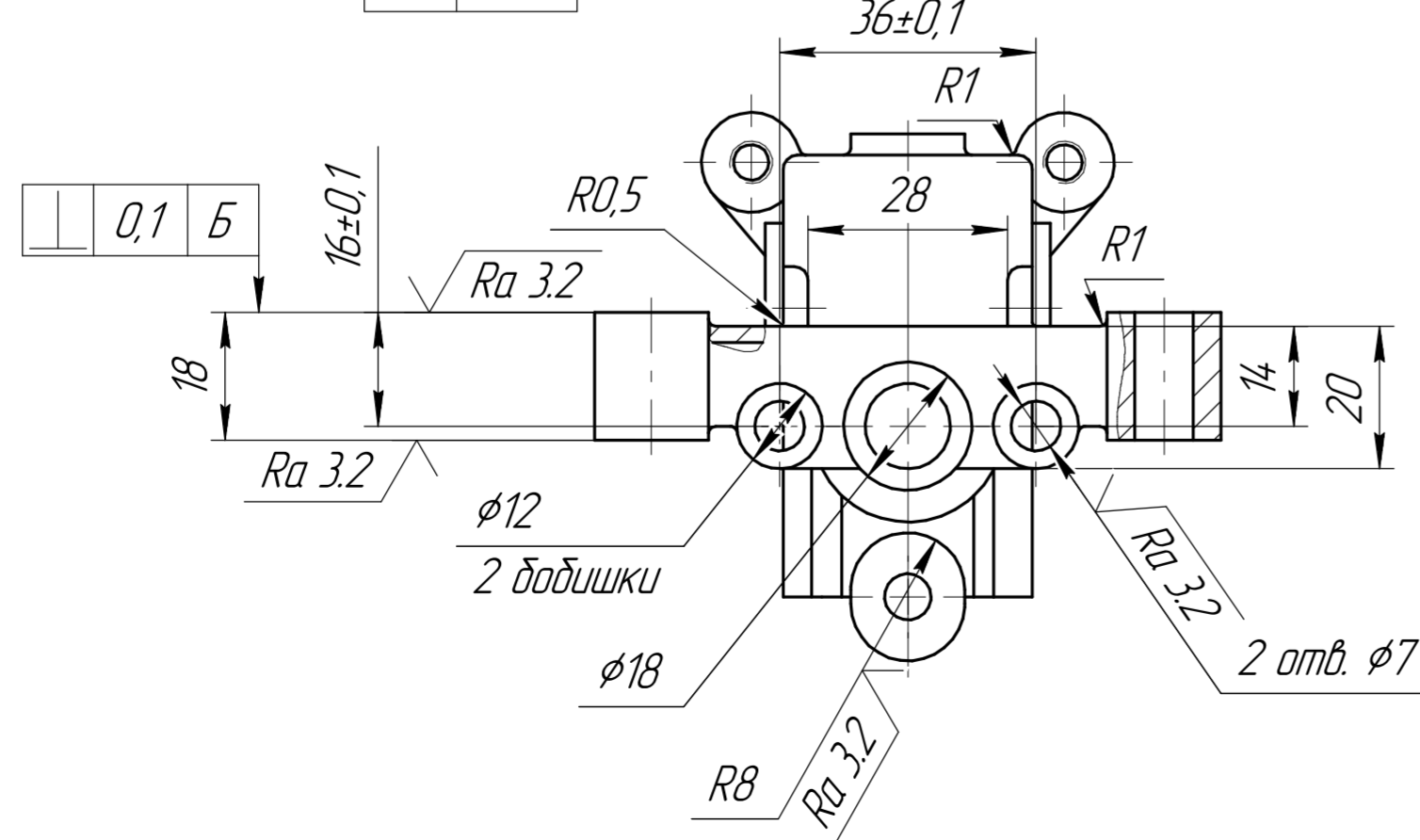
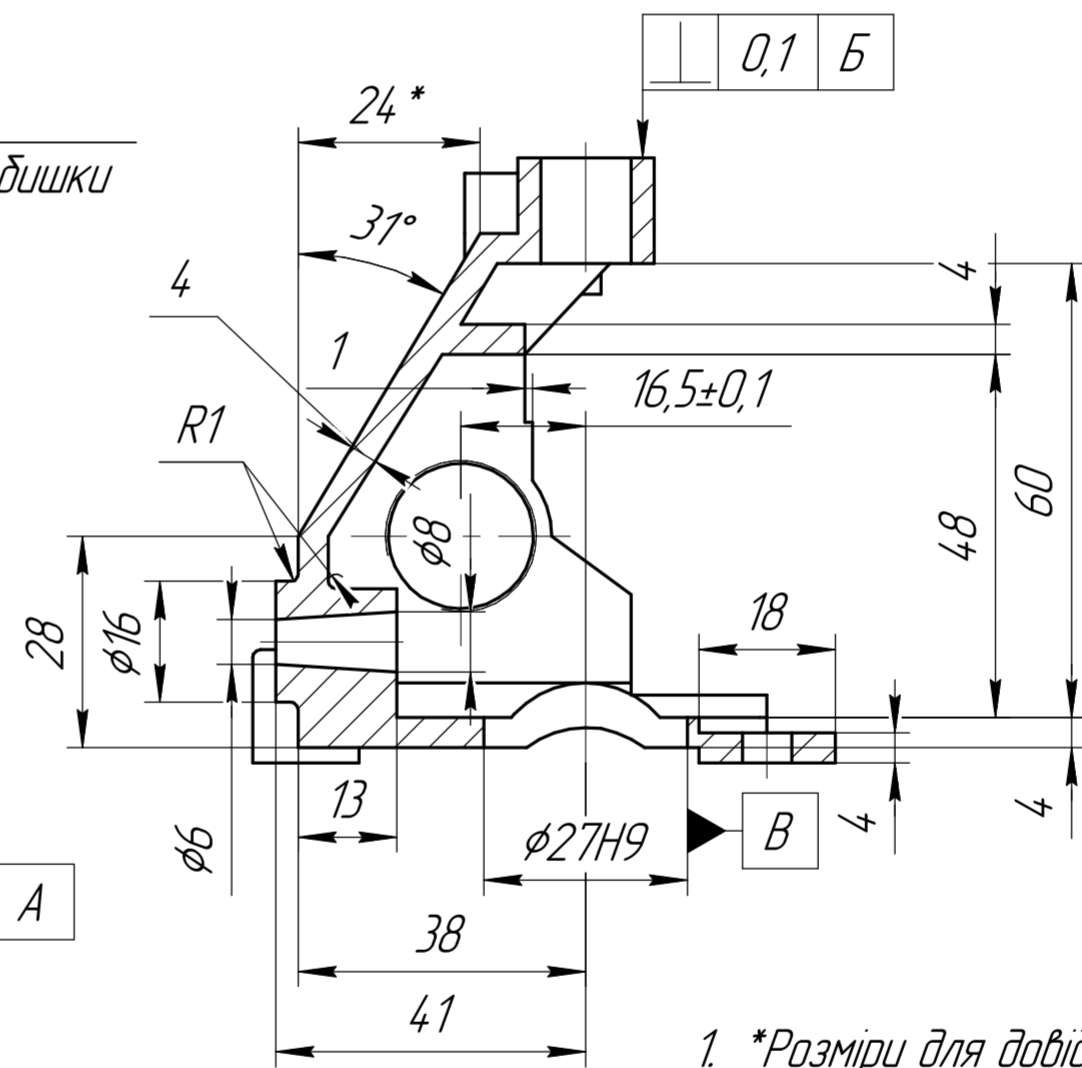
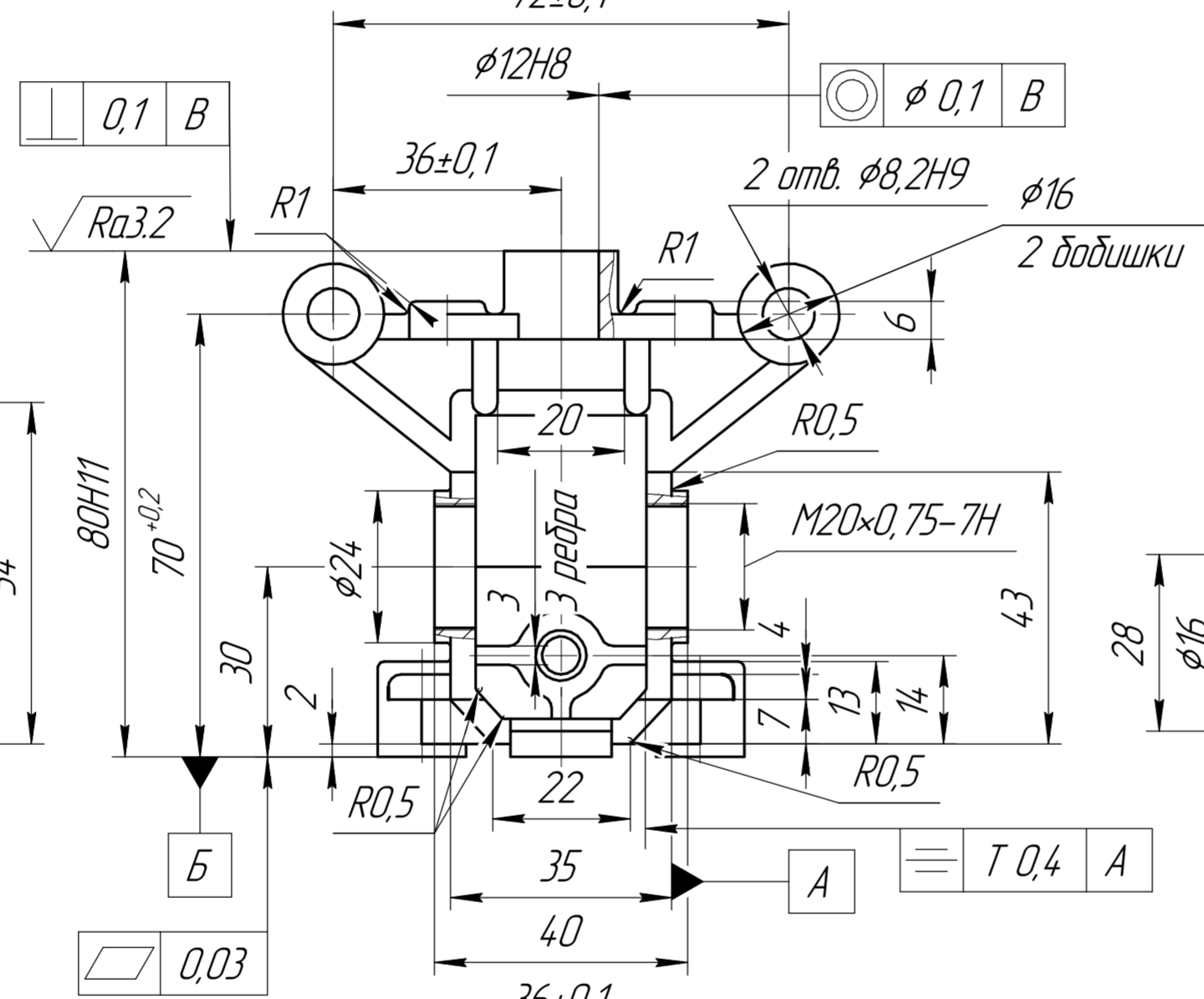
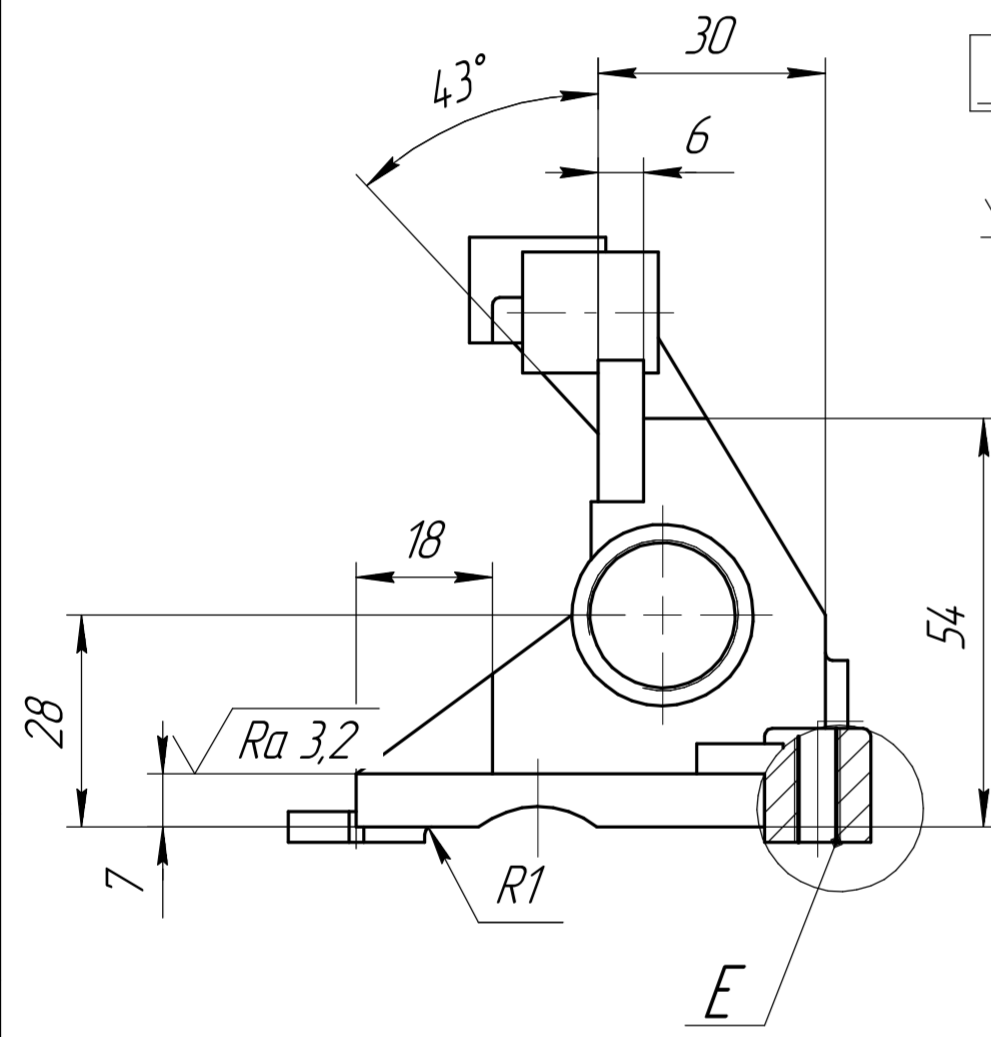
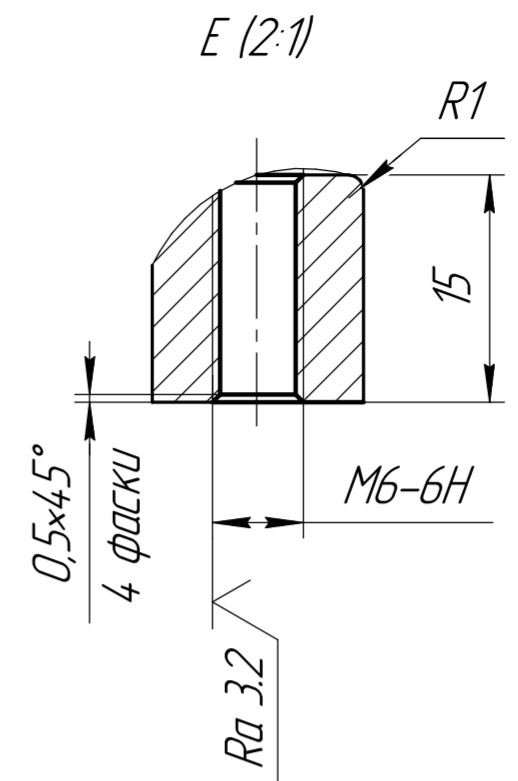
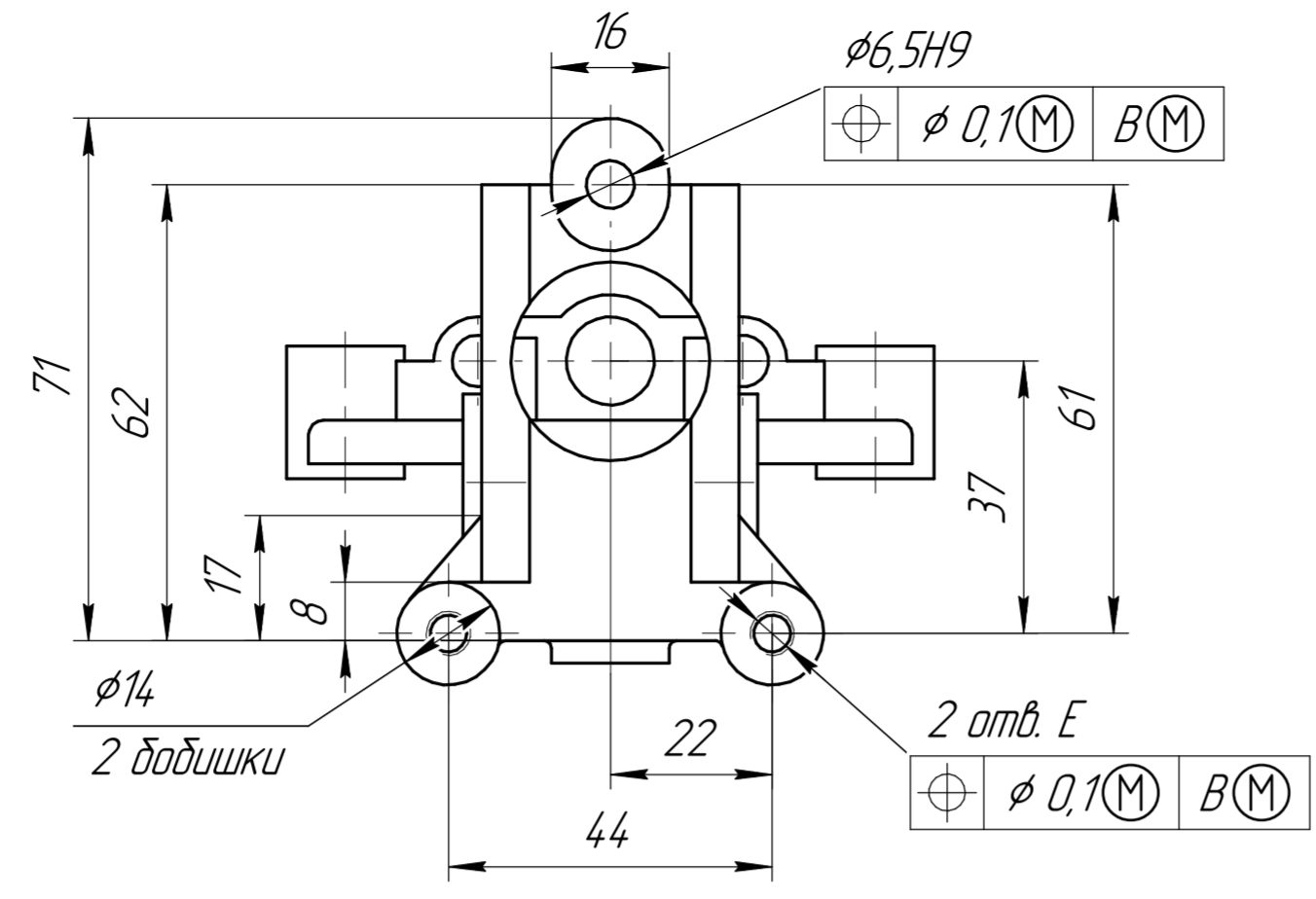
# **Додаток А**



1. \*Розміри для довідок.
2. Виливка по ДСТУ 3015-95.
3. Точність виливки 5-0-0-5 ГОСТ 26645-8.
4. Ливарні ухили 1°30'.
5. Невказані ливарні радіуси 2мм.
6. Невказані товщини стінок та ребер 4мм.
7. H12, h12, ±<sup>IT12</sup>/<sub>2</sub>

Спроб. №	Перв. примен.
Спроб. №	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дробл.
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

ДП.ПБ7110.1702.001				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	133,3	1:1
Разраб.	Сираш В.О.					
Проб.	Стельмах Н.В.				Лист	Листов
Т.контр.						1
Н.контр.					ПБФ, ПБ-71	
Утв.					Копировал	
					Формат А2	



1. \*Разміри для довідок.
2. Виливка по ДСТУ 3015-95.
3. Точність виливки 5-0-0-5 ГОСТ 26645-85.
4. Ливарні ухили 1°30'.
5. Невказані ливарні радіуси 2мм.
6. Невказані товщини стінок та ребер 4мм.
7. H12, h12, ±<sup>IT12</sup>/<sub>2</sub>
8. Покриття: Ан. Окс. нв., крім отв. E.

Спроб. №	Перв. примен.
Инд. № подл.	Инд. № дробл.
Взам. инв. №	Инд. № дробл.
Подп. и дата	Подп. и дата
Инд. № подл.	Инд. № дробл.

ДП.ПБ7110.1702.002					
Корпус			Лит.	Масса	Масштаб
				126,4	1:1
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	
Разраб.	Сираш В.О.			Листов 1	
Проб.	Стельмах Н.В.				
Т.контр.					
Н.контр.					
Утв.					
AK12 ДСТУ 2839-94				ПБФ, ПБ-71	
Копировал				Формат А2	

005 Заготівельна  
Лиття під тиском

010 Фрезерна  
6P12

015 Слюсарна  
Верстак слюсарний

020 Слюсарна  
Верстак слюсарний

025 Фрезерна  
УМС-500

030 Фрезерна  
УМС-500

035 Фрезерна  
УМС-500

040 Фрезерна  
УМС-500

045 Фрезерна  
УМС-500

050 Фрезерна  
УМС-500

055 Фрезерна  
УМС-500

060 Фрезерна  
УМС-500

065 Фрезерна  
УМС-500

070 Фрезерна  
УМС-500

075 Фрезерна  
УМС-500

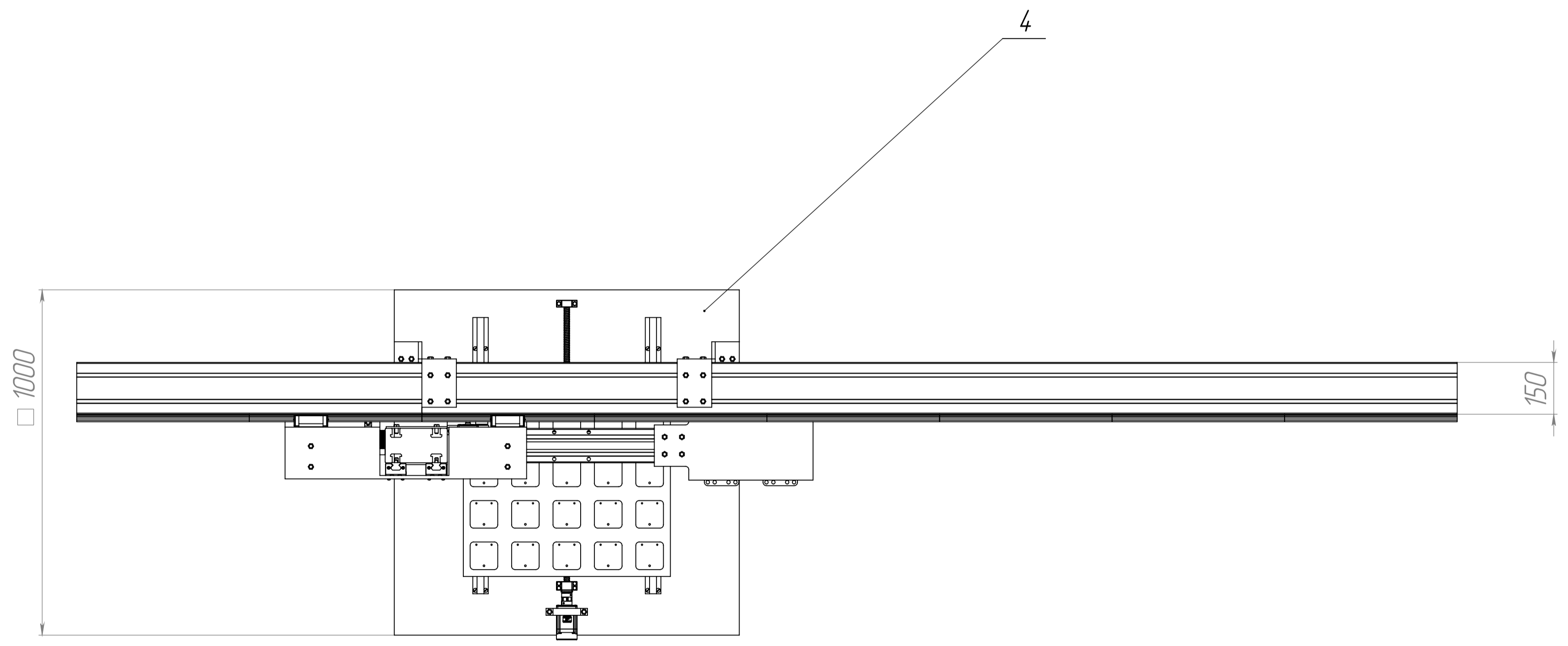
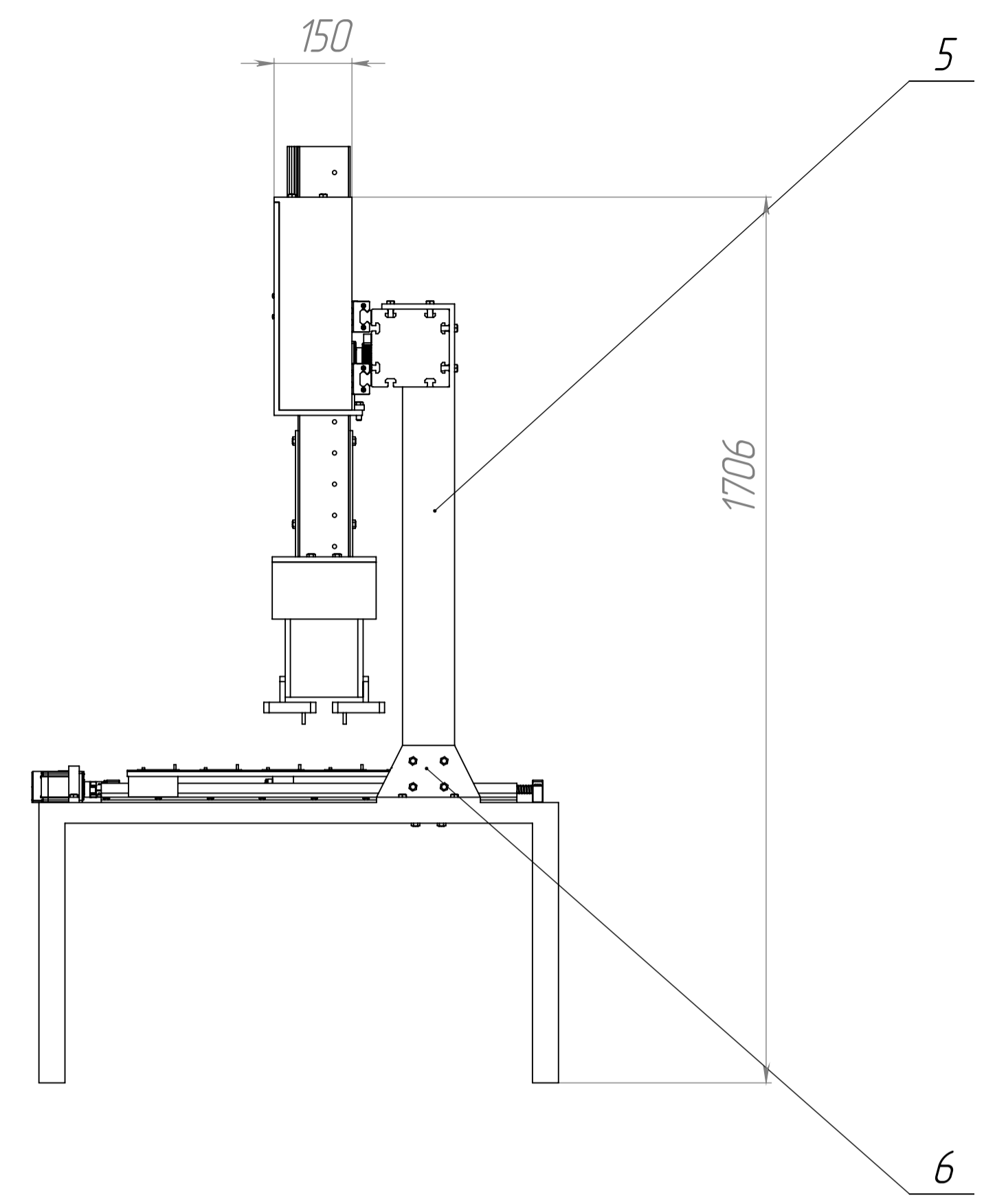
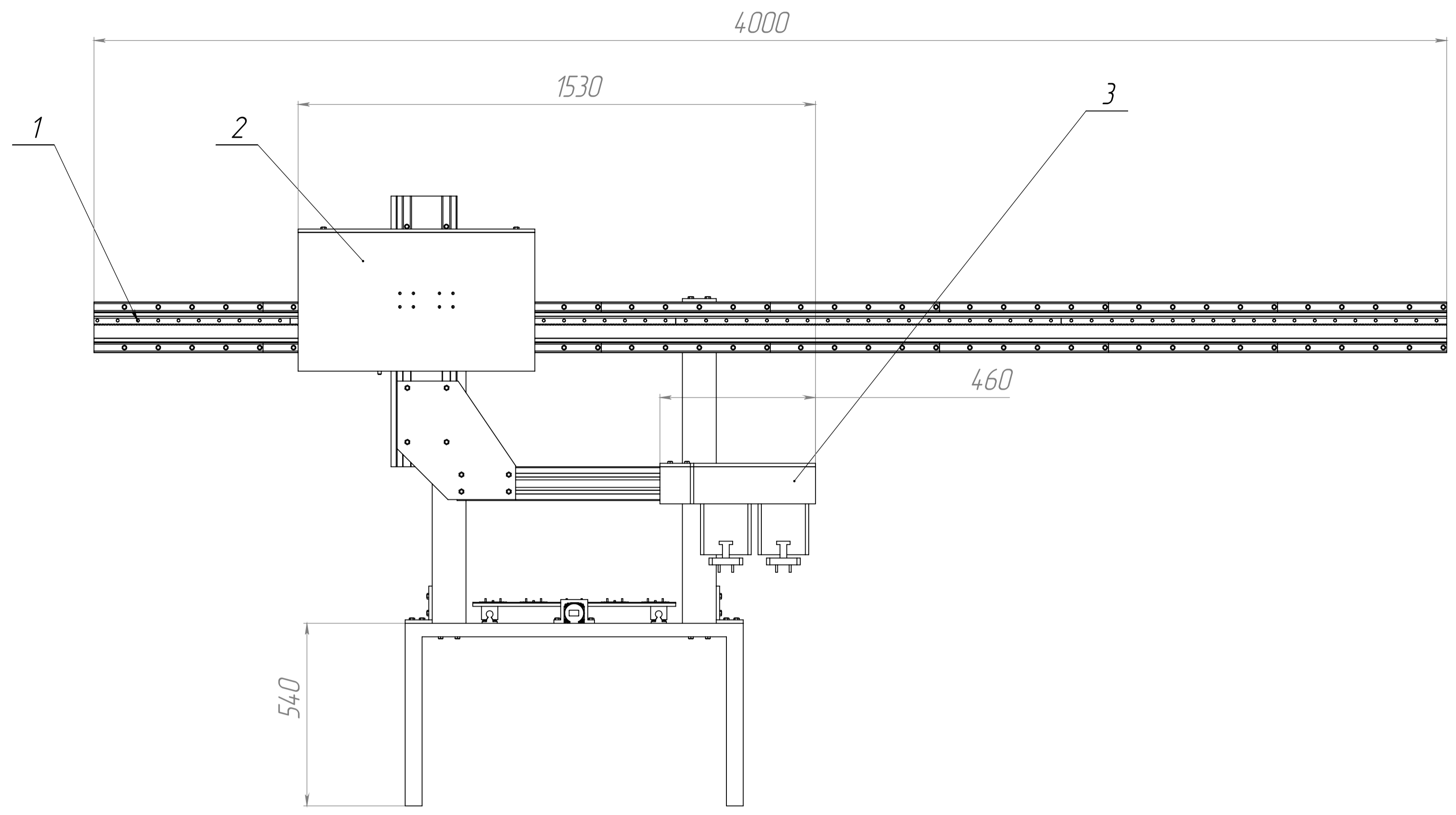
080 Фрезерна  
УМС-500

085 Контрольна  
Стіл контролю

Перв. примен.  
Справ. №

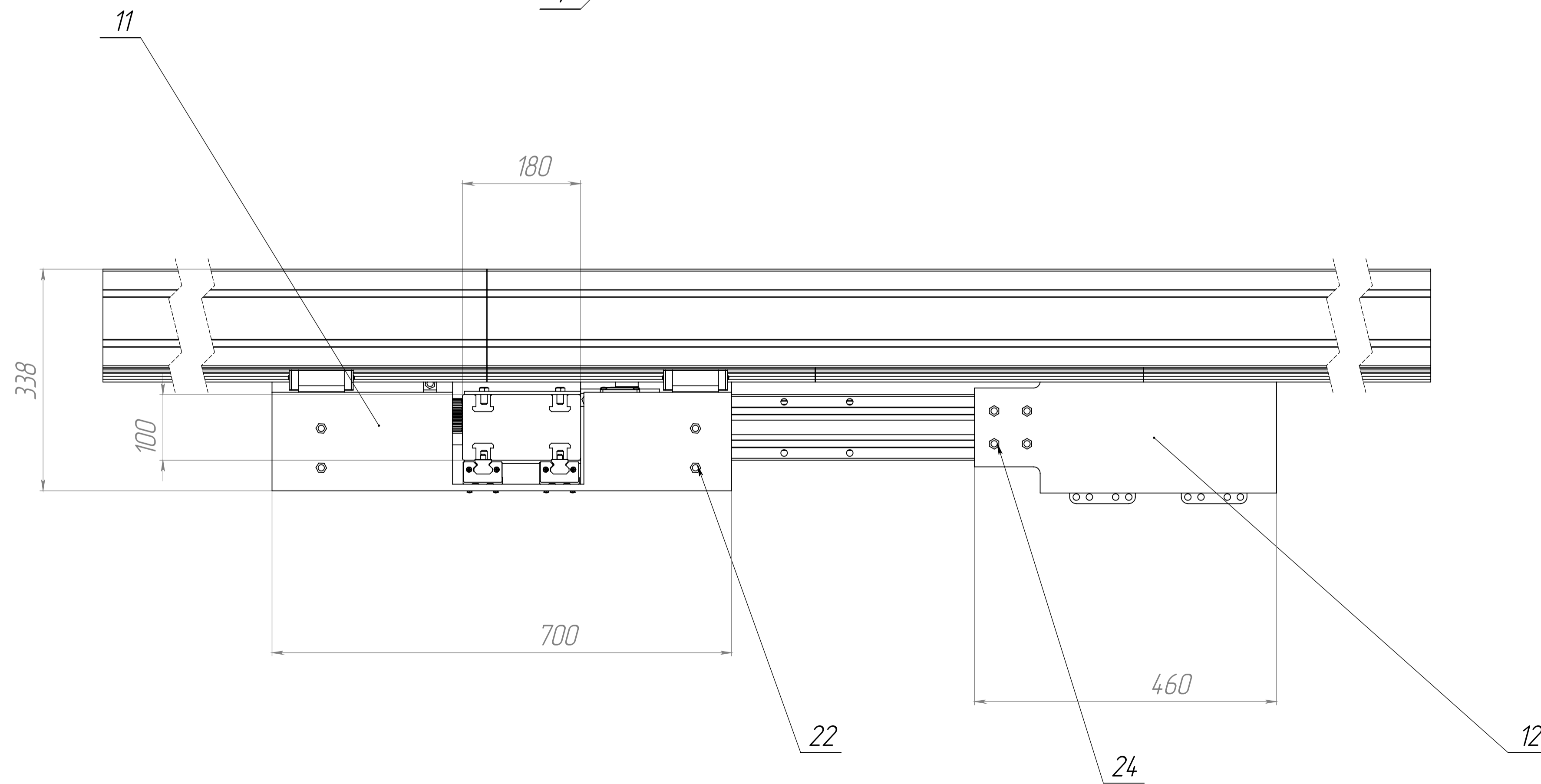
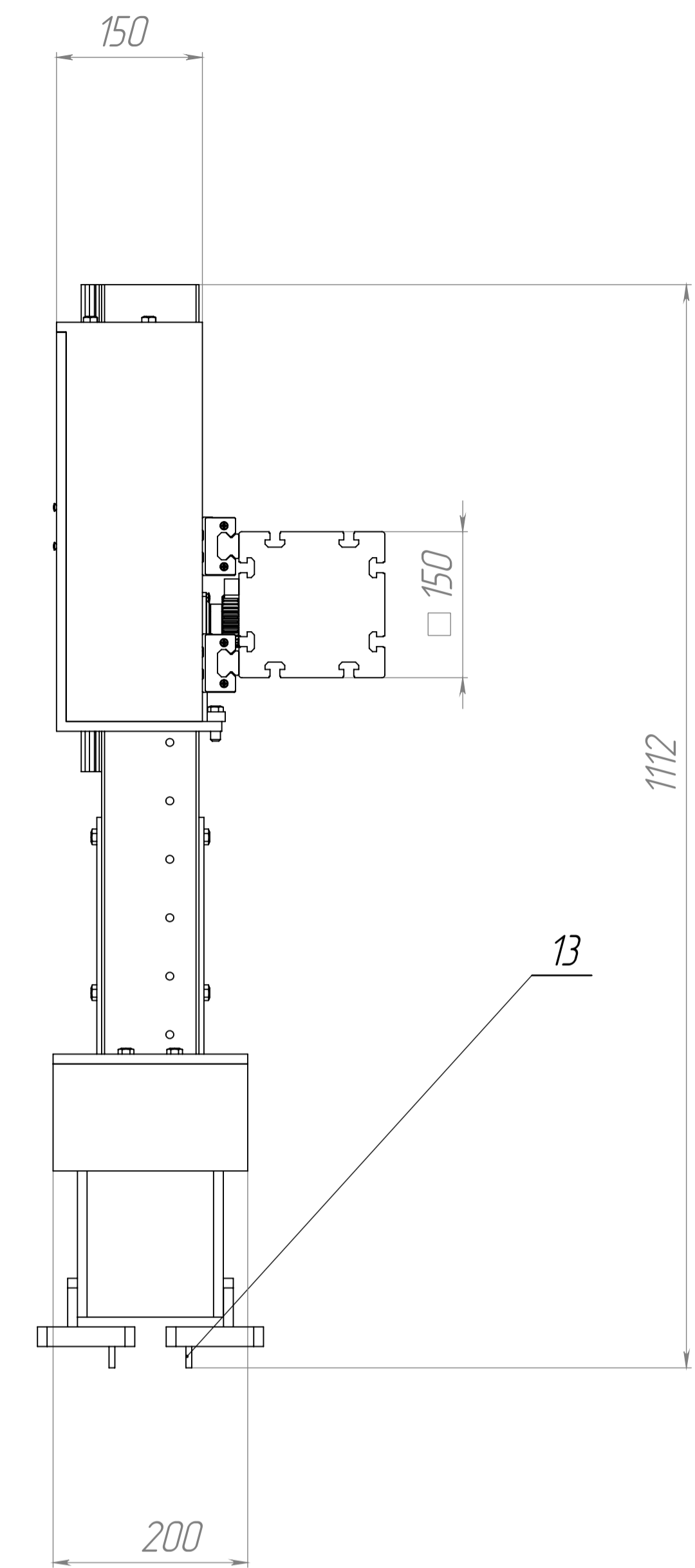
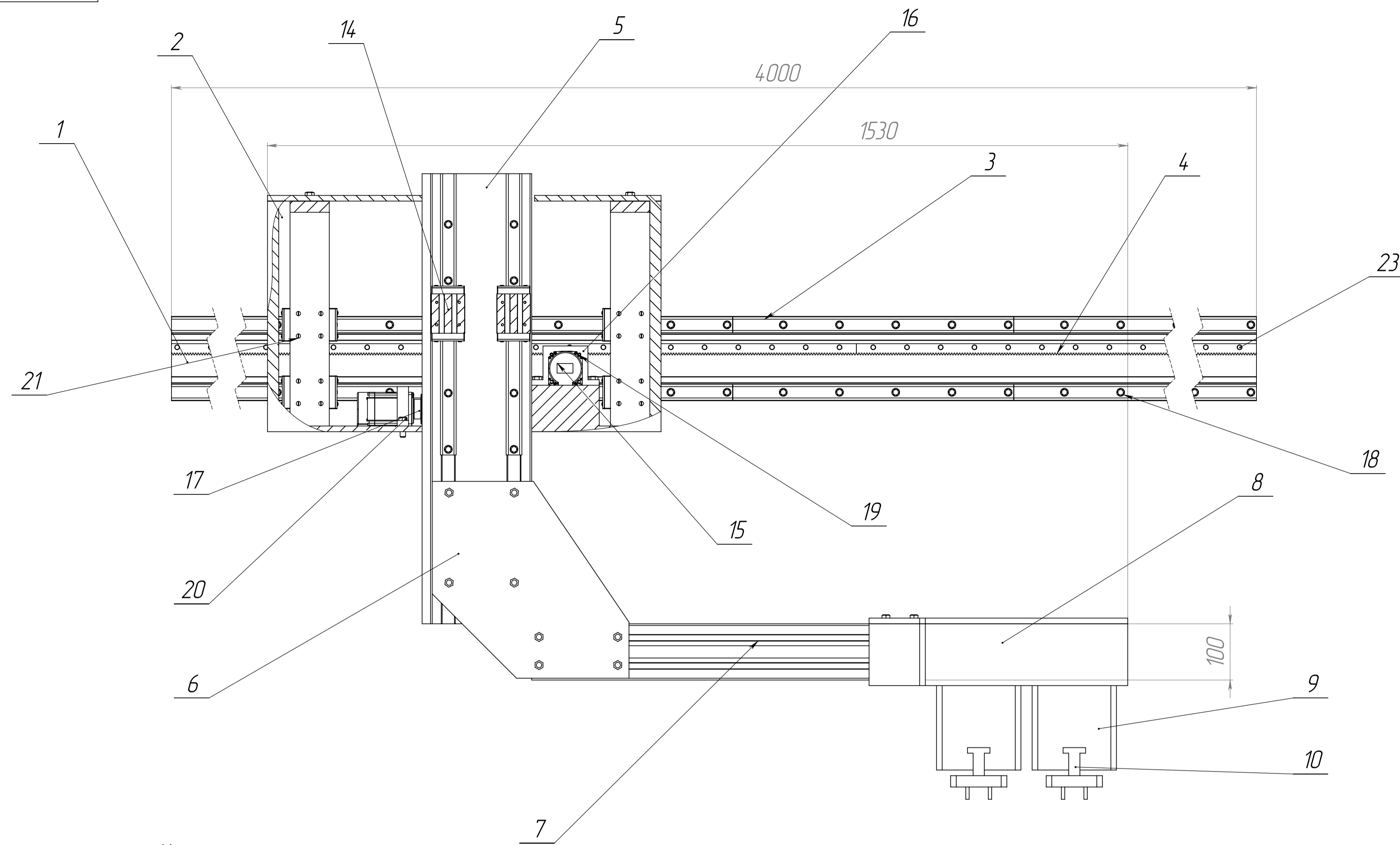
Инд. № подл.  
Взам. инд. №  
Инд. № дубл.  
Подп. и дата

ДП.ПБ7110.1702.003 СХ							
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Схема технологічного процесу	Лист	Масштаб
Разраб.	Сираш В.О.					1:1	
Проб.	Стельмах Н.В.					Лист	Листов
Т.контр.							
Н.контр.							
Утв.							
						ПБФ,ПБ-71	



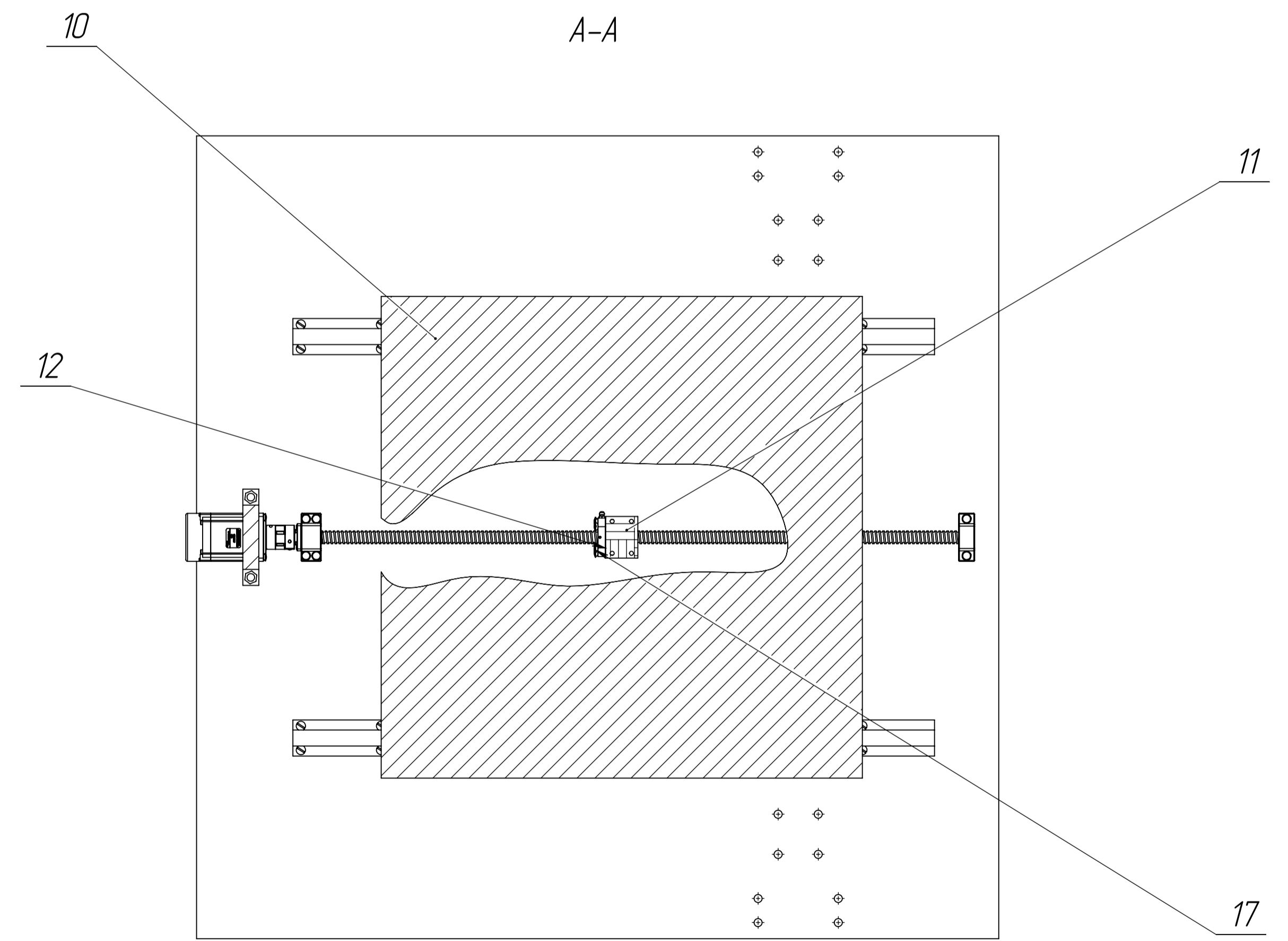
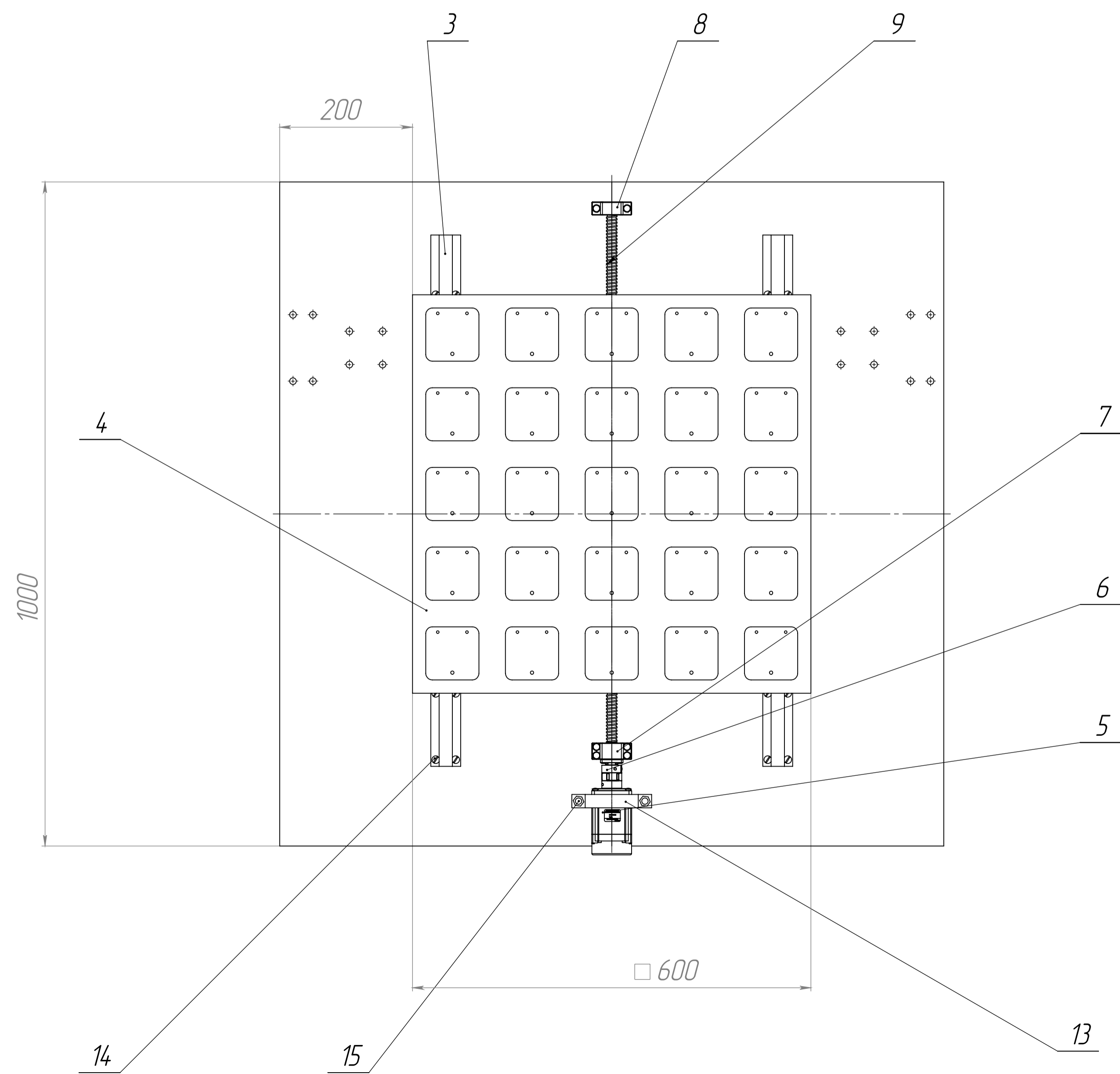
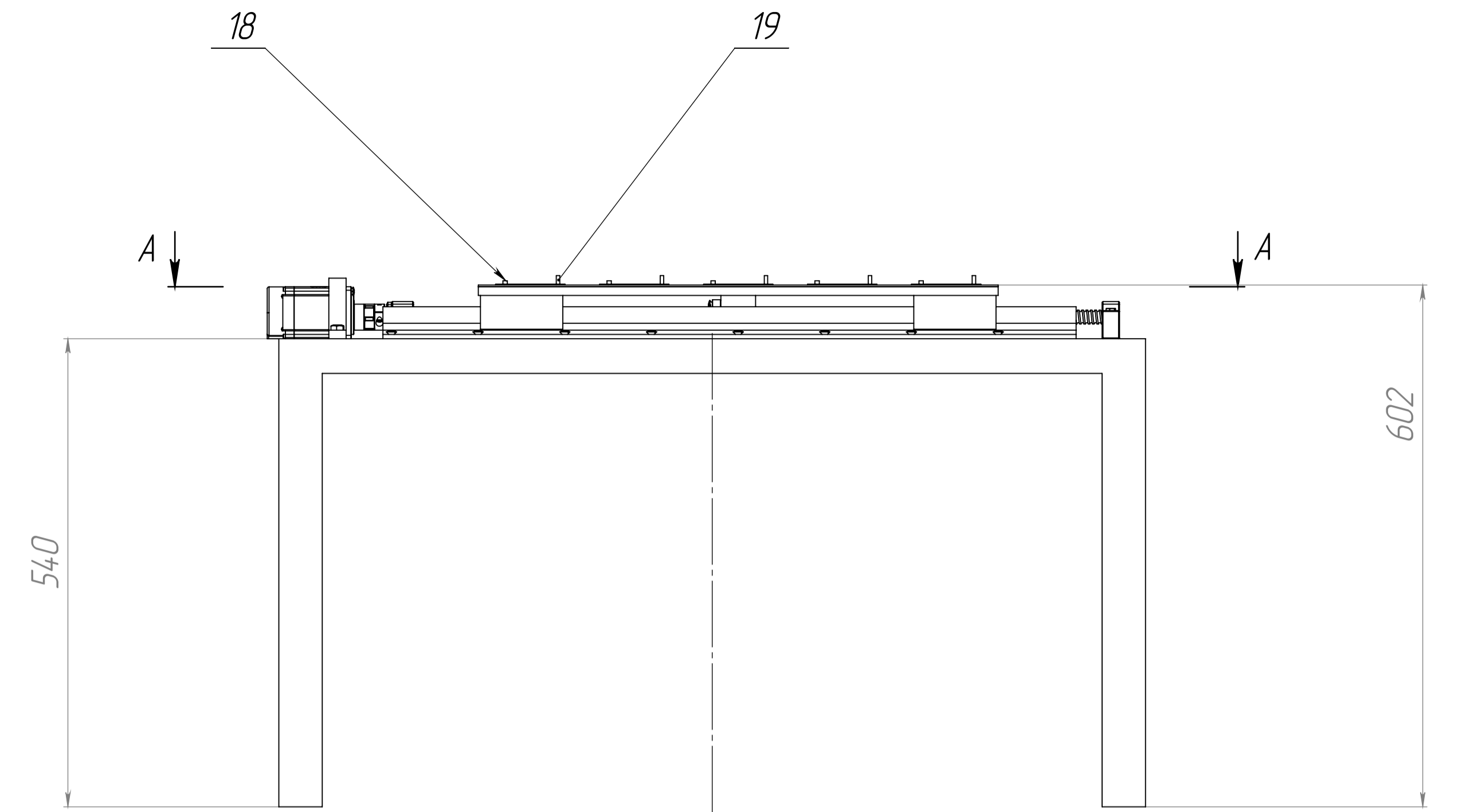
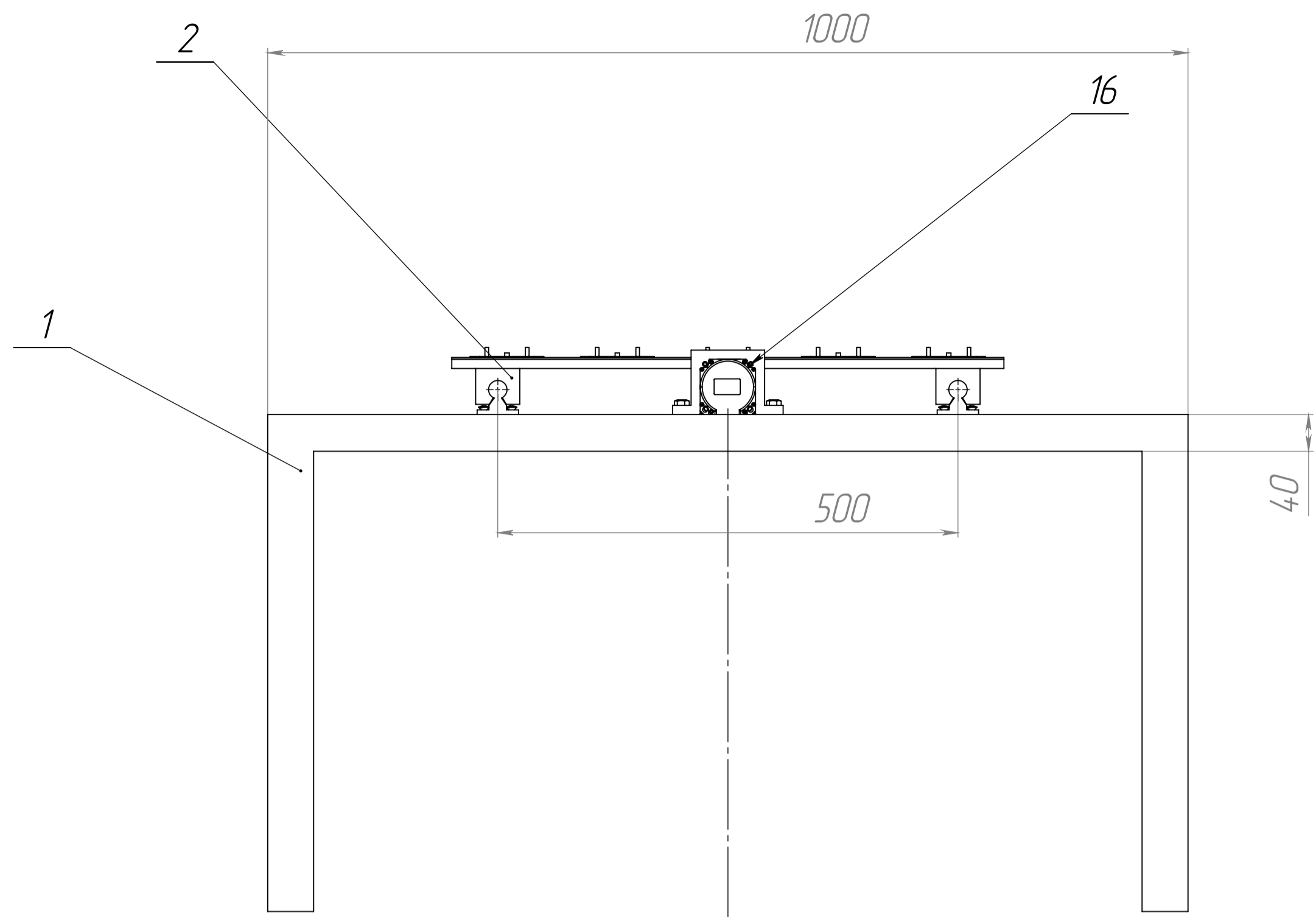
1. Розміри для довідок  
2. Обладнання УМС-500

				ДП.ПБ7110.1702.004 СК			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Сирош В.О.					1:10
Пров.		Степелях Н.В.					
Т. контр.					Лист 1	Листов 1	
Н. контр.					ПБФ, ПБ-71		
Утв.							



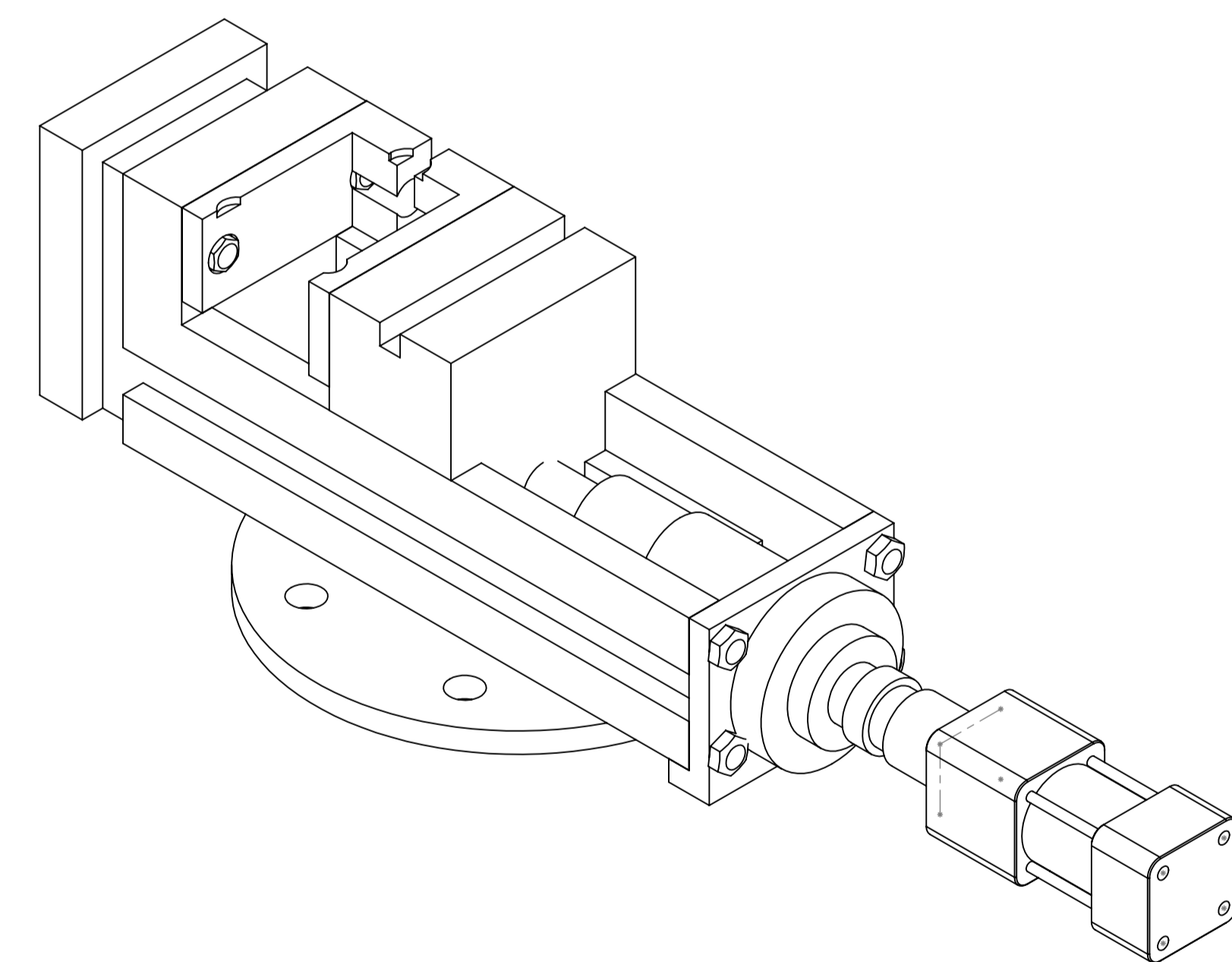
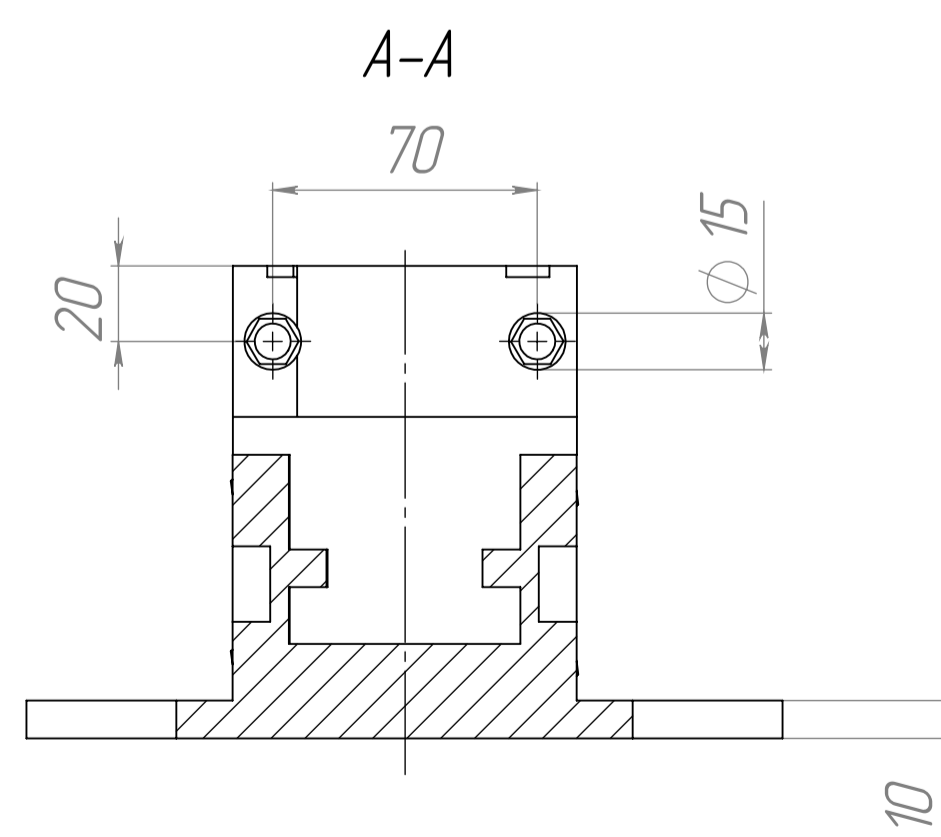
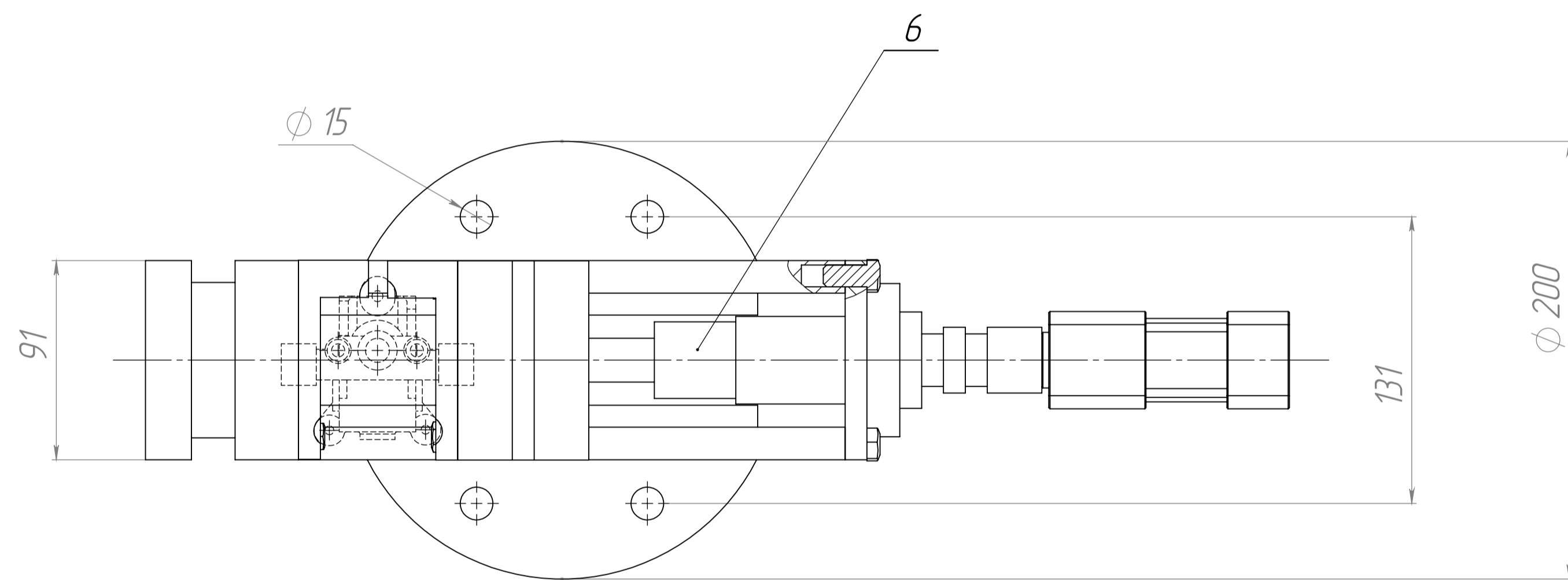
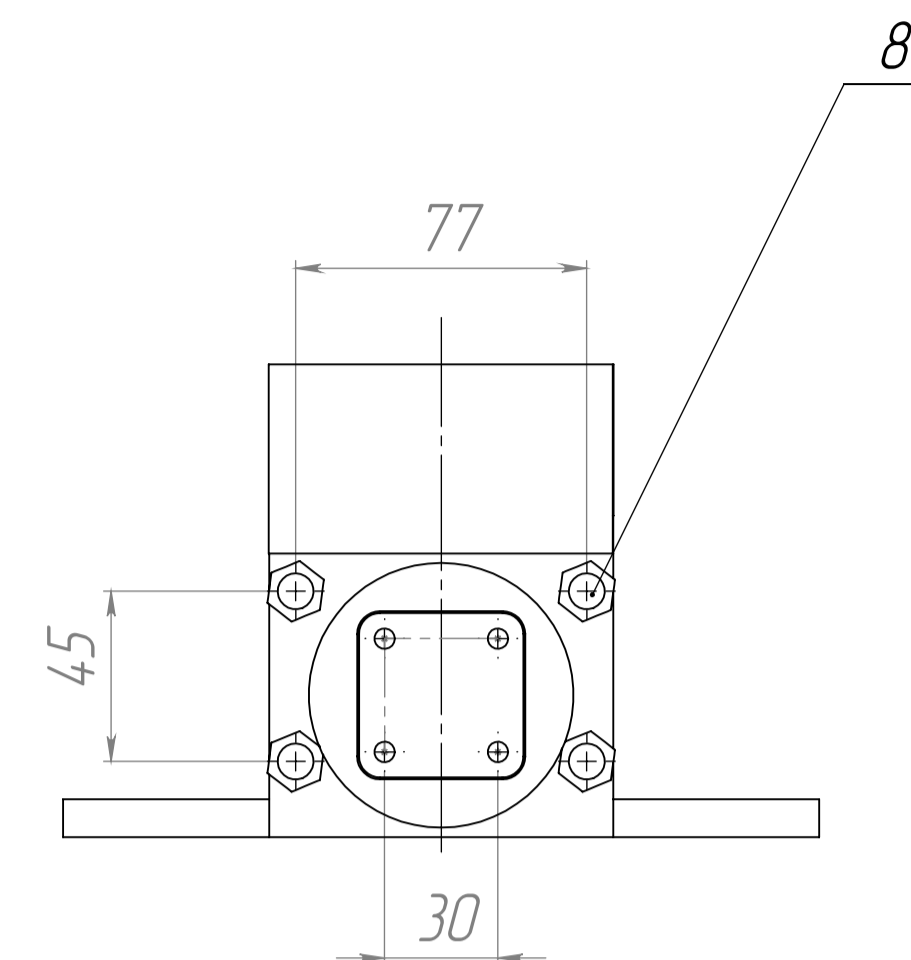
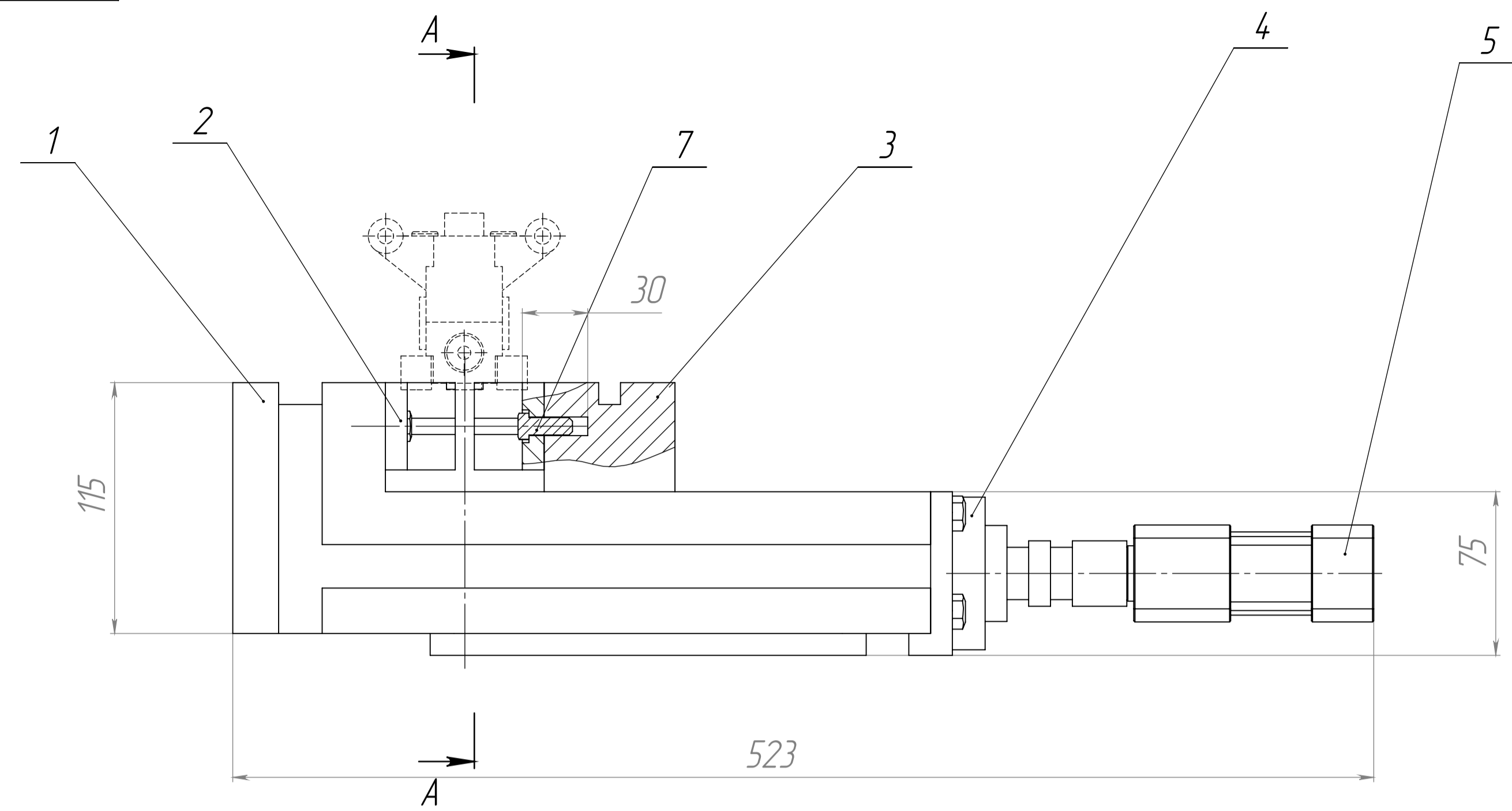
1. Розміри для довідок
2. Обладнання ІМС-500

				ДП.ПБ7110.1702.005 СК		
				Автоматизований завантажувач. Рухомий блок		
Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Сорош В.О.					15
Пров.	Степелях Н.В.					
Т. контр.				Лист 1	Листов 1	
Н. контр.				ПБФ, ПБ-71		
Утв.						



1. Розміри для довідок  
2. Обладнання ІМС-500

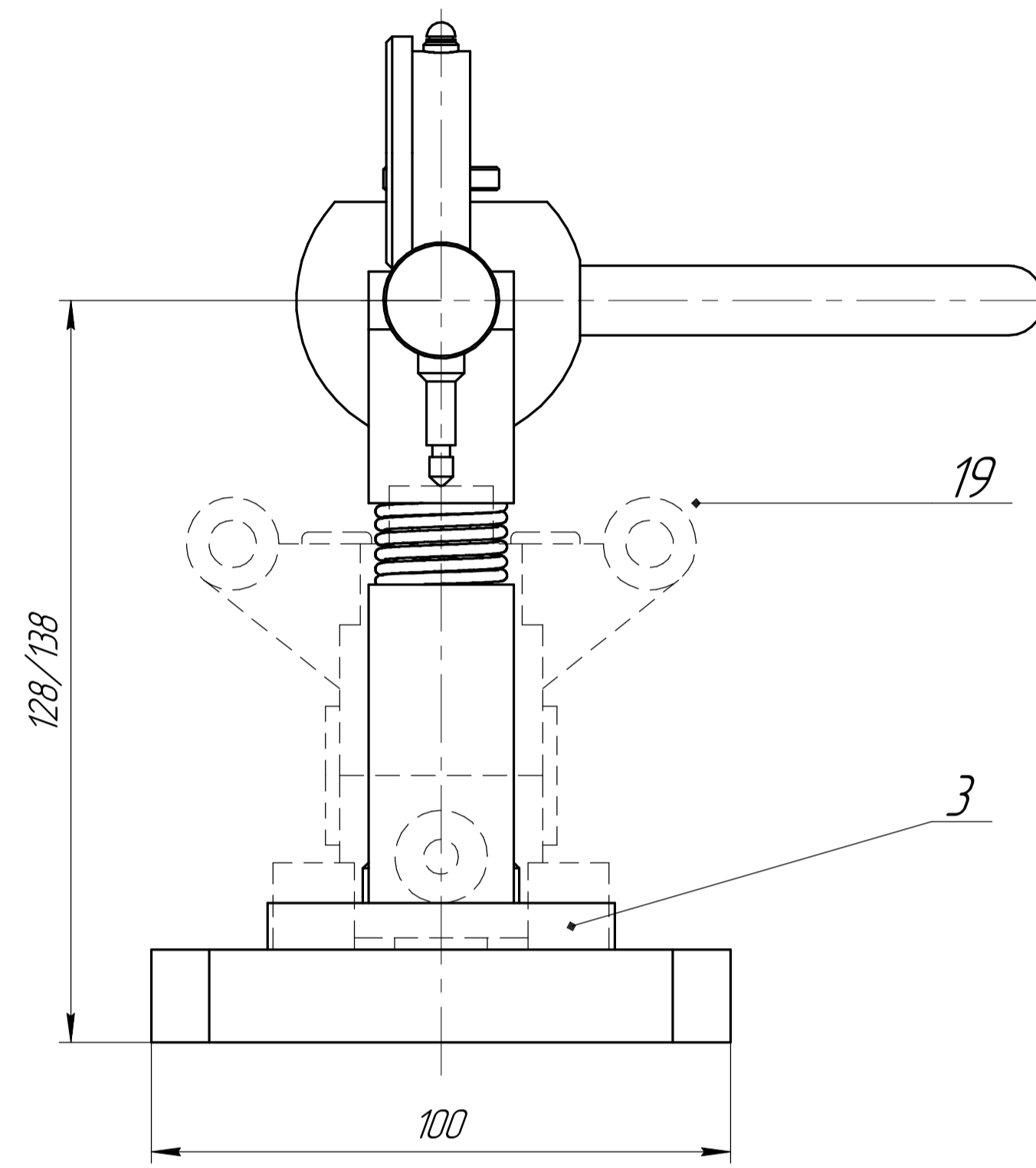
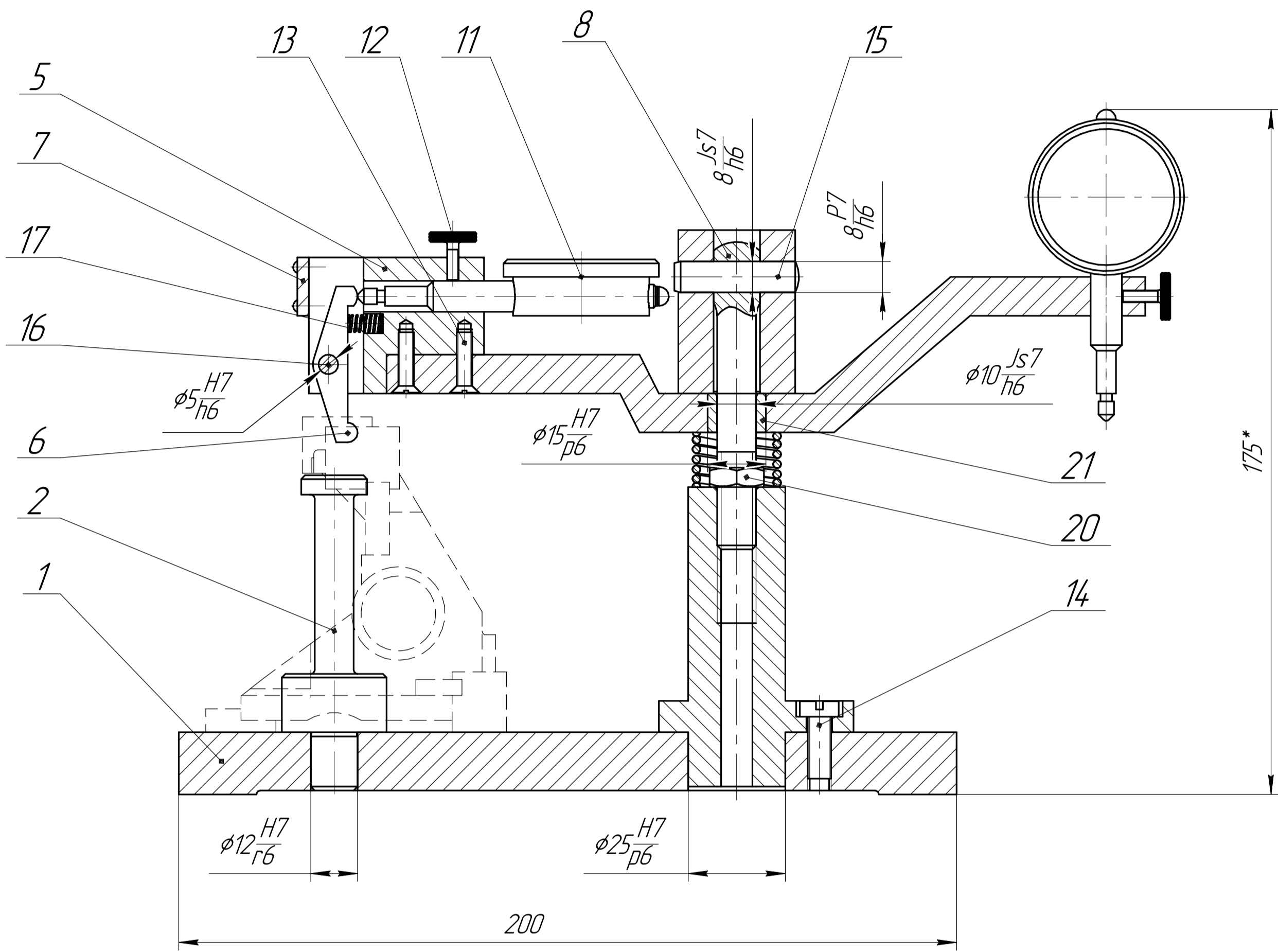
				ДП.ПБ7110.1702.006 СК		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Автоматизований завантажувач. Стіл	
Разраб.		Сирош В.О.			Лит.	Масштаб
Пров.		Степелях Н.В.				15
Т. контр.					Лист 1	Листов 1
Н. контр.					ПБФ, ПБ-71	
Утв.						



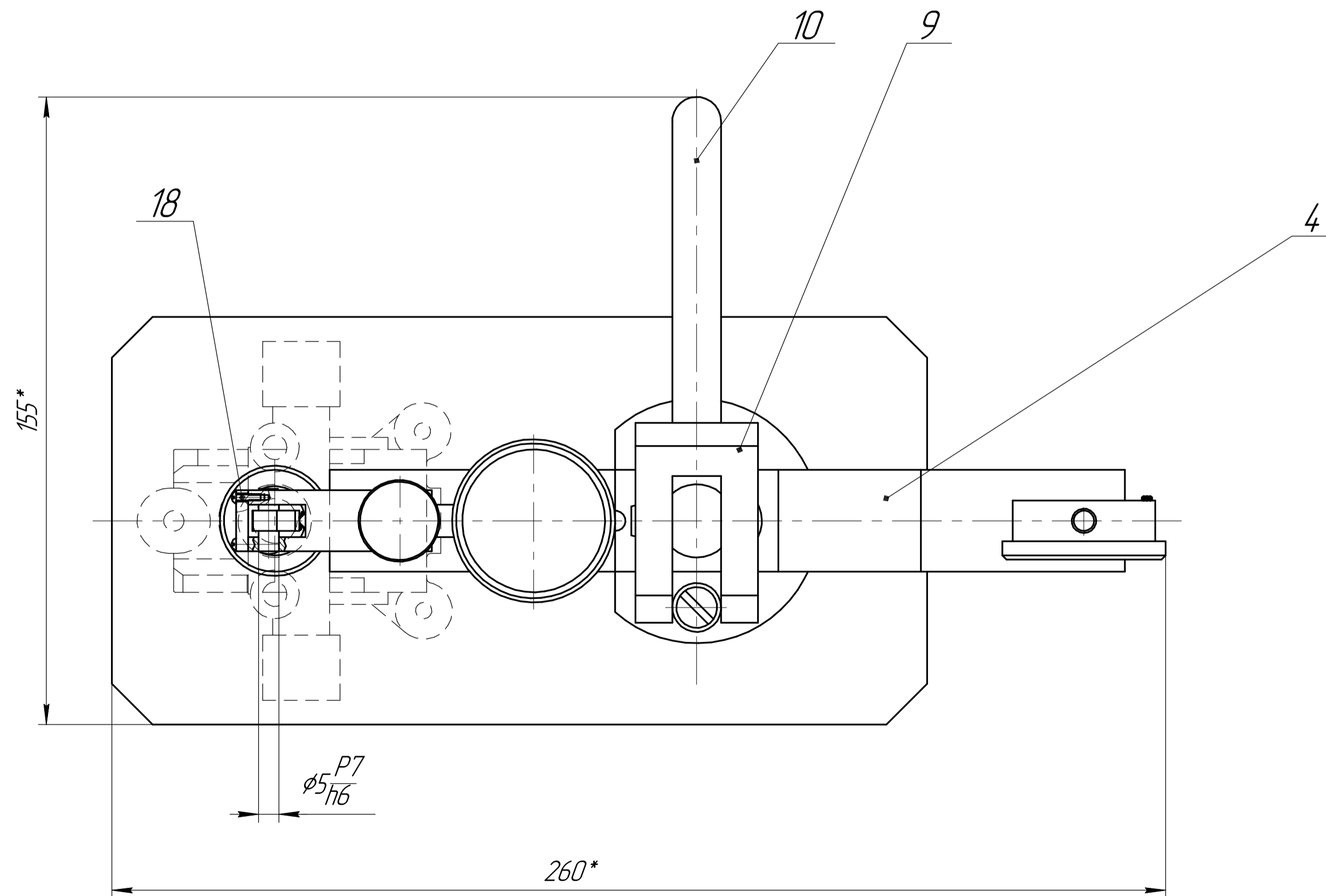
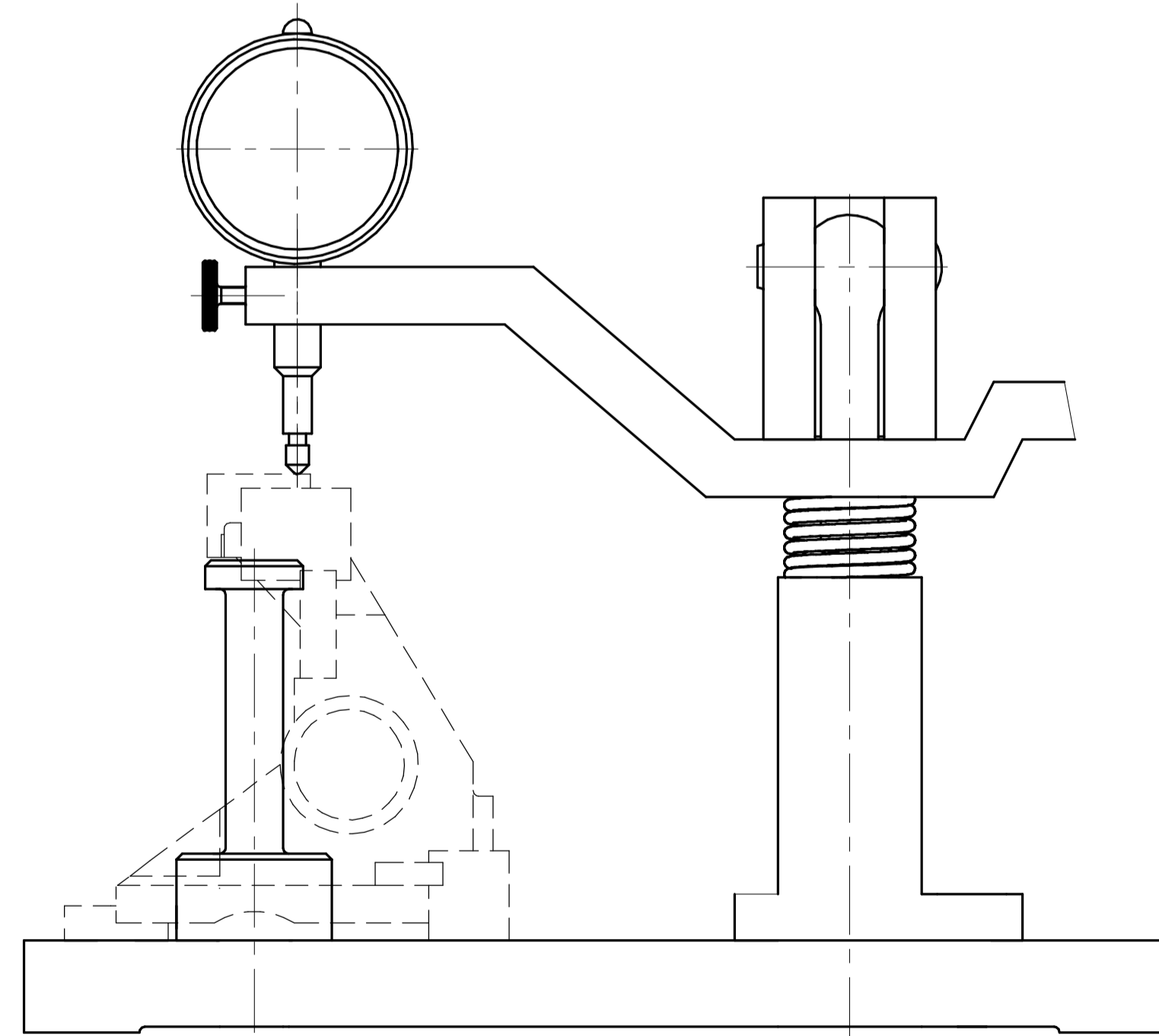
1. Розміри для довідок
2. Маркувати ДП.ПБ7110.1702.007 СК
3. Обладнання ІМС-500

				ДП.ПБ7110.1702.007 СК		
Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Сирош В.О.					1:2
Пров.	Степелях Н.В.					
Т. контр.						
Н. контр.						
Утв.						
				Лист 1		Листов 1
				ПБФ, ПБ-71		

ДП.ПБ.7110.1702.008 СК



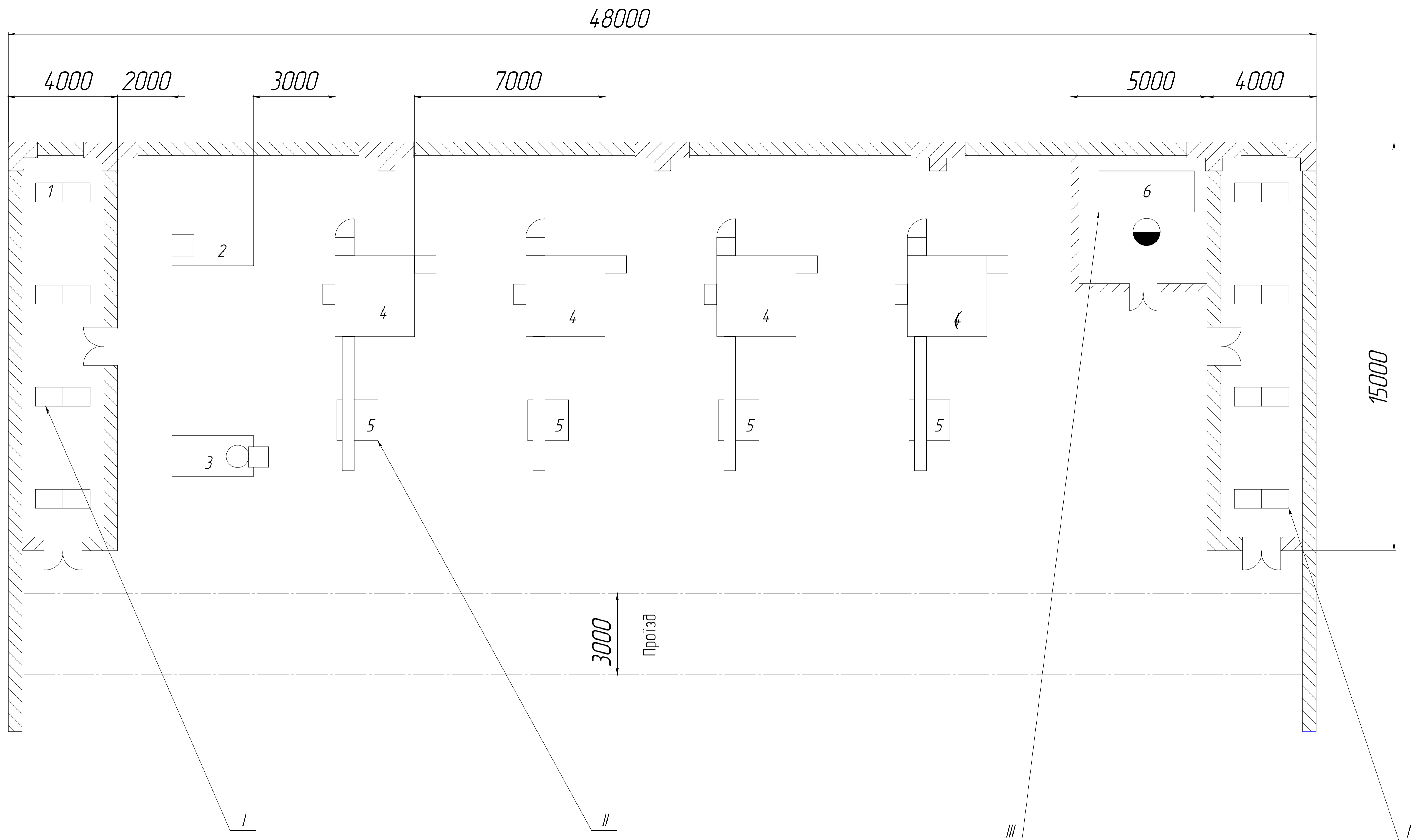
Позиція 2  
Вимірювання неперпендикулярності



1. \*Разміри для довідок
2. Рухомі частини змастити мастилом ЦІАТИМ ГОСТ 9433-80
3. Періодичний контроль після виготовлення партії деталей
4. Маркувати: ДП.ПБ.7110.1702.008 СК

ДП.ПБ.7110.1702.008 СК				Лист	Маса	Масштаб
Контрольне пристосування складальне креслення				11		
Лист	Листов	1				
Лист	Листов	1				
ПБФ, ПБ-71						
Копіюваль				Формат А1		

Лист № 1  
Лист № 2  
Лист № 3  
Лист № 4  
Лист № 5  
Лист № 6  
Лист № 7  
Лист № 8  
Лист № 9  
Лист № 10  
Лист № 11  
Лист № 12  
Лист № 13  
Лист № 14  
Лист № 15  
Лист № 16  
Лист № 17  
Лист № 18  
Лист № 19  
Лист № 20  
Лист № 21  
Лист № 22  
Лист № 23  
Лист № 24  
Лист № 25  
Лист № 26  
Лист № 27  
Лист № 28  
Лист № 29  
Лист № 30  
Лист № 31  
Лист № 32  
Лист № 33  
Лист № 34  
Лист № 35  
Лист № 36  
Лист № 37  
Лист № 38  
Лист № 39  
Лист № 40  
Лист № 41  
Лист № 42  
Лист № 43  
Лист № 44  
Лист № 45  
Лист № 46  
Лист № 47  
Лист № 48  
Лист № 49  
Лист № 50

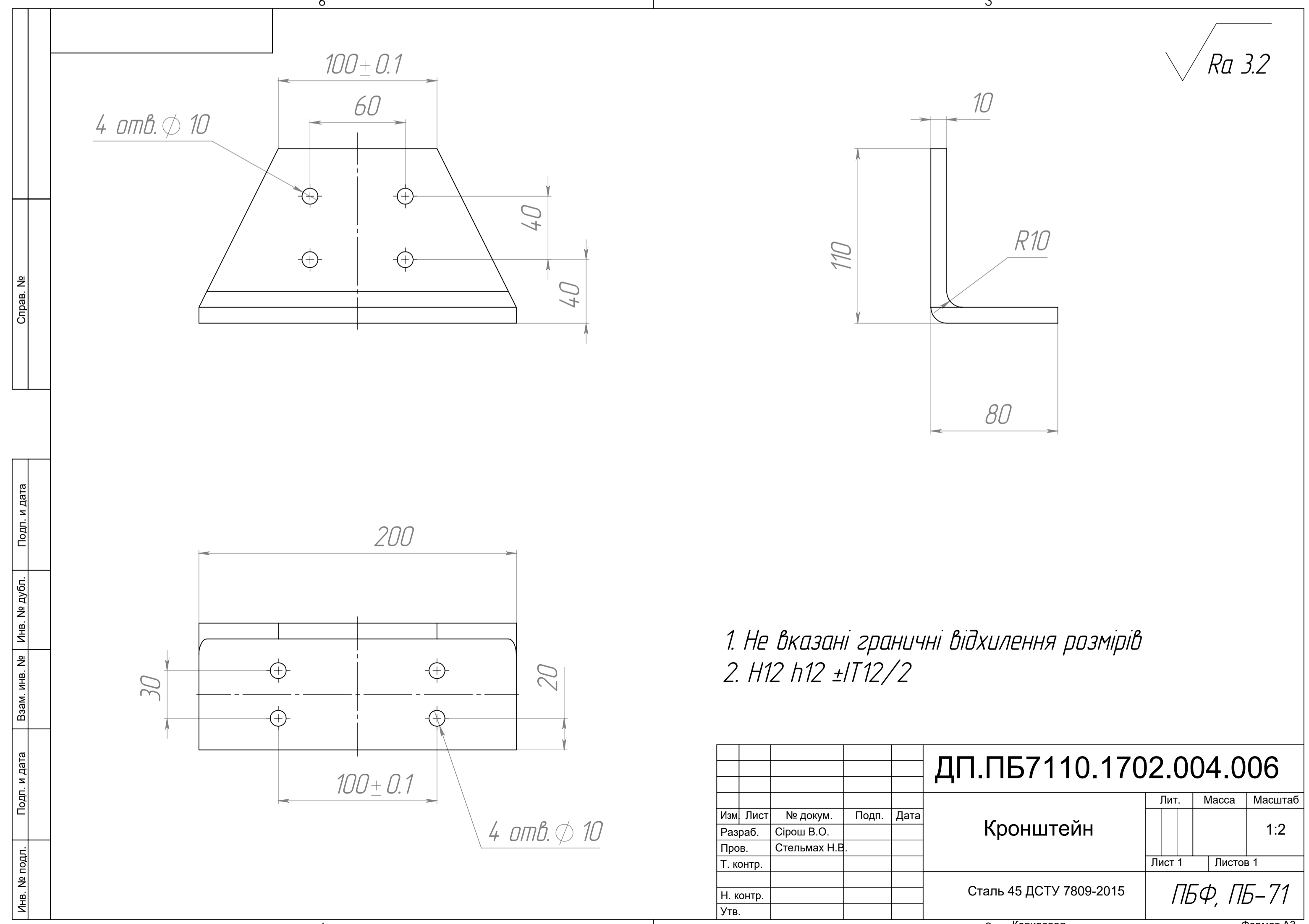
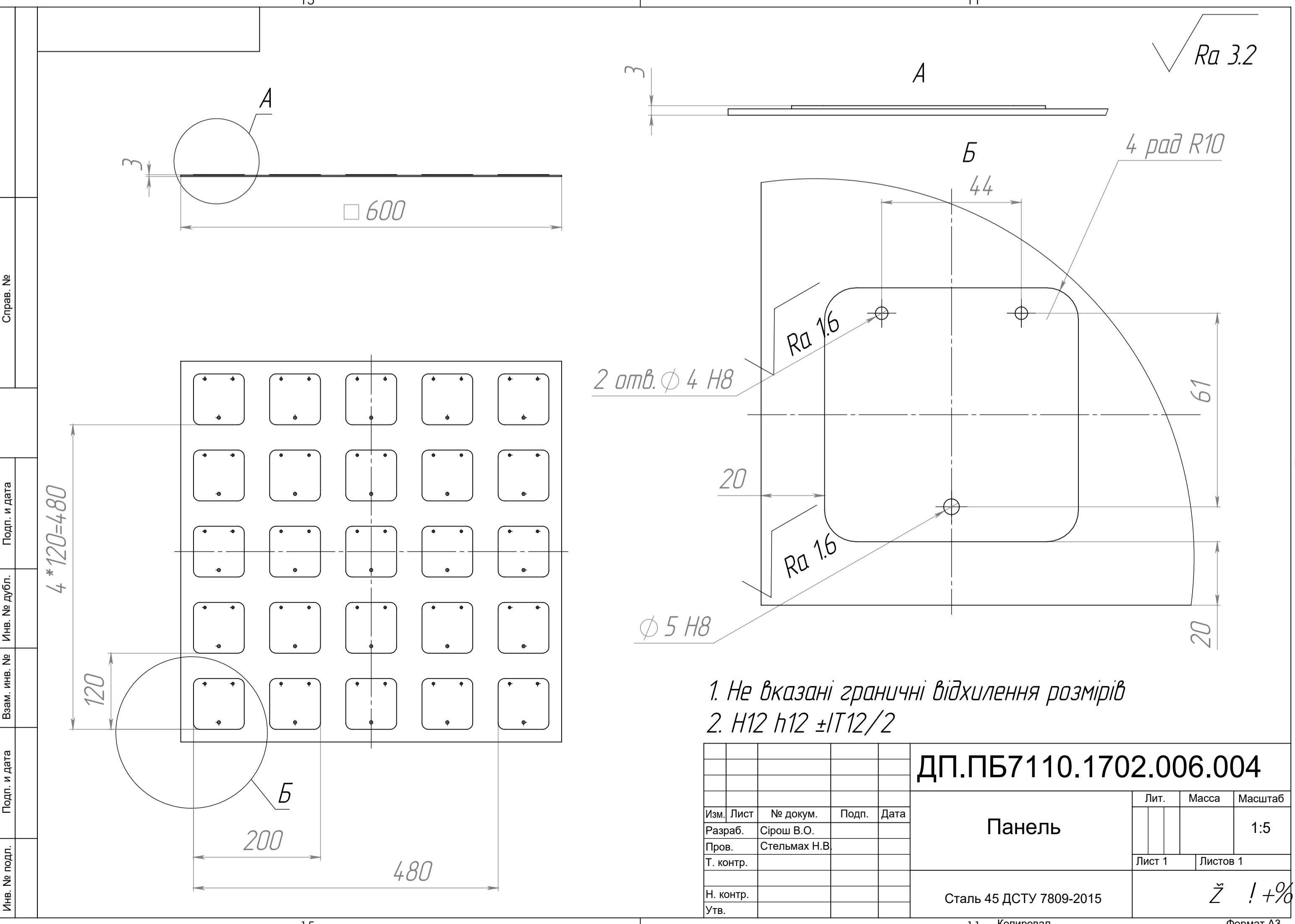
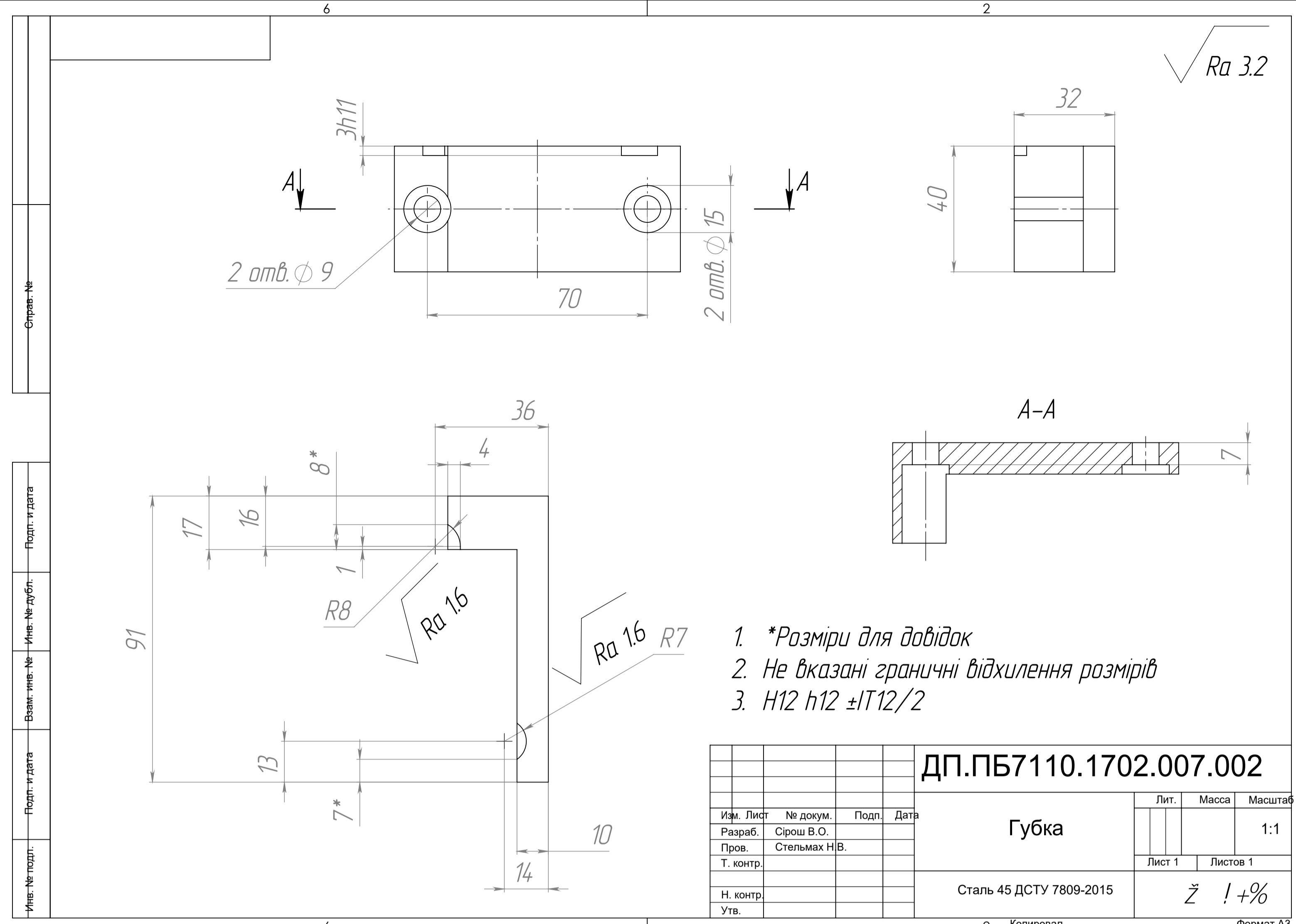
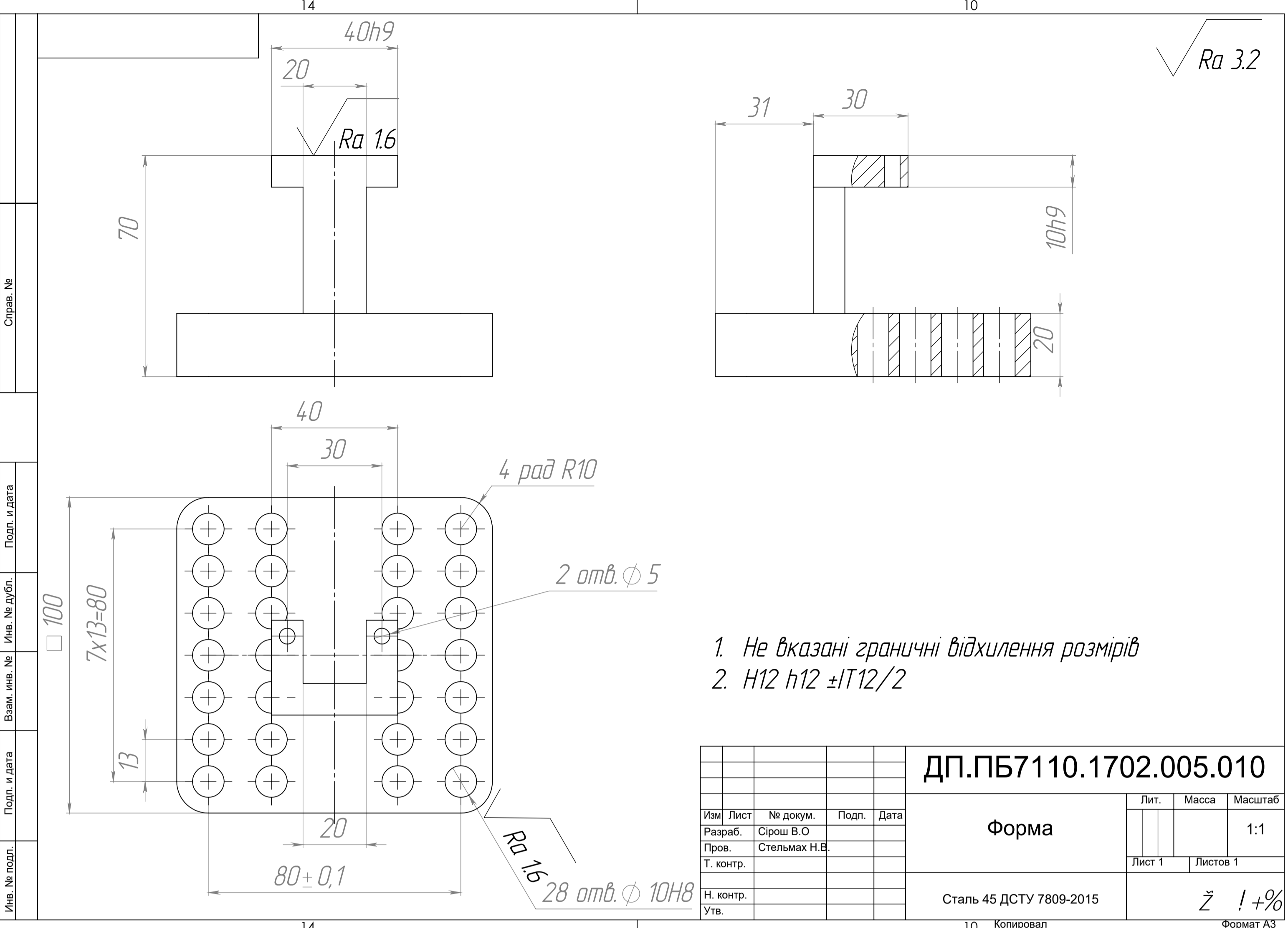


- Примітка*
- I - склад заготовок*
  - II - ділянка механічної обробки*
  - III - контроль*
  - IV - склад деталей*
  - 1 - стелаж*
  - 2 - слюсарний верстат*
  - 3 - універсально фрезерний верстат*
  - 4 - фрезерний верстат з ЧПК УМС-500*
  - 5 - автоматизований завантажувач*
  - 6 - контрольний стіл*

ДП.ПБ 7110.1702.009

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Сирош В.О.					1:75
Пров.		Степанов Н.В.					
Т. контр.					Лист 1	Листов 1	
Н. контр.					ПБФ, ПБ-71		
Утв.							

Изм. № подл. Подп. и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата Справа № Перепр. примен.



# **Додаток Б**

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кол.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A <sub>1</sub>			ДП.ПБ7110.1702.004 СК	Складальне креслення	1	
				<u>Складальні одиниці</u>		
A <sub>1</sub>	1		ДП.ПБ7110.1702.004.001	Лінія СК	1	
A <sub>1</sub>	2		ДП.ПБ7110.1702.004.002	Корпус СК	1	
A <sub>1</sub>	3		ДП.ПБ7110.1702.004.003	Завантажувач СК	1	
A <sub>1</sub>	4		ДП.ПБ7110.1702.004.004	Стіл СК	1	
				<u>Деталі</u>		
A <sub>3</sub>	5		ДП.ПБ7110.1702.004.005	Стійка	2	
A	6		ДП.ПБ7110.1702.004.006	Кронштейн	2	

					ДП.ПБ7110.1702.004 СП		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Сірош В.О.			Лист.	Аркуш	Аркушів
Перев.		Стельмах Н.В.				1	
Н.контр.					ПБФ, ПБ-71		
Затв.							
Автоматизований завантажувач							

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кол.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A <sub>1</sub>			ДП.ПБ7110.1702.005 СК	Складальне креслення	1	
				<u>Деталі</u>		
A <sub>2</sub>	1		ДП.ПБ7110.1702.005.001	Профіль 150x150	1	
A <sub>2</sub>	2		ДП.ПБ7110.1702.005.002	Корпус	1	
A <sub>3</sub>	3		ДП.ПБ7110.1702.005.003	Рельса	24	
A <sub>3</sub>	4		ДП.ПБ7110.1702.005.004	Рейка	6	
A <sub>3</sub>	5		ДП.ПБ7110.1702.005.005	Профіль 180x100	1	
A <sub>3</sub>	6		ДП.ПБ7110.1702.005.006	Кут	2	
A <sub>3</sub>	7		ДП.ПБ7110.1702.005.007	Профіль 100x100	1	
A <sub>3</sub>	8		ДП.ПБ7110.1702.005.008	Тримач	1	
A <sub>3</sub>	9		ДП.ПБ7110.1702.005.009	Циліндр	2	
A <sub>3</sub>	10		ДП.ПБ7110.1702.005.010	Форма	4	
A <sub>3</sub>	11		ДП.ПБ7110.1702.005.011	П образна кришка	1	
A <sub>3</sub>	12		ДП.ПБ7110.1702.005.012	Кришка	1	
A <sub>4</sub>	13		ДП.ПБ7110.1702.005.013	Палець	8	
A <sub>3</sub>	14		ДП.ПБ7110.1702.005.014	Каретка	6	
A <sub>3</sub>	15		ДП.ПБ7110.1702.005.015	Двигун	2	
A <sub>3</sub>	16		ДП.ПБ7110.1702.005.016	Кронштейн	2	
A <sub>3</sub>	17		ДП.ПБ7110.1702.005.017	Шестерня	2	
				<u>Стандартні деталі</u>		
		18		Болт М8x20	78	
				ГОСТ 15591-70		

ДП.ПБ7110.1702.005 СП

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Сірош В.О.		
Перев.		Степелях Н.В.		
Н.контр.				
Затв.				

Автоматизований завантажувач. Рухомий блок

Лист.	Аркуш	Аркушів
	1	

ПБФ, ПБ-71



Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кол.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A <sub>1</sub>			ДП.ПБ7110.1702.006 СК	Складальне креслення	1	
				<u>Деталі</u>		
A <sub>2</sub>	1		ДП.ПБ7110.1702.006.001	Стіл	1	
A <sub>3</sub>	2		ДП.ПБ7110.1702.006.002	Каретка	4	
A <sub>3</sub>	3		ДП.ПБ7110.1702.006.003	Вал на опорі	2	
A <sub>2</sub>	4		ДП.ПБ7110.1702.006.004	Панель	1	
A <sub>3</sub>	5		ДП.ПБ7110.1702.006.005	Двигун	1	
A <sub>3</sub>	6		ДП.ПБ7110.1702.006.006	Муфта	1	
A <sub>3</sub>	7		ДП.ПБ7110.1702.006.007	Опора гвинта ВF15	1	
A <sub>3</sub>	8		ДП.ПБ7110.1702.006.008	Опора гвинта ВF12	1	
A <sub>3</sub>	9		ДП.ПБ7110.1702.006.009	Гвинт ШВП	1	
A <sub>3</sub>	10		ДП.ПБ7110.1702.006.010	Платформа	1	
A <sub>3</sub>	11		ДП.ПБ7110.1702.006.011	Тримач гайки ШВП	1	
A <sub>4</sub>	12		ДП.ПБ7110.1702.006.012	Гайка ШВП	1	
A <sub>3</sub>	13		ДП.ПБ7110.1702.006.013	Кронштейн	1	
				<u>Стандартні деталі</u>		
		14	ДП.ПБ7110.1702.006.014	Гвинт М6х35	32	
				ГОСТ 17474-80		
		15	ДП.ПБ7110.1702.006.015	Болт М10х30	2	
				ГОСТ 15591-70		
		16	ДП.ПБ7110.1702.006.016	Гвинт М5х20	2	
				ГОСТ 17474-80		

ДП.ПБ7110.1702.006 СП

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Сірош В.О.		
Перев.		Степелях Н.В.		
Н.контр.				
Затв.				

Автоматизований зава-  
нтажувач. Стіл

Лист.	Аркуш	Аркушів
	1	

ПБФ, ПБ-71



Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кол.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A <sub>1</sub>			ДП.ПБ7110.1702.007 СК	Складальне креслення	1	
				<u>Деталі</u>		
A <sub>3</sub>	1		ДП.ПБ7110.1702.007.001	Корпус	1	
A <sub>4</sub>	2		ДП.ПБ7110.1702.007.002	Губка	2	
A <sub>4</sub>	3		ДП.ПБ7110.1702.007.003	Рухома губка	1	
A <sub>3</sub>	4		ДП.ПБ7110.1702.007.004	Стінка	1	
A <sub>4</sub>	5		ДП.ПБ7110.1702.007.005	Пневматичний циліндр	1	
A <sub>4</sub>	6		ДП.ПБ7110.1702.007.006	Поршень	1	
				<u>Стандартні деталі</u>		
		7	ДП.ПБ7110.1702.007.007	Гвинт М8х20	4	
				ГОСТ 15591-70		
		8	ДП.ПБ7110.1702.007.008	Гвинт М10х20	4	
				ГОСТ 15591-70		

ДП.ПБ7110.1702.007 СП

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата
Розроб.		Сірош В.О.		
Перев.		Стецьмах Н.В.		
Н.контр.				
Затв.				

Пневматичні лещата

Лист.	Аркуш	Аркушів
	1	

ПБФ, ПБ-71

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кол.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A <sub>1</sub>			ДП.ПБ7110.1702.008 СК	Складальне креслення	1	
				<u>Деталі</u>		
A <sub>2</sub>	1		ДП.ПБ7110.1702.008.001	Основа	1	
A <sub>3</sub>	2		ДП.ПБ7110.1702.008.002	Оправка	1	
A <sub>3</sub>	3		ДП.ПБ7110.1702.008.003	Ступиця	1	
A <sub>3</sub>	4		ДП.ПБ7110.1702.008.004	Коромисло	1	
A <sub>4</sub>	5		ДП.ПБ7110.1702.008.005	Кронштейн	1	
A <sub>3</sub>	6		ДП.ПБ7110.1702.008.006	Важіль	1	
A <sub>3</sub>	7		ДП.ПБ7110.1702.008.007	Плита	1	
A <sub>3</sub>	8		ДП.ПБ7110.1702.008.008	Болт	1	
				<u>Стандартні деталі</u>		
		9		Кулачок 7012-0153		
				ГОСТ 12191-66	1	
		10		Рукоятка 7061-0065		
				ГОСТ 8923-69	1	
		11		Індикатор ИЧ02 кл.0		
				ГОСТ 577-68	2	
		12		Гвинт В МЗх16.46		
				ГОСТ 21332-75	2	
		13		Гвинт А.М4х16		
				ГОСТ 17475-80	2	

ДП.ПБ7110.1702.008 СП

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата
Розроб.		Сірош В.О.		
Перев.		Стецьмах Н.В.		
Н.контр.				
Затв.				

Контрольне  
приспосування

Лист.	Аркуш	Аркушів
	1	
ПБФ, ПБ-71		



# **Додаток В**



Дубл.					Взам.					Подл.					ПБ.02141.00001					2
										ПБ.50141.00001										
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тнз.	Тшт				
Р						П	Д или В	Л	т	і	S			п	v					
A 01					020 0108	СЛЕСАРНАЯ					ПБ.60141.00013									
Б 02	Верстак слесарный					18466		2-6						111						
03																				
04																				
A 05					025 4234	ФРЕЗЕРНАЯ С ЧПУ					ПБ.60141.00019; ПБ.20141.00145									
Б 06	УМС-500					15474		2-4						111	3.65	2.15				
07																				
08																				
A 09					030 4234	ФРЕЗЕРНАЯ С ЧПУ					ПБ.60141.00026; ПБ.20141.00027									
Б 10	УМС-500					15474		2-4						111	14.2	1.372				
11																				
12																				
A 13					035 4234	ФРЕЗЕРНАЯ С ЧПУ					ПБ.60141.00030; ПБ.20141.00031									
Б 14	УМС-500					15474		2-4						111	9	0.926				
15																				
16																				
17																				

Дубл.					Взам.					Подл.					ПБ.02141.00001					3
										ПБ.50141.00001										
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тнз.	Тшт				
Р						П	Д или В	Л	т	і	S			п	v					
A 01					040 4234 ФРЕЗЕРНАЯ С ЧПУ	ПБ.60141.00034; ПБ.20141.00035														
Б 02	УМС-500					15474	2-4						111		7	0.316				
03																				
04																				
A 05					045 4234 ФРЕЗЕРНАЯ С ЧПУ	ПБ.60141.00038; ПБ.20141.00039														
Б 06	УМС-500					15474	2-4						111		5.85	0.551				
07																				
08																				
A 09					050 4234 ФРЕЗЕРНАЯ С ЧПУ	ПБ.60141.00046; ПБ.20141.00047														
Б 10	УМС-500					15474	2-4						111		6.5	0.251				
11																				
12																				
A 13					055 4234 ФРЕЗЕРНАЯ С ЧПУ	ПБ.60141.00050; ПБ.20141.00051														
Б 14	УМС-500					15474	2-4						111		6.5	0.238				
15																				
16																				
17																				

Дубл.	Взам.	Подл.											ПБ.02141.00001		4			
															ПБ.50141.00001			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тнз.	Тшт			
Р					П	Д или В	Л	т	і	S			п	v				
A 01					060	4234	ФРЕЗЕРНАЯ	С	ЧПУ	ПБ.60141.00054; ПБ.20141.00055								
Б 02	УМС-500													15474	2-4	111	6.5	0.279
	03																	
	04																	
A 05					065	4234	ФРЕЗЕРНАЯ	С	ЧПУ	ПБ.60141.00058; ПБ.20141.00059								
Б 06	УМС-500													15474	2-4	111	6	0.284
	07																	
	08																	
A 09					070	4234	ФРЕЗЕРНАЯ	С	ЧПУ	ПБ.60141.00062; ПБ.20141.00063								
Б 10	УМС-500													15474	2-4	111	6	0.901
	11																	
	12																	
A 13					075	4234	ФРЕЗЕРНАЯ	С	ЧПУ	ПБ.60141.00066; ПБ.20141.00067								
Б 14	УМС-500													15474	2-4	111		1.15
	15																	
	16																	
	17																	



Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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


ПБ.02141.00001

1

Разраб.	Сирош			ИТЧУ "КПИ" им. И.						
Проверил				Сукорского						ПБ.60141.00003
Утвердил	Стельмах									
Т.контр.										
Н.контр.										005

Наименование операции		Материал	Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЭ	КОИД
ЛИТЬЕ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ		АК12 ДСТУ 2839-94			163	126.6			133.5	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы	Т <sub>а</sub>	Т <sub>б</sub>	Т <sub>пз</sub>	Т <sub>шт.</sub>	СОЖ			
			10	0.112	8	10.112				

Р	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	v
0 01	1. Выполнить литье под давлением						0.12	10
02								
03								
04								
05								
06								
07								
08								
09								
10								
11								
12								
13								



Дубл.														
Взам.														
Подл.														

ПБ.02141.00001

1

Разраб.	Сирош			НТЧУ "КПИ" им. И.										
Проверил				Сукорского										
Утвердил	Стельмах													
Т.контр.														
Н.контр.														

ПБ.60141.00011

Корпус

015

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
СЛЕСАРНАЯ	АК12 ДСТУ 2839-94		163	126.6		133.5	
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	T <sub>α</sub>	T <sub>β</sub>	T <sub>γ</sub>	T <sub>шт.</sub>	СОЖ	
Верстак слесарный							

Р	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	v
0 01								
1. Установить и закрепить деталь								
T 02								
ПР. 7827-0295 Тиски ГОСТ 4045-75								
03								
0 04								
2. Зачистить облой по контуру детали								
T 05								
СЛ. 2820-0022 Напильник ГОСТ 1465-80; 2827-0067 Надфиль ГОСТ 1513-77								
06								
07								
08								
09								
10								
11								
12								
13								

Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				

ПБ.02141.00001

1

Разраб.	Сирош			НТЧУ "КПИ" им. И.																		
Проверил				Сукорского																		
Утвердил	Стельмах																					
Т.контр.																						
Н.контр.																						

ПБ.60141.00013

Корпус

020

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
СЛЕСАРНАЯ	АК12 ДСТУ 2839-94		163	126.6		133.5	
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	Ta	Tb	Tpz	Tшт.	СОЖ	
Верстак слесарный							

Р	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	v
0 01								
	1. Установить и закрепить деталь							
T 02	ПР. 7827-0295 Тиски ГОСТ 4045-75							
03								
0 04	2. Притереть плоскость Б							
T 05	ВИ. 2с 250x250 П2 63С М40 МА Шкурка ГОСТ 6456-82							
06	СИ. 2-1-250x250 Плита ГОСТ 10905-86; ЛД-1-200 Линейка ГОСТ 8026-92							
07								
08								
09								
10								
11								
12								
13								

Дубл.														
Взам.														
Подл.														

ПБ.02141.00001

1

Разраб.	Сирош			НТУУ "КПИ" им. И.										
Проверил				Сукорского										
Утвердил	Стельмах													
Т.контр.														
Н.контр.														

ПБ.60141.00019

Корпус

025

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
ФРЕЗЕРНАЯ С ЧПУ	АК12 ДСТУ 2839-94		163	126.6		133.5	
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	Ta	Tb	Trz	Tшт.	СОЖ	
UMC-500		box-To	box-Tb	box-Trz	box-Tsht		

Р	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	v
0 01	1. Установить и закрепить деталь							
T 02	ПР. Тиски							
03								
0 04	2. Сверлить отверстие 1					0.01	0.018	
T 05	ПИ. 2300-7301 Сверло $\phi$ 6.3 P18 ГОСТ 12122-77							
P 06		6.3	5	0.75	1	0.043	2200	43
07								
0 08	3. Фрезеровать отверстие 1					0.03	0.002	
T 09	ПИ. 2220-0491 Фреза $\phi$ 6.5 P6M5 ГОСТ 16225-81							
P 10		6.5	5	0.1	1	3.3	1900	38
11								
0 12	4. Фрезеровать отверстия 2					0.03	0.57	
T 13	ПИ. 2220-0491 Фреза $\phi$ 3 P6M5 ГОСТ 16225-81							

Только для некоммерческого использования !

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

--	--	--	--	--

							ПБ.02141.00001			2
							ПБ.60141.00019			025

Р	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	v
Р 01		5	15	0.5	1	0.162	13000	122
02								
03								
04								
05								
06								
07								
08								
09								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								

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

Только для некоммерческого использования!





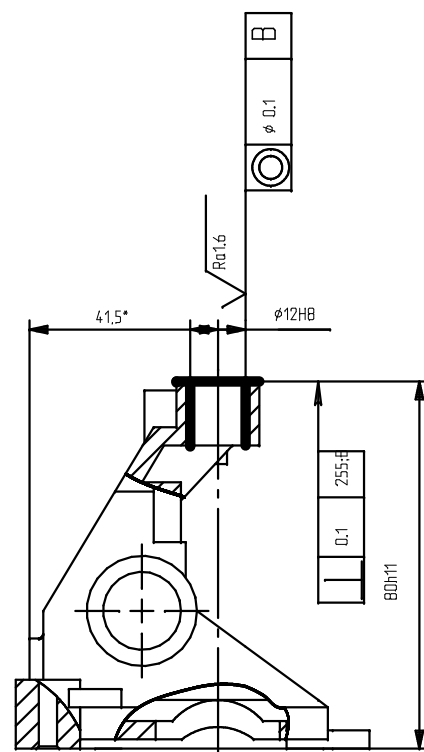
Дубл.			
Взам.			
Подл.			


ПБ.02141.00001

1

Разраб.	Сирош			НТУУ "КПИ" им. И.					
Проверил				Сикорского					ПБ.20141.00027
Утвердил	Стельмах								
Т.контр.									
Н.контр.						Корпус			030

3.2 ✓ (M)



\*Размер для справок

Дубл.														
Взам.														
Подл.														

ПБ.02141.00001 1

Разраб.	Сирош			НТУУ "КПИ" им. И.										
Проверил				Сукорского										
Утвердил	Стельмах													
Т.контр.														
Н.контр.														

ПБ.60141.00030

Корпус

035

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
ФРЕЗЕРНАЯ С ЧПУ	AK12 ДСТУ 2839-94		163	126.6		133.5	
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	Ta	Tb	Tpz	Tшт.	СОЖ	
UMC-500		0.28	0.57	9	0.926		

Р	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	v
0 01	1. Фрезеровать отверстия 1						0.03	0.2
T 02	ПИ. 2220-0491 Фреза $\phi$ 5 P6M5 ГОСТ 16225-81							
P 03		19.2	50	2.2	1	0.2	1100	34
04								
0 05	2. Подрезать торец 2						0.02	0.021
T 06	ПИ. 2220-0491 Фреза $\phi$ 5 P6M5 ГОСТ 16225-81							
P 07		24	12	0.5	1	0.25	900	28
08								
09								
10								
11								
12								
13								

Только для неkomмерческого использования!

Документ разработан с использованием САП/САМ/САРР системы АДЕМ



Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

ПБ.02141.00001	1
----------------	---

Разраб.	Сирош			ИТЧУ "КПИ" им. И. Сукорского						
Проверил									ПБ.60141.00034	
Утвердил	Стельмах									
Т.контр.				Корпус						
Н.контр.										040

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
ФРЕЗЕРНАЯ С ЧПУ	AK12 ДСТУ 2839-94		163	126.6		133.5	
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	T <sub>α</sub>	T <sub>β</sub>	T <sub>ρз</sub>	T <sub>шт.</sub>	СОЖ	
UMC-500		0.053	0.24	7	0.316		

Р	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	v
0 01	1. Подрезать торец 1						0.03	0.021
T 02	РИ. 2220-0491 Фреза ø10 P6M5 ГОСТ 16225-81							
P 03		24	12	0.5	1	0.25	900	28
04								
05								
06								
07								
08								
09								
10								
11								
12								
13								

Только для некоммерческого использования !

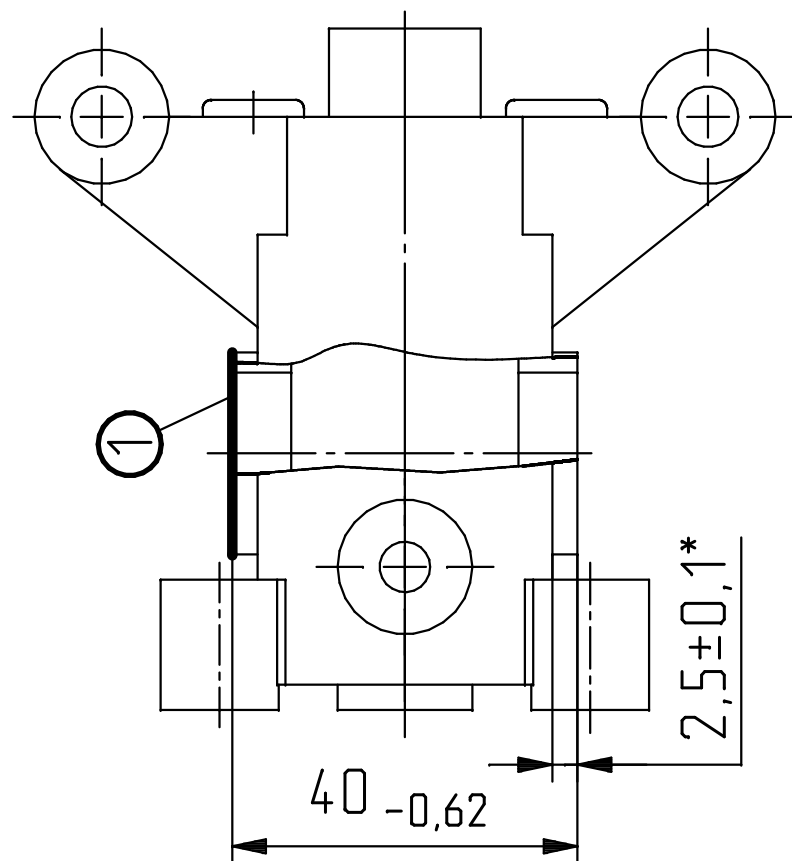
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

ПБ.02141.00001

1

Разраб.	Сирош			НТУУ "КПИ" им. И.					
Проверил				Сукорского					ПБ.20141.00035
Утвердил	Стельмах								
Т.контр.									
Н.контр.					Корпус				040

3,2  
▽

\*Размер для справок



Дубл.			
Взам.			
Подл.			

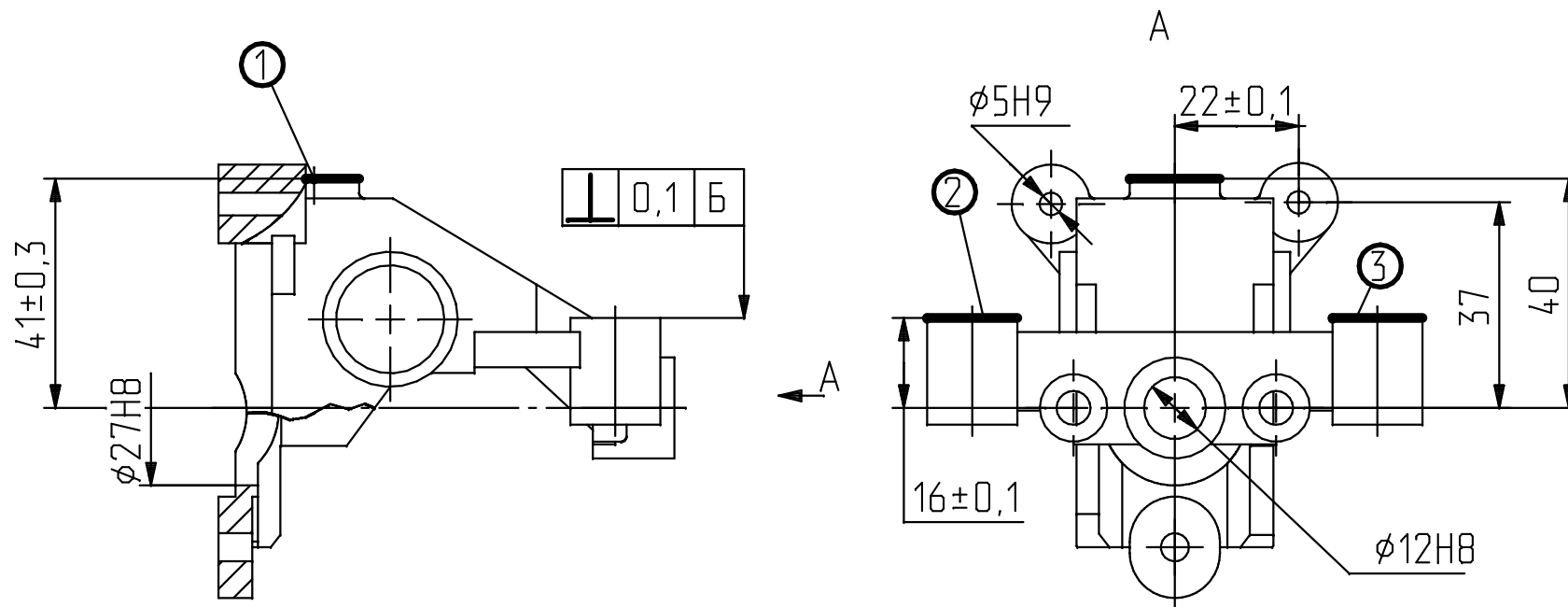
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ПБ.02141.00001

1

Разраб.	Сирош			НТЧУ "КПИ" им. И.							
Проверил				Сукорского					ПБ.20141.00039		
Утвердил	Стельмах										
Т.контр.											
Н.контр.											
								Корпус			045

3,2



\*Размеры для справок



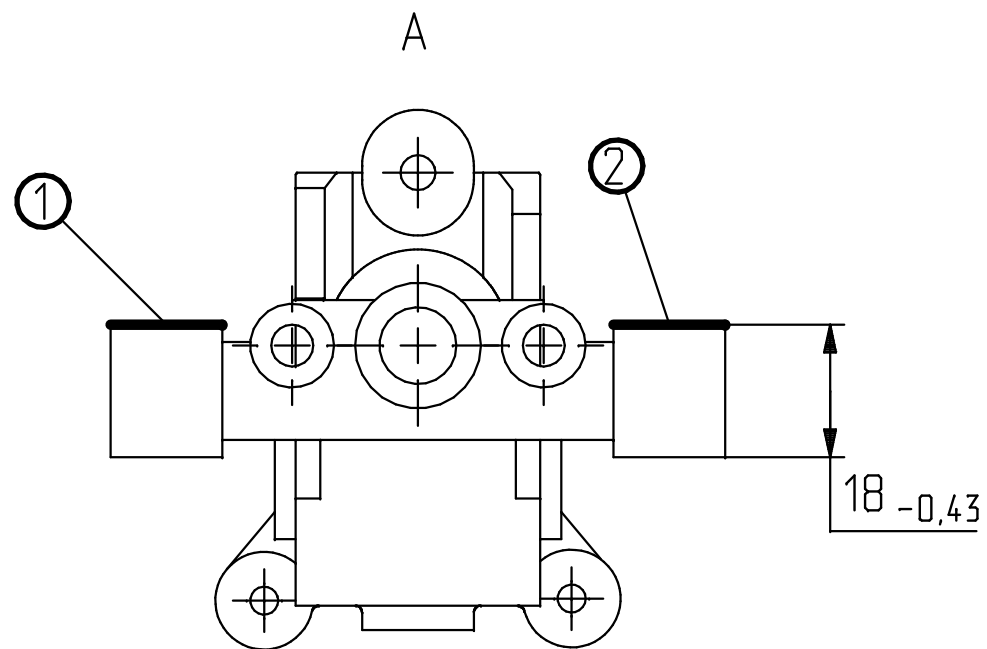
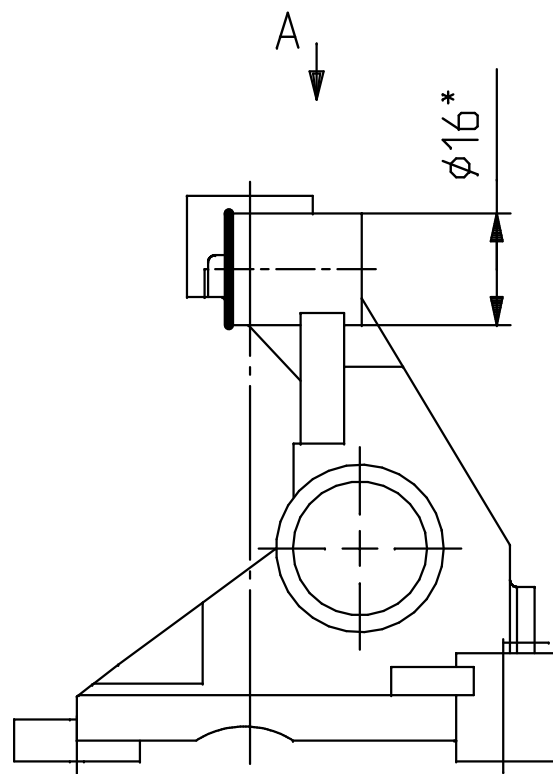
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

ПБ.02141.00001

1

Разраб.	Сирош			НТУУ "КПИ" им. И.					
Проверил				Сукорского					ПБ.20141.00047
Утвердил	Стельмах								
Т.контр.									
Н.контр.							Корпус		050



\*Размер для справок



Дубл.			
Взам.			
Подл.			

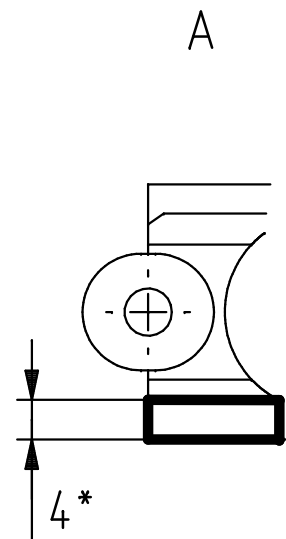
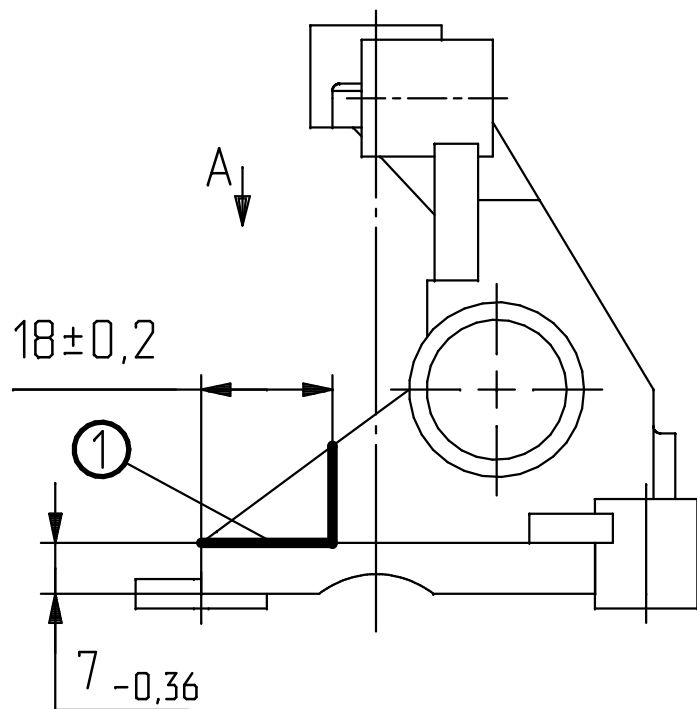
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ПБ.02141.000001

1

Разраб.	Сирош			НТУУ "КПИ" им. И.							
Проверил				Сикорского					ПБ.20141.000051		
Утвердил	Стельмах										
Т.контр.											
Н.контр.											
								Корпус			055

3,2



\*Размер для справок



Дубл.			
Взам.			
Подл.			

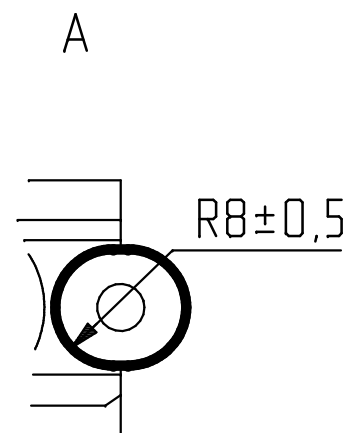
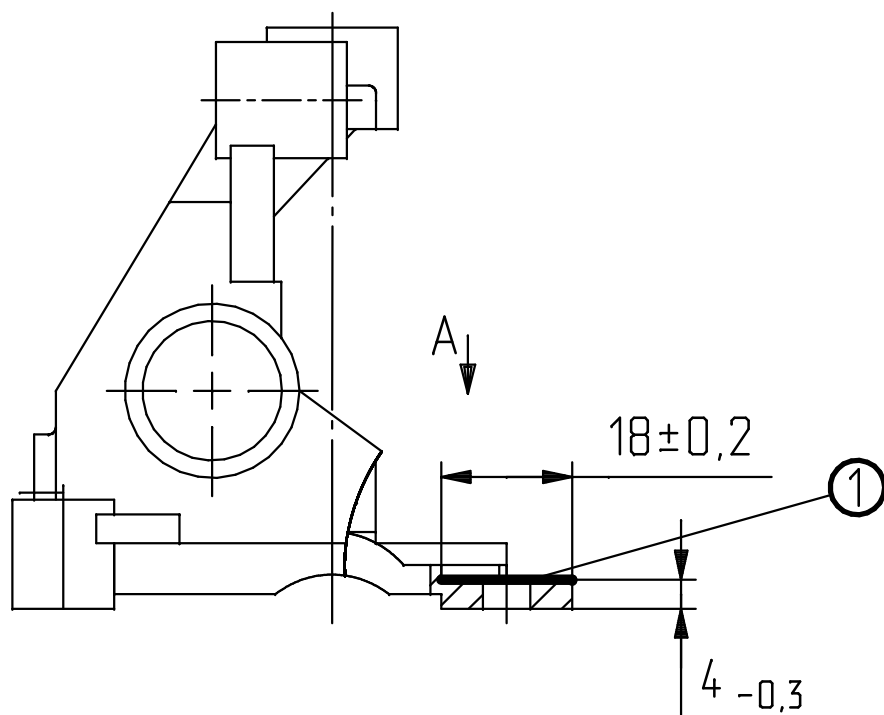
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ПБ.02141.00001

1

Разраб.	Сирош			НТУУ "КПИ" им. И.					
Проверил				Сикорского					ПБ.20141.00055
Утвердил	Стельмах								
Т.контр.									
Н.контр.					Корпус				060

3,2



Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				

ПБ.02141.00001

1

Разраб.	Сирош			ИТЧУ "КПИ" им. И.																
Проверил				Сукорского																
Утвердил	Стельмах																			
Т.контр.																				
Н.контр.																				065

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
ФРЕЗЕРНАЯ С ЧПУ	AK12 ДСТУ 2839-94		163	126.6		133.5	
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	Ta	Tb	Tpz	Tшт.	СОЖ	
UMC-500		0.004	0.28	6	0.284		

Р	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	v
0 01	1. Фрезеровать отверстия 1						0.04	0.053
T 02	PI. 2220-0491 Фреза $\phi 5$ P6M5 ГОСТ 16225-81							
P 03		6	5	0.5	1	0.6	2200	34
04								
05								
06								
07								
08								
09								
10								
11								
12								
13								

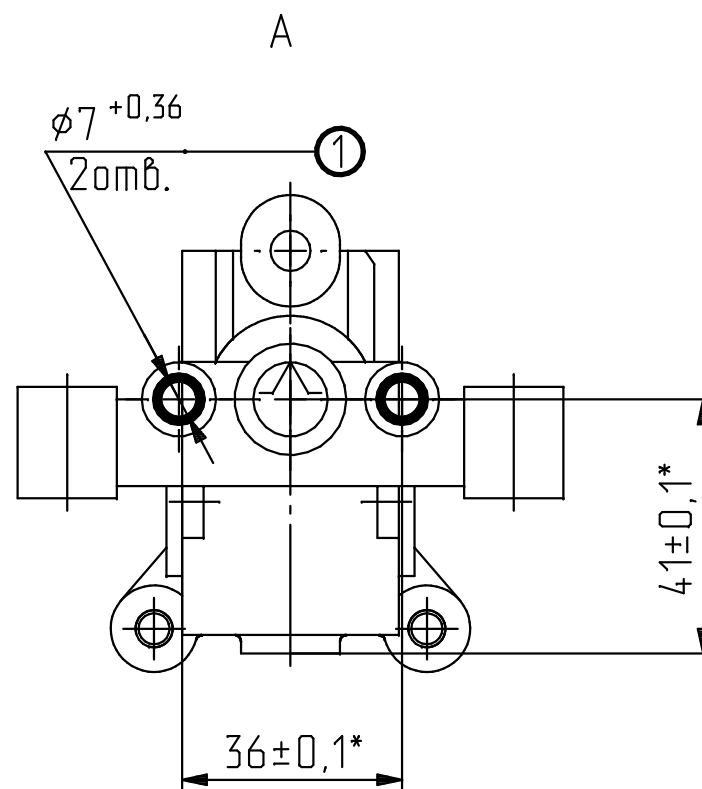
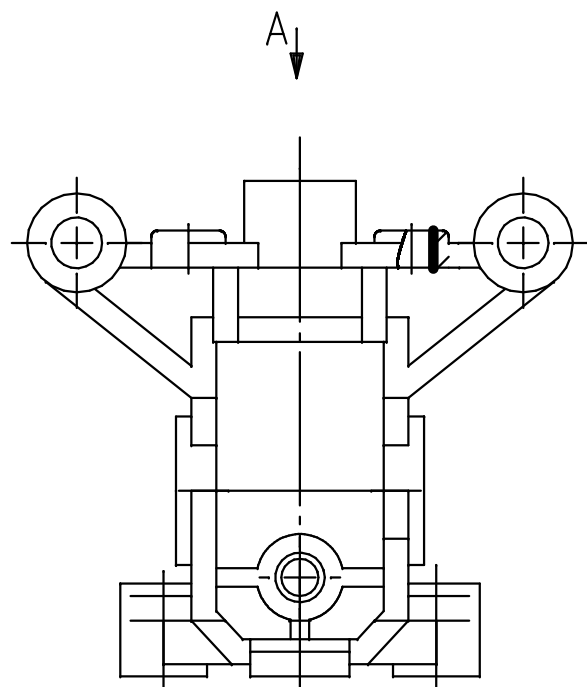
Дубл.			
Взам.			
Подл.			


ПБ.02141.00001

1

Разраб.	Сирош			НТУУ "КПИ" им. И.					
Проверил				Сукорского					ПБ.20141.00059
Утвердил	Стельмах								
Т.контр.									
Н.контр.									
								Корпус	065

3,2



\*Размеры для справок

Дубл.														
Взам.														
Подл.														

ПБ.02141.00001

1

Разраб.	Сирош			НТУУ "КПИ" им. И.										
Проверил				Сукорского										
Утвердил	Стельмах													
Т.контр.														
Н.контр.														

ПБ.60141.00062

Корпус

070

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
ФРЕЗЕРНАЯ С ЧПУ	АК12 ДСТУ 2839-94		163	126.6		133.5	
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	Ta	Tb	Tpz	Tшт.	СОЖ	
UMC-500		0.052	0.79	6	0.901		

Р	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	v
0 01	1. Фрезеровать отверстия 2						0.06	0.097
T 02	ПИ. 2220-0491 Фреза $\phi 5$ P6M5 ГОСТ 16225-81							
P 03		8	21	0.25	1	0.55	1400	21,7
04								
0 05	2. Фрезеровать начисто отверстия 2						0.03	0.035
T 06	ПИ. 2220-0491 Фреза $\phi 5$ P6M5 ГОСТ 16225-81							
P 07		8.2	21	0.1	1	0.6	3000	47
08								
09								
10								
11								
12								
13								

Только для некоммерческого использования!





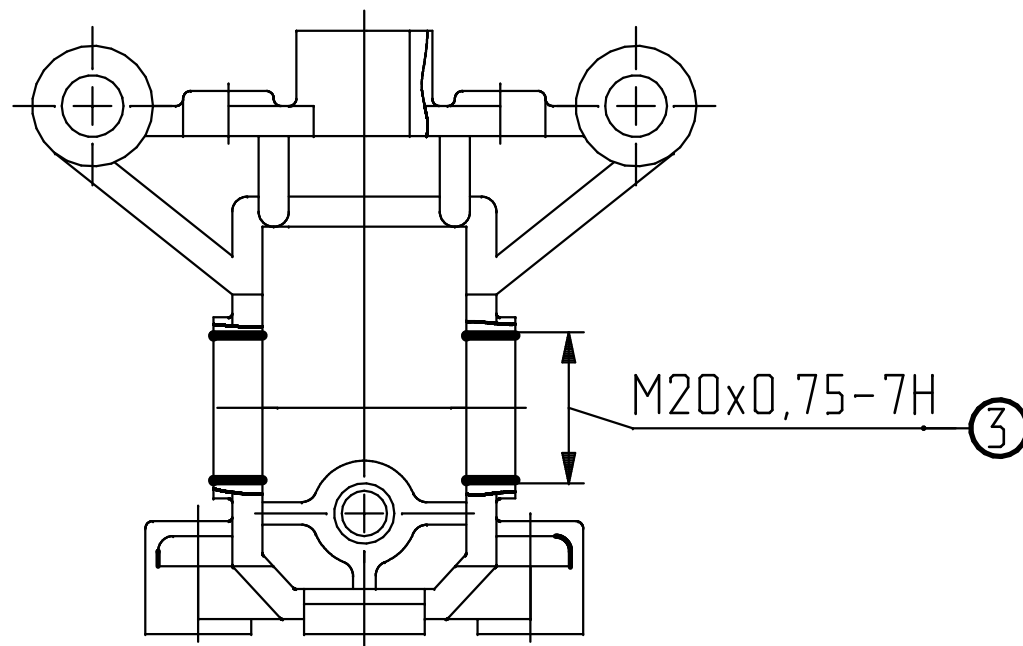
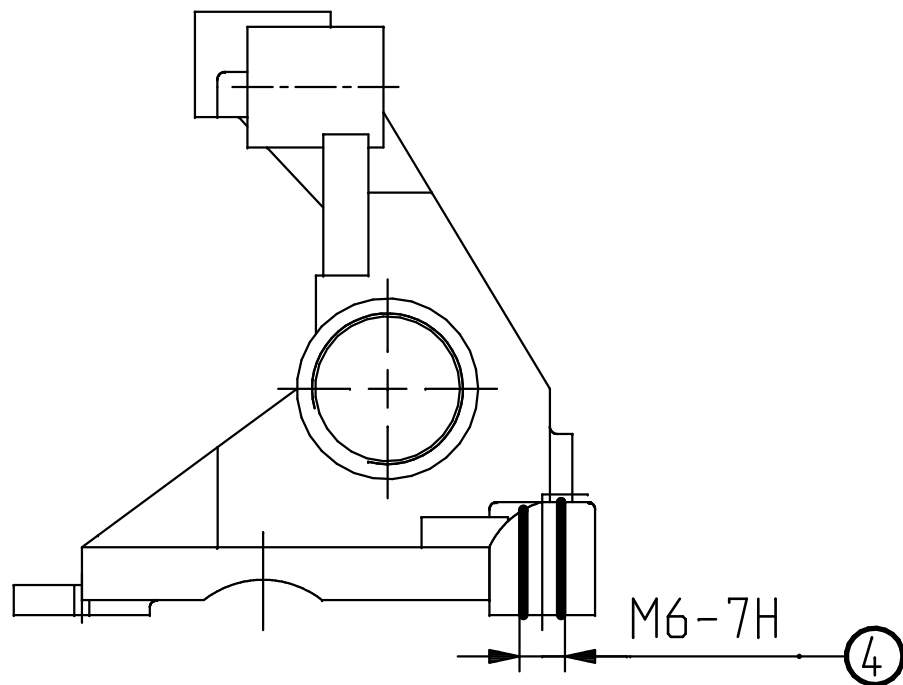
Дубл.			
Взам.			
Подл.			


ПБ.0214.1.00001

1

Разраб.	Сирош			НТУУ "КПИ" им. И.					
Проверил				Сукорского					ПБ.2014.1.00067
Утвердил	Стельмах								
Т.контр.									
Н.контр.									
					Корпус				075

3,2



Дубл.														
Взам.														
Подл.														

ПБ.02141.00001

1

Разраб.	Сирош			ИТЧУ "КПИ" им. И.										
Проверил				Сукорского										
Утвердил	Стельмах													
Т.контр.														
Н.контр.														

ПБ.60141.00068

Корпус

080

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
ФРЕЗЕРНАЯ С ЧПУ	АК12 ДСТУ 2839-94		163	126.6		133.5	
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	Ta	Tb	Tpz	Tшт.	СОЖ	
UMC-500							

Р	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	v
0 01								
02								
03								
04								
05								
06								
07								
08								
09								
10								
11								
12								
13								

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
												ПБ.02141.00001			1				
Разраб.	Сирош			НТЧУ "КПИ" им. И.									ПБ.60102.00070						
Проверил				Сукорского															
Утвердил	Стельмах																		
Т.контр.							Корпус												
Н.контр.													085						
Наименование операции										Наименование, марка материала					МД				
КОНТРОЛЬ										AK12 ДСТУ 2839-94					126.6				
Наименование оборудования										То		Тв		Обозначение ИОТ					
Стол контроля																			
Р	Контр. параметры				Код средств ТО				Наименование средств ТО				Объем и ПК		То/Тв				
0 01	1. Контролировать соответствие соосность и перпендикулярность Процент контроля 10%.																		
Т 02	ПР. Приспособление контрольное																		
03																			
04																			
05																			
06																			
07																			
08																			
09																			
10																			
11																			
12																			
13																			

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

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

ПБ.02141.00001

1

Разраб.	Сирош		
Проверил			
Утвердил	Стельмах		
Т.контр.			
Н.контр.			

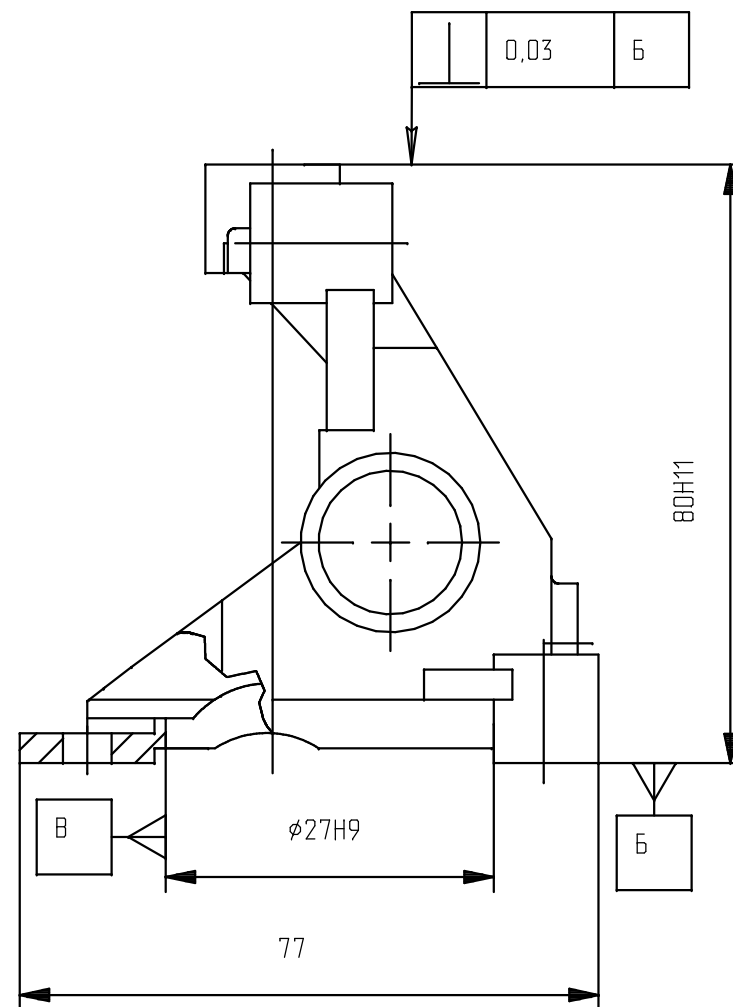
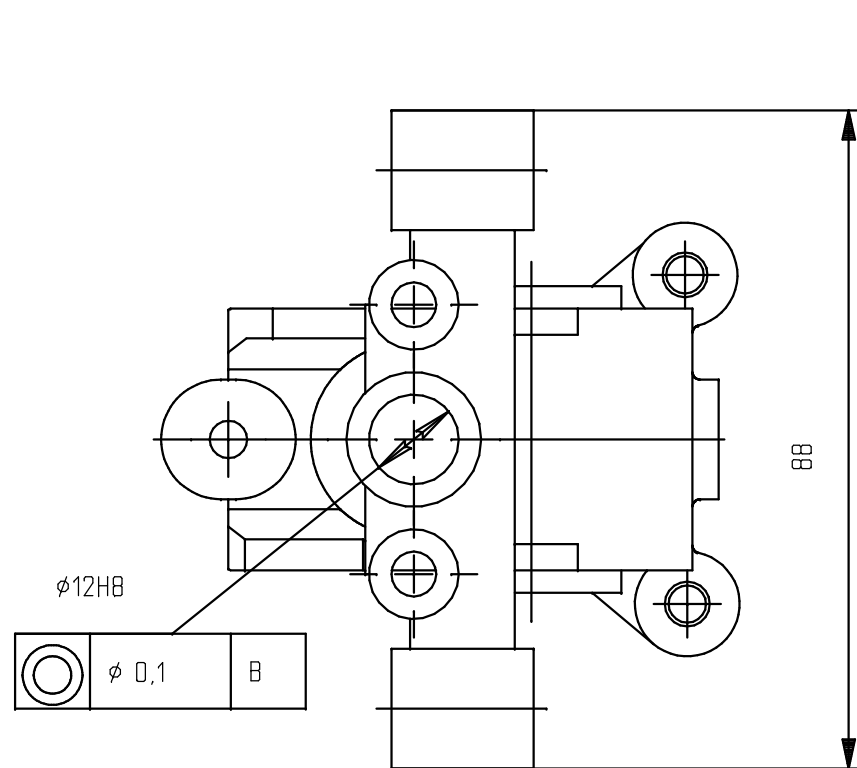
НТЧУ "КПИ" им. И.

Сукорского

ПБ.20102.00071

Корпус

085



# **Додаток Г**

%  
O01001  
(Using high feed G1 F5000. instead of G0.)  
(Machine)  
( vendor: Haas Automation)  
( model: HAAS UMC-750)  
(T1 D=6.3 CR=0. TAPER=118deg - drill)  
(T2 D=3. CR=0. - flat end mill)  
(T3 D=10. CR=0. - flat end mill)  
(T4 D=5. CR=0. - flat end mill)  
(T5 D=10. CR=0. - flat end mill)  
(T6 D=10. CR=0. - thread mill)  
(T7 D=3. CR=0. - thread mill)  
(T8 D=6.5 CR=0. - reamer)  
(T9 D=4. CR=0.05 TAPER=45deg - dovetail mill)  
(T10 D=4. CR=0. TAPER=45deg - chamfer mill)  
N10 G90 G94 G17  
N15 G21  
N20 G53 G0 Z0.

(Drill5 025)  
N25 T1 M6  
N30 S2200 M3  
N35 G54  
N40 G53 G0 X-736.6 Y-203.2  
N45 G0 B0. C0.  
N50 M8  
N55 G0 X0. Y23.966  
N60 G43 Z-30. H1  
N65 T8  
N70 G0 Z-60.  
N75 G98 G81 X0. Y23.966 Z-84. R-71. F1000.  
N80 G80  
N85 G0 Z-30.  
N90 M9  
N95 M5  
N100 G53 G0 Z0.

(Drill4 025)  
N105 M1  
N110 T8 M6  
N115 S1900 M3  
N120 G54  
N125 G0 B0. C0.  
N130 M8  
N135 G0 X0. Y23.966  
N140 G43 Z15. H8  
N145 T2  
N150 G0 Z5.  
N155 G98 G85 X0. Y23.966 Z-82. R-72. F1000.

N160 G80  
N165 G0 Z15.  
N170 M9  
N175 M5  
N180 G53 G0 Z0.

(2D Contour4 025)

N185 M1  
N190 T2 M6  
N195 S13000 M3  
N200 G54  
N205 G0 B0. C0.  
N210 M8  
N215 G0 X22.107 Y-37.332  
N220 G43 Z15. H2  
N225 T9  
N230 G0 Z-43.  
N235 G1 Z-65. F116.67  
N240 Z-81.2  
N245 X22.115 Z-81.267 F350.  
N250 X22.137 Y-37.331 Z-81.33  
N255 X22.173 Y-37.33 Z-81.387  
N260 X22.22 Y-37.329 Z-81.435  
N265 X22.277 Y-37.328 Z-81.47  
N270 X22.341 Y-37.326 Z-81.492  
N275 X22.407 Y-37.324 Z-81.5  
N280 X22.707 Y-37.317  
N285 G3 X23. Y-37.01 I-0.007 J0.3  
N290 X21. Y-37.059 I-1. J-0.025  
N295 X23. Y-37.01 I1. J0.025  
N300 X22.692 Y-36.717 I-0.3 J-0.007  
N305 G1 X22.393 Y-36.725  
N310 X22.326 Y-36.726 Z-81.492  
N315 X22.262 Y-36.728 Z-81.47  
N320 X22.206 Y-36.729 Z-81.435  
N325 X22.158 Y-36.73 Z-81.387  
N330 X22.122 Y-36.731 Z-81.33  
N335 X22.1 Y-36.732 Z-81.267  
N340 X22.093 Z-81.2  
N345 G0 Z5.  
N350 G1 X-21.9 Y-37.334 F5000.  
N355 G0 Z-43.  
N360 G1 Z-65. F116.67  
N365 Z-81.2  
N370 G18 G2 X-21.6 Z-81.5 I0.3 K0. F350.  
N375 G1 X-21.3  
N380 G17 G3 X-21. Y-37.034 I0. J0.3  
N385 X-23. I-1. J0.  
N390 X-21. I1. J0.  
N395 X-21.3 Y-36.734 I-0.3 J0.

N400 G1 X-21.6  
N405 G18 G3 X-21.9 Z-81.2 IO. K0.3  
N410 G0 Z15.  
N415 M9  
N420 M5  
N425 G53 G0 Z0.

(2D Contour7 030)

N800 M1  
N805 T4 M6  
N810 S2200 M3  
N815 G54  
N820 G0 B0. C0.  
N825 M8  
N830 G17  
N835 G0 X1.8 Y-0.5  
N840 G43 Z15. H4  
N845 T5  
N850 G0 Z5.  
N855 G1 Z1. F333.33  
N860 Z-14.3  
N865 G18 G2 X2.3 Z-14.8 IO.5 K0. F1000.  
N870 G1 X2.8  
N875 G17 G3 X3.3 Y0. IO. J0.5  
N880 X-3.3 I-3.3 J0.  
N885 X3.3 I3.3 J0.  
N890 X2.8 Y0.5 I-0.5 J0.  
N895 G1 X2.3  
N900 G18 G3 X1.8 Z-14.3 IO. K0.5  
N905 G0 Z15.

(2D Contour7 2 030)

N910 S3000 M3  
N915 G1 X2. Y-0.5 F5000.  
N920 G0 Z15.  
N925 Z5.  
N930 G1 Z1. F333.33  
N935 Z-14.5  
N940 G2 X2.5 Z-15. IO.5 K0. F1000.  
N945 G1 X3.  
N950 G17 G3 X3.5 Y0. IO. J0.5  
N955 X-3.5 I-3.5 J0.  
N960 X3.5 I3.5 J0.  
N965 X3. Y0.5 I-0.5 J0.  
N970 G1 X2.5  
N975 G18 G3 X2. Z-14.5 IO. K0.5  
N980 G0 Z15.

(Face3 030)

N985 S12000 M3

N990 G1 X9.975 Y-6.945 F5000.  
N995 G0 Z15.  
N1000 Z5.  
N1005 G1 Z-0.5 F1000.  
N1010 G3 X9.475 Z-1. I-0.5 K0.  
N1015 G1 X7.824  
N1020 X-7.824  
N1025 X-9.  
N1030 G17 G2 Y-2.438 I0. J2.254  
N1035 G1 X9.  
N1040 G3 Y2.07 I0. J2.254  
N1045 G1 X-9.  
N1050 G2 Y6.577 I0. J2.254  
N1055 G1 X-8.02  
N1060 X8.02  
N1065 G18 G2 X8.52 Z-0.5 I0. K0.5  
N1070 G0 Z15.  
N1075 M9  
N1080 M5  
N1085 G53 G0 Z0.

(2D Contour5 035)

N1090 M1  
N1095 T5 M6  
N1100 S1100 M3  
N1105 G54  
N1110 G53 G0 X-736.6 Y-203.2  
N1115 G0 B90. C0.  
N1120 G254  
N1125 M8  
N1130 G17  
N1135 G0 X52.6 Y-17.534  
N1140 G43 Z53.5 H5  
N1145 T3  
N1150 G0 Z34.  
N1155 G1 Z30. F333.33  
N1160 Z14.5  
N1165 G18 G2 X53.6 Z13.5 I1. K0. F1000.  
N1170 G1 X54.6  
N1175 G17 G3 X55.6 Y-16.534 I0. J1.  
N1180 X46.4 I-4.6 J0.  
N1185 X55.6 I4.6 J0.  
N1190 X54.6 Y-15.534 I-1. J0.  
N1195 G1 X53.6  
N1200 G18 G3 X52.6 Z14.5 I0. K1.  
N1205 G0 Z53.5  
N1210 G53 G0 Z0.

(2D Contour5 2 035)

N1215 G53 G0 X-736.6 Y-203.2

N1220 G255  
N1225 G0 B90. C-180.  
N1230 G254  
N1235 G17  
N1240 G0 X49.4 Y17.534  
N1245 G43 Z53.5 H5  
N1250 G0 Z34.  
N1255 G1 Z30. F333.33  
N1260 Z14.5  
N1265 G18 G3 X48.4 Z13.5 I-1. K0. F1000.  
N1270 G1 X47.4  
N1275 G17 G3 X46.4 Y16.534 I0. J-1.  
N1280 X55.6 I4.6 J0.  
N1285 X46.4 I-4.6 J0.  
N1290 X47.4 Y15.534 I1. J0.  
N1295 G1 X48.4  
N1300 G18 G2 X49.4 Z14.5 I0. K1.  
N1305 G0 Z53.5  
N1310 G53 G0 Z0.

(Face4 035)

N1315 S900 M3  
N1320 G53 G0 X-736.6 Y-203.2  
N1325 G255  
N1330 G0 B90. C0.  
N1335 G254  
N1340 G17  
N1345 G0 X42.115 Y-32.608  
N1350 G43 Z42. H5  
N1355 G0 Z27.  
N1360 G1 Z21. F1000.  
N1365 G19 G3 Y-31.608 Z20. J1. K0.  
N1370 G1 Y-27.886  
N1375 Y-5.183  
N1380 Y-4.534  
N1385 G17 G2 X50.135 I4.01 J0.  
N1390 G1 Y-28.534  
N1395 G3 X58.155 I4.01 J0.  
N1400 G1 Y-28.336  
N1405 Y-4.733  
N1410 G19 G3 Y-3.733 Z21. J0. K1.  
N1415 G0 Z42.  
N1420 G53 G0 Z0.

(Face4 040)

N1425 G53 G0 X-736.6 Y-203.2  
N1430 G255  
N1435 G0 B90. C-180.  
N1440 G254  
N1445 G17

N1450 G0 X59.885 Y32.606  
N1455 G43 Z42. H5  
N1460 G0 Z27.  
N1465 G1 Z21. F1000.  
N1470 G19 G2 Y31.606 Z20. J-1. K0.  
N1475 G1 Y27.886  
N1480 Y5.183  
N1485 Y4.534  
N1490 G17 G2 X51.865 I-4.01 J0.  
N1495 G1 Y28.534  
N1500 G3 X43.845 I-4.01 J0.  
N1505 G1 Y28.336  
N1510 Y4.733  
N1515 G19 G2 Y3.733 Z21. J0. K1.  
N1520 G0 Z42.  
N1525 G53 G0 Z0.

(Face6 045)

N1530 S4000 M3  
N1535 G53 G0 X-736.6 Y-203.2  
N1540 G255  
N1545 G0 B90. C-90.  
N1550 G254  
N1555 G17  
N1560 G0 X51.414 Y4.875  
N1565 G43 Z59.034 H5  
N1570 G0 Z46.034  
N1575 G1 Z42.034 F1000.  
N1580 G18 G2 X52.414 Z41.034 I1. K0.  
N1585 G1 X57.  
N1590 X73.  
N1595 G17 G2 Y-3.155 I0. J-4.015  
N1600 G1 X57.  
N1605 G18 G3 X56. Z42.034 I0. K1.  
N1610 G0 Z59.034

(Face7 045)

N1615 Z59.034  
N1620 S1250 M3  
N1625 G1 X15.875 Y49.586 F5000.  
N1630 G0 Z59.034  
N1635 Z25.034  
N1640 G1 Z17.034 F1000.  
N1645 G19 G2 Y48.586 Z16.034 J-1. K0.  
N1650 G1 Y44.  
N1655 Y28.  
N1660 G17 G2 X7.845 I-4.015 J0.  
N1665 G1 Y44.  
N1670 G19 G3 Y45. Z17.034 J0. K1.  
N1675 G0 Z49.034

N1680 G1 X15.875 Y-22.414 F5000.  
N1685 G0 Z25.034  
N1690 G1 Z17.034 F1000.  
N1695 G2 Y-23.414 Z16.034 J-1. K0.  
N1700 G1 Y-28.  
N1705 Y-44.  
N1710 G17 G2 X7.845 I-4.015 J0.  
N1715 G1 Y-28.  
N1720 G19 G3 Y-27. Z17.034 J0. K1.  
N1725 G0 Z59.034  
N1730 M9  
N1735 M5  
N1740 G53 G0 Z0.

(Face6 050)

N1745 M1  
N1750 T3 M6  
N1755 S4000 M3  
N1760 G54  
N1765 G53 G0 X-736.6 Y-203.2  
N1770 G255  
N1775 G0 B90. C90.  
N1780 G254  
N1785 M8  
N1790 G17  
N1795 G0 X24.587 Y-40.875  
N1800 G43 Z23.966 H3  
N1805 T5  
N1810 G0 Z6.966  
N1815 G1 Z2.966 F500.  
N1820 G18 G3 X23.587 Z1.966 I-1. K0.  
N1825 G1 X19.  
N1830 X3. F900.  
N1835 G17 G2 Y-32.845 I0. J4.015  
N1840 G1 X19.  
N1845 G18 G2 X20. Z2.966 I0. K1. F500.  
N1850 G0 Z13.966  
N1855 G1 X24.586 Y31.125 F5000.  
N1860 G0 Z6.966  
N1865 G1 Z2.966 F500.  
N1870 G3 X23.586 Z1.966 I-1. K0.  
N1875 G1 X19.  
N1880 X3. F900.  
N1885 G17 G2 Y39.155 I0. J4.015  
N1890 G1 X19.  
N1895 G18 G2 X20. Z2.966 I0. K1. F500.  
N1900 G0 Z23.966  
N1905 G53 G0 Z0.

(Face8 050)

N1910 G53 G0 X-736.6 Y-203.2  
N1915 G255  
N1920 G0 B0. C0.  
N1925 G17  
N1930 G0 X-24. Y19.841  
N1935 G43 Z8. H3  
N1940 G0 Z-65.  
N1945 G1 Z-71. F500.  
N1950 G18 G2 X-23. Z-72. I1. K0.  
N1955 G1 X-17.5  
N1960 X-12.041 F900.  
N1965 G17 G2 Y10.811 I0. J-4.515  
N1970 G1 X-17.5  
N1975 G18 G3 X-18.5 Z-71. I0. K1. F500.  
N1980 G0 Z8.  
N1985 M9  
N1990 M5  
N1995 G53 G0 Z0.

(2D Adaptive1 050)

N2000 M1  
N2005 T5 M6  
N2010 S1800 M3  
N2015 G54  
N2020 G0 B0. C0.  
N2025 M8  
N2030 G17  
N2035 G0 X0.042 Y40.559  
N2040 G43 Z15. H5  
N2045 T4  
N2050 G0 Z5.  
N2055 Z-75.  
N2060 G1 Z-76. F1000.  
N2065 X0.035 Y40.557 Z-76.121  
N2070 X0.013 Y40.554 Z-76.239  
N2075 X-0.022 Y40.547 Z-76.355  
N2080 X-0.071 Y40.539 Z-76.465  
N2085 X-0.132 Y40.528 Z-76.568  
N2090 X-0.206 Y40.514 Z-76.663  
N2095 X-0.29 Y40.499 Z-76.749  
N2100 X-0.383 Y40.483 Z-76.823  
N2105 X-0.485 Y40.464 Z-76.885  
N2110 X-0.593 Y40.445 Z-76.935  
N2115 X-0.707 Y40.425 Z-76.971  
N2120 X-0.824 Y40.404 Z-76.993  
N2125 X-0.942 Y40.382 Z-77.  
N2130 G3 X-3. Y38.008 I0.441 J-2.461  
N2135 G1 Y37.543  
N2140 X-2.996 Y37.469  
N2145 X-2.852 Y37.28

N2150 X-2.658 Y37.063  
N2155 X-2.401 Y36.82  
N2160 X-2.069 Y36.552  
N2165 X-1.642 Y36.26  
N2170 X-1.094 Y35.948  
N2175 X-0.385 Y35.616  
N2180 X0.549 Y35.267  
N2185 X0.559 Y35.265  
N2190 X0.906 Y35.2  
N2195 X1.26  
N2200 X1.608 Y35.265  
N2205 X1.938 Y35.393  
N2210 X2.238 Y35.579  
N2215 X2.5 Y35.817  
N2220 X2.713 Y36.099  
N2225 X2.871 Y36.416  
N2230 X2.967 Y36.756  
N2235 X3. Y37.109  
N2240 G3 X2.109 Y38.068 I-0.999 J-0.035  
N2245 G1 X-1.893 Y38.503  
N2250 G3 X-3. Y37.543 I-0.108 J-0.994  
N2255 G1 Y36.209  
N2260 X-2.993 Y36.059  
N2265 X-2.915 Y35.809  
N2270 X-2.805 Y35.534  
N2275 X-2.648 Y35.219  
N2280 X-2.472 Y34.927  
N2285 X-2.27 Y34.645  
N2290 X-2.047 Y34.382  
N2295 X-1.811 Y34.144  
N2300 X-1.546 Y33.918  
N2305 X-1.28 Y33.725  
N2310 X-0.982 Y33.543  
N2315 X-0.69 Y33.396  
N2320 X-0.371 Y33.267  
N2325 X-0.055 Y33.167  
N2330 X0.271 Y33.092  
N2335 X0.604 Y33.043  
N2340 X0.928 Y33.022  
N2345 X1.046 Y33.024  
N2350 X1.429 Y33.068  
N2355 X1.796 Y33.184  
N2360 X2.134 Y33.369  
N2365 X2.429 Y33.616  
N2370 X2.672 Y33.916  
N2375 X2.852 Y34.256  
N2380 X2.963 Y34.626  
N2385 X3. Y35.009  
N2390 G3 X2.288 Y35.932 I-0.999 J-0.035  
N2395 G1 X-1.713 Y37.132

N2400 G3 X-3. Y36.209 I-0.287 J-0.958  
N2405 G1 Y34.244  
N2410 X-2.993 Y34.094  
N2415 X-2.962 Y33.885  
N2420 X-2.912 Y33.666  
N2425 X-2.838 Y33.43  
N2430 X-2.74 Y33.188  
N2435 X-2.618 Y32.944  
N2440 X-2.465 Y32.694  
N2445 X-2.283 Y32.441  
N2450 X-2.073 Y32.196  
N2455 X-1.838 Y31.961  
N2460 X-1.59 Y31.75  
N2465 X-1.305 Y31.545  
N2470 X-1.023 Y31.375  
N2475 X-0.718 Y31.223  
N2480 X-0.404 Y31.097  
N2485 X-0.092 Y30.999  
N2490 X0.248 Y30.923  
N2495 X0.568 Y30.877  
N2500 X0.913 Y30.856  
N2505 X1.245 Y30.863  
N2510 X1.596 Y30.931  
N2515 X1.929 Y31.062  
N2520 X2.233 Y31.252  
N2525 X2.496 Y31.494  
N2530 X2.711 Y31.78  
N2535 X2.87 Y32.101  
N2540 X2.967 Y32.445  
N2545 X3. Y32.802  
N2550 G3 X2.34 Y33.707 I-0.999 J-0.035  
N2555 G1 X-1.661 Y35.15  
N2560 G3 X-3. Y34.244 I-0.339 J-0.941  
N2565 G1 Y32.145  
N2570 X-2.989 Y31.934  
N2575 X-2.963 Y31.732  
N2580 X-2.917 Y31.518  
N2585 X-2.848 Y31.287  
N2590 X-2.756 Y31.051  
N2595 X-2.64 Y30.811  
N2600 X-2.493 Y30.562  
N2605 X-2.318 Y30.313  
N2610 X-2.118 Y30.071  
N2615 X-1.886 Y29.834  
N2620 X-1.621 Y29.603  
N2625 X-1.356 Y29.407  
N2630 X-1.059 Y29.222  
N2635 X-0.762 Y29.069  
N2640 X-0.448 Y28.937  
N2645 X-0.126 Y28.832

N2650 X0.196 Y28.755  
N2655 X0.536 Y28.702  
N2660 X0.859 Y28.678  
N2665 X1.205 Y28.68  
N2670 X1.563 Y28.745  
N2675 X1.903 Y28.874  
N2680 X2.214 Y29.065  
N2685 X2.483 Y29.309  
N2690 X2.703 Y29.599  
N2695 X2.866 Y29.924  
N2700 X2.966 Y30.274  
N2705 X3. Y30.636  
N2710 Y32.802  
N2715 G3 X1.839 Y33.754 I-0.999 J-0.035  
N2720 G1 X-2.163 Y33.097  
N2725 G3 X-3. Y32.145 I0.162 J-0.987  
N2730 G1 Y29.91  
N2735 X-2.993 Y29.76  
N2740 X-2.965 Y29.554  
N2745 X-2.919 Y29.34  
N2750 X-2.85 Y29.11  
N2755 X-2.756 Y28.87  
N2760 X-2.638 Y28.629  
N2765 X-2.493 Y28.382  
N2770 X-2.315 Y28.131  
N2775 X-2.111 Y27.885  
N2780 X-1.88 Y27.649  
N2785 X-1.617 Y27.42  
N2790 X-1.353 Y27.226  
N2795 X-1.055 Y27.041  
N2800 X-0.763 Y26.891  
N2805 X-0.444 Y26.758  
N2810 X-0.126 Y26.655  
N2815 X0.199 Y26.577  
N2820 X0.536 Y26.525  
N2825 X0.861 Y26.501  
N2830 X1.207 Y26.504  
N2835 X1.565 Y26.569  
N2840 X1.904 Y26.699  
N2845 X2.214 Y26.889  
N2850 X2.484 Y27.134  
N2855 X2.704 Y27.424  
N2860 X2.866 Y27.749  
N2865 X2.966 Y28.099  
N2870 X3. Y28.461  
N2875 Y30.636  
N2880 G3 X1.822 Y31.585 I-0.999 J-0.035  
N2885 G1 X-2.179 Y30.859  
N2890 G3 X-3. Y29.91 I0.179 J-0.984  
N2895 G1 Y27.811

N2900 X-2.989 Y27.583  
N2905 X-2.962 Y27.377  
N2910 X-2.916 Y27.164  
N2915 X-2.847 Y26.934  
N2920 X-2.754 Y26.696  
N2925 X-2.638 Y26.455  
N2930 X-2.492 Y26.208  
N2935 X-2.316 Y25.958  
N2940 X-2.113 Y25.713  
N2945 X-1.883 Y25.477  
N2950 X-1.62 Y25.248  
N2955 X-1.357 Y25.053  
N2960 X-1.059 Y24.868  
N2965 X-0.767 Y24.717  
N2970 X-0.45 Y24.585  
N2975 X-0.131 Y24.481  
N2980 X0.193 Y24.403  
N2985 X0.53 Y24.35  
N2990 X0.854 Y24.326  
N2995 X1.201 Y24.328  
N3000 X1.56 Y24.393  
N3005 X1.901 Y24.523  
N3010 X2.212 Y24.714  
N3015 X2.482 Y24.958  
N3020 X2.703 Y25.249  
N3025 X2.866 Y25.575  
N3030 X2.966 Y25.926  
N3035 X3. Y26.289  
N3040 Y28.461  
N3045 G3 X1.84 Y29.413 I-0.999 J-0.035  
N3050 G1 X-2.161 Y28.763  
N3055 G3 X-3. Y27.811 I0.16 J-0.987  
N3060 G1 Y25.546  
N3065 X-2.993 Y25.396  
N3070 X-2.964 Y25.189  
N3075 X-2.917 Y24.974  
N3080 X-2.847 Y24.744  
N3085 X-2.751 Y24.504  
N3090 X-2.632 Y24.262  
N3095 X-2.485 Y24.016  
N3100 X-2.307 Y23.765  
N3105 X-2.101 Y23.52  
N3110 X-1.868 Y23.284  
N3115 X-1.605 Y23.057  
N3120 X-1.34 Y22.864  
N3125 X-1.041 Y22.68  
N3130 X-0.749 Y22.532  
N3135 X-0.429 Y22.4  
N3140 X-0.112 Y22.298  
N3145 X0.216 Y22.222

N3150 X0.551 Y22.172  
N3155 X0.877 Y22.149  
N3160 X1.223 Y22.153  
N3165 X1.578 Y22.219  
N3170 X1.915 Y22.35  
N3175 X2.222 Y22.54  
N3180 X2.489 Y22.783  
N3185 X2.707 Y23.071  
N3190 X2.868 Y23.395  
N3195 X2.967 Y23.742  
N3200 X3. Y24.102  
N3205 Y26.289  
N3210 G3 X1.818 Y27.238 I-0.999 J-0.035  
N3215 G1 X-2.183 Y26.494  
N3220 G3 X-3. Y25.546 I0.183 J-0.983  
N3225 G1 Y23.612  
N3230 X-2.982 Y23.312  
N3235 X-2.954 Y23.061  
N3240 X-2.912 Y22.851  
N3245 X-2.848 Y22.623  
N3250 X-2.762 Y22.39  
N3255 X-2.651 Y22.151  
N3260 X-2.51 Y21.902  
N3265 X-2.342 Y21.655  
N3270 X-2.147 Y21.413  
N3275 X-1.922 Y21.174  
N3280 X-1.664 Y20.941  
N3285 X-1.402 Y20.741  
N3290 X-1.111 Y20.553  
N3295 X-0.816 Y20.395  
N3300 X-0.508 Y20.26  
N3305 X-0.42 Y20.229  
N3310 X-0.082 Y20.14  
N3315 X0.267 Y20.103  
N3320 X0.616 Y20.118  
N3325 X0.96 Y20.186  
N3330 X1.29 Y20.304  
N3335 G3 X1.452 Y22.002 I-0.438 J0.899  
N3340 G1 X-0.043 Y23.127  
N3345 X-1.381 Y24.134  
N3350 G3 X-2.982 Y23.312 I-0.601 J-0.799  
N3355 G1 X-2.944 Y22.712  
N3360 X-2.913 Y22.412  
N3365 X-2.844 Y22.153  
N3370 X-2.732 Y21.812  
N3375 X-2.574 Y21.512  
N3380 X-2.545 Y21.461  
N3385 X-2.392 Y21.212  
N3390 X-2.245 Y21.042  
N3395 X-2.129 Y20.912

N3400 X-1.946 Y20.728  
N3405 X-1.79 Y20.612  
N3410 X-1.647 Y20.508  
N3415 X-1.497 Y20.405  
N3420 X-1.347 Y20.33  
N3425 X-1.048 Y20.196  
N3430 X-0.898 Y20.138  
N3435 X-0.748 Y20.102  
N3440 X-0.449 Y20.039  
N3445 X-0.278 Y20.012  
N3450 X-0.15 Y20.009  
N3455 X0.15  
N3460 X0.278 Y20.012  
N3465 X0.449 Y20.039  
N3470 X0.748 Y20.102  
N3475 X0.898 Y20.138  
N3480 X1.048 Y20.196  
N3485 X1.347 Y20.33  
N3490 X1.497 Y20.405  
N3495 X1.647 Y20.508  
N3500 X1.79 Y20.612  
N3505 X1.946 Y20.728  
N3510 X2.129 Y20.912  
N3515 X2.245 Y21.042  
N3520 X2.392 Y21.212  
N3525 X2.545 Y21.461  
N3530 X2.574 Y21.512  
N3535 X2.732 Y21.812  
N3540 X2.844 Y22.153  
N3545 X2.913 Y22.412  
N3550 X2.944 Y22.712  
N3555 X2.982 Y23.312  
N3560 X3. Y23.612  
N3565 Y24.102  
N3570 G3 X2.683 Y24.798 I-0.999 J-0.035  
N3575 G1 X2.594 Y24.88 Z-76.993  
N3580 X2.508 Y24.962 Z-76.971  
N3585 X2.423 Y25.04 Z-76.935  
N3590 X2.343 Y25.115 Z-76.885  
N3595 X2.267 Y25.186 Z-76.823  
N3600 X2.198 Y25.251 Z-76.749  
N3605 X2.135 Y25.309 Z-76.663  
N3610 X2.081 Y25.36 Z-76.568  
N3615 X2.035 Y25.402 Z-76.465  
N3620 X1.999 Y25.436 Z-76.355  
N3625 X1.973 Y25.46 Z-76.239  
N3630 X1.957 Y25.475 Z-76.121  
N3635 X1.951 Y25.48 Z-76.  
N3640 G0 Z15.  
N3645 M9

N3650 M5  
N3655 G53 G0 Z0.

(2D Contour8 065)

N3660 M1  
N3665 T4 M6  
N3670 S2200 M3  
N3675 G54  
N3680 G0 B0. C0.  
N3685 M8  
N3690 G0 X-18.5 Y-0.5  
N3695 G43 Z15. H4  
N3700 T6  
N3705 G0 Z5.  
N3710 G1 Z1. F333.33  
N3715 Z-14.5  
N3720 G18 G2 X-18. Z-15. I0.5 K0. F1000.  
N3725 G1 X-17.5  
N3730 G17 G3 X-17. Y0. I0. J0.5  
N3735 X-19. I-1. J0.  
N3740 X-17. I1. J0.  
N3745 X-17.5 Y0.5 I-0.5 J0.  
N3750 G1 X-18.  
N3755 G18 G3 X-18.5 Z-14.5 I0. K0.5  
N3760 G0 Z5.  
N3765 G1 X17.5 Y-0.5 F5000.  
N3770 Z1. F333.33  
N3775 Z-14.5  
N3780 G2 X18. Z-15. I0.5 K0. F1000.  
N3785 G1 X18.5  
N3790 G17 G3 X19. Y0. I0. J0.5  
N3795 X17. I-1. J0.  
N3800 X19. I1. J0.  
N3805 X18.5 Y0.5 I-0.5 J0.  
N3810 G1 X18.  
N3815 G18 G3 X17.5 Z-14.5 I0. K0.5  
N3820 G0 Z15.  
N3825 G53 G0 Z0.

(2D Contour9 070)

N3830 S1400 M3  
N3835 G53 G0 X-736.6 Y-203.2  
N3840 G0 B90. C-90.  
N3845 G254  
N3850 G17  
N3855 G0 X11.5 Y-36.1  
N3860 G43 Z59.034 H4  
N3865 G0 Z49.034  
N3870 G1 Z45.034 F333.33  
N3875 Z-1.3

N3880 G19 G3 Y-35.6 Z-1.8 J0.5 K0. F1000.  
N3885 G1 Y-35.1  
N3890 G17 G3 X11. Y-34.6 I-0.5 J0.  
N3895 Y-37.4 I0. J-1.4  
N3900 Y-34.6 I0. J1.4  
N3905 X10.5 Y-35.1 I0. J-0.5  
N3910 G1 Y-35.6  
N3915 G19 G2 Y-36.1 Z-1.3 J0. K0.5  
N3920 G0 Z49.034  
N3925 G1 X11.5 Y35.9 F5000.  
N3930 Z45.034 F333.33  
N3935 Z-1.3  
N3940 G3 Y36.4 Z-1.8 J0.5 K0. F1000.  
N3945 G1 Y36.9  
N3950 G17 G3 X11. Y37.4 I-0.5 J0.  
N3955 Y34.6 I0. J-1.4  
N3960 Y37.4 I0. J1.4  
N3965 X10.5 Y36.9 I0. J-0.5  
N3970 G1 Y36.4  
N3975 G19 G2 Y35.9 Z-1.3 J0. K0.5  
N3980 G0 Z59.034

(2D Contour9 2 070)

N3985 S3000 M3  
N3990 G1 X11.5 Y-35.9 F5000.  
N3995 G0 Z59.034  
N4000 Z49.034  
N4005 G1 Z45.034 F333.33  
N4010 Z-1.5  
N4015 G3 Y-35.4 Z-2. J0.5 K0. F1000.  
N4020 G1 Y-34.9  
N4025 G17 G3 X11. Y-34.4 I-0.5 J0.  
N4030 Y-37.6 I0. J-1.6  
N4035 Y-34.4 I0. J1.6  
N4040 X10.5 Y-34.9 I0. J-0.5  
N4045 G1 Y-35.4  
N4050 G19 G2 Y-35.9 Z-1.5 J0. K0.5  
N4055 G0 Z49.034  
N4060 G1 X11.5 Y36.1 F5000.  
N4065 Z45.034 F333.33  
N4070 Z-1.5  
N4075 G3 Y36.6 Z-2. J0.5 K0. F1000.  
N4080 G1 Y37.1  
N4085 G17 G3 X11. Y37.6 I-0.5 J0.  
N4090 Y34.4 I0. J-1.6  
N4095 Y37.6 I0. J1.6  
N4100 X10.5 Y37.1 I0. J-0.5  
N4105 G1 Y36.6  
N4110 G19 G2 Y36.1 Z-1.5 J0. K0.5  
N4115 G0 Z59.034

N4120 M9  
N4125 M5  
N4130 G53 G0 Z0.

(Thread1 075)

N4135 M1  
N4140 T6 M6  
N4145 S2000 M3  
N4150 G54  
N4155 G53 G0 X-736.6 Y-203.2  
N4160 G255  
N4165 G0 B90. C0.  
N4170 G254  
N4175 M8  
N4180 G17  
N4185 G0 X53.1 Y-17.534  
N4190 G43 Z59. H6  
N4195 T7  
N4200 G0 Z15.5  
N4205 G1 Z14.5 F1000.  
N4210 G18 G2 X54.1 Z13.5 I1. K0.  
N4215 G1 X54.6  
N4220 G17 G3 X55.6 Y-16.534 I0. J1.  
N4225 X55.582 Y-16.935 Z14.486 I-4.6 J0.  
N4230 X55.53 Y-17.333 Z15.472 I-4.582 J0.401  
N4235 X55.443 Y-17.725 Z16.458 I-4.53 J0.799  
N4240 X55.323 Y-18.108 Z17.444 I-4.443 J1.191  
N4245 X55.169 Y-18.478 Z18.431 I-4.323 J1.573  
N4250 X54.984 Y-18.834 Z19.417 I-4.169 J1.944  
N4255 X46.4 Y-16.534 Z20. I-3.984 J2.3  
N4260 X47.4 Y-17.534 I1. J0.  
N4265 G1 X47.9  
N4270 G18 G2 X48.9 Z21. I0. K1.  
N4275 G0 Z59.  
N4280 G53 G0 Z0.

(Thread1 075)

N4285 G53 G0 X-736.6 Y-203.2  
N4290 G255  
N4295 G0 B90. C-180.  
N4300 G254  
N4305 G17  
N4310 G0 X48.9 Y17.534  
N4315 G43 Z59. H6  
N4320 G0 Z15.5  
N4325 G1 Z14.5 F1000.  
N4330 G18 G3 X47.9 Z13.5 I-1. K0.  
N4335 G1 X47.4  
N4340 G17 G3 X46.4 Y16.534 I0. J-1.  
N4345 X46.418 Y16.935 Z14.486 I4.6 J0.

N4350 X46.47 Y17.333 Z15.472 I4.582 J-0.401  
N4355 X46.557 Y17.725 Z16.458 I4.53 J-0.799  
N4360 X46.677 Y18.108 Z17.444 I4.443 J-1.191  
N4365 X46.831 Y18.478 Z18.431 I4.323 J-1.573  
N4370 X47.016 Y18.834 Z19.417 I4.169 J-1.944  
N4375 X55.6 Y16.534 Z20. I3.984 J-2.3  
N4380 X54.6 Y17.534 I-1. J0.  
N4385 G1 X54.1  
N4390 G18 G3 X53.1 Z21. I0. K1.  
N4395 G0 Z59.  
N4400 M9  
N4405 M5  
N4410 G53 G0 Z0.

(Thread2)

N4415 M1  
N4420 T7 M6  
N4425 S3000 M3  
N4430 G54  
N4435 G53 G0 X-736.6 Y-203.2  
N4440 G255  
N4445 G0 B0. C0.  
N4450 M8  
N4455 G17  
N4460 G0 X-21.75 Y-37.334  
N4465 G43 Z15. H7  
N4470 T10  
N4475 G0 Z-78.5  
N4480 G1 Z-80.2 F1000.  
N4485 G18 G2 X-21.45 Z-80.5 I0.3 K0.  
N4490 G1 X-21.3  
N4495 G17 G3 X-21. Y-37.034 I0. J0.3  
N4500 X-21.004 Y-37.122 Z-79.514 I-1. J0.  
N4505 X-21.015 Y-37.208 Z-78.528 I-0.996 J0.087  
N4510 X-21.034 Y-37.293 Z-77.542 I-0.985 J0.174  
N4515 X-21.06 Y-37.376 Z-76.556 I-0.966 J0.259  
N4520 X-21.094 Y-37.457 Z-75.569 I-0.94 J0.342  
N4525 X-21.134 Y-37.534 Z-74.583 I-0.906 J0.423  
N4530 X-21.181 Y-37.608 Z-73.597 I-0.866 J0.5  
N4535 X-21.234 Y-37.677 Z-72.611 I-0.819 J0.574  
N4540 X-21.293 Y-37.742 Z-71.625 I-0.766 J0.643  
N4545 X-21.357 Y-37.8 Z-70.639 I-0.707 J0.707  
N4550 X-21.426 Y-37.854 Z-69.653 I-0.643 J0.766  
N4555 X-21.5 Y-37.9 Z-68.667 I-0.574 J0.819  
N4560 X-21.577 Y-37.941 Z-67.681 I-0.5 J0.866  
N4565 X-21.658 Y-37.974 Z-66.694 I-0.423 J0.906  
N4570 X-21. Y-37.034 Z-66.5 I-0.342 J0.94  
N4575 X-21.3 Y-36.734 I-0.3 J0.  
N4580 G1 X-21.45  
N4585 G18 G3 X-21.75 Z-66.2 I0. K0.3

N4590 G0 Z5.  
N4595 G1 X22.25 Y-37.334 F5000.  
N4600 G0 Z-78.5  
N4605 G1 Z-80.2 F1000.  
N4610 G2 X22.55 Z-80.5 I0.3 K0.  
N4615 G1 X22.7  
N4620 G17 G3 X23. Y-37.034 I0. J0.3  
N4625 X22.996 Y-37.122 Z-79.514 I-1. J0.  
N4630 X22.985 Y-37.208 Z-78.528 I-0.996 J0.087  
N4635 X22.966 Y-37.293 Z-77.542 I-0.985 J0.174  
N4640 X22.94 Y-37.376 Z-76.556 I-0.966 J0.259  
N4645 X22.906 Y-37.457 Z-75.569 I-0.94 J0.342  
N4650 X22.866 Y-37.534 Z-74.583 I-0.906 J0.423  
N4655 X22.819 Y-37.608 Z-73.597 I-0.866 J0.5  
N4660 X22.766 Y-37.677 Z-72.611 I-0.819 J0.574  
N4665 X22.707 Y-37.742 Z-71.625 I-0.766 J0.643  
N4670 X22.643 Y-37.8 Z-70.639 I-0.707 J0.707  
N4675 X22.574 Y-37.854 Z-69.653 I-0.643 J0.766  
N4680 X22.5 Y-37.9 Z-68.667 I-0.574 J0.819  
N4685 X22.423 Y-37.941 Z-67.681 I-0.5 J0.866  
N4690 X22.342 Y-37.974 Z-66.694 I-0.423 J0.906  
N4695 X23. Y-37.034 Z-66.5 I-0.342 J0.94  
N4700 X22.7 Y-36.734 I-0.3 J0.  
N4705 G1 X22.55  
N4710 G18 G3 X22.25 Z-66.2 I0. K0.3  
N4715 G0 Z15.  
N4720 M9  
N4725 M5  
N4730 G53 G0 Z0.

(2D Contour16 080)

N4735 M1  
N4740 T10 M6  
N4745 S9000 M3  
N4750 G54  
N4755 G0 B0. C0.  
N4760 M8  
N4765 G17  
N4770 G0 X4.6 Y-0.4  
N4775 G43 Z15. H10  
N4780 T1  
N4785 G0 Z5.  
N4790 G1 Z1. F333.33  
N4795 Z-1.  
N4800 G18 G2 X5. Z-1.4 I0.4 K0. F1000.  
N4805 G1 X5.4  
N4810 G17 G3 X5.8 Y0. I0. J0.4  
N4815 X-5.8 I-5.8 J0.  
N4820 X5.8 I5.8 J0.  
N4825 X5.4 Y0.4 I-0.4 J0.

N4830 G1 X5.  
N4835 G18 G3 X4.6 Z-1. IO. K0.4  
N4840 G0 Z5.  
N4845 X10.4  
N4850 G1 Z1. F333.33  
N4855 Z-1.  
N4860 G3 X10. Z-1.4 I-0.4 K0. F1000.  
N4865 G1 X9.6  
N4870 G17 G3 X9.2 Y0. IO. J-0.4  
N4875 G2 X-9.2 I-9.2 J0.  
N4880 X-6.505 Y6.505 I9.2 J0.  
N4885 X0. Y9.2 I6.505 J-6.505  
N4890 X9.2 Y0. IO. J-9.2  
N4895 G3 X9.6 Y-0.4 IO.4 J0.  
N4900 G1 X10.  
N4905 G18 G2 X10.4 Z-1. IO. K0.4  
N4910 G0 Z15.  
N4915 X-15.9  
N4920 Z5.  
N4925 G1 Z1. F333.33  
N4930 Z-9.  
N4935 G2 X-15.5 Z-9.4 IO.4 K0. F1000.  
N4940 G1 X-15.1  
N4945 G17 G3 X-14.7 Y0. IO. J0.4  
N4950 X-21.3 I-3.3 J0.  
N4955 X-14.7 I3.3 J0.  
N4960 X-15.1 Y0.4 I-0.4 J0.  
N4965 G1 X-15.5  
N4970 G18 G3 X-15.9 Z-9. IO. K0.4  
N4975 G0 Z5.  
N4980 G1 X20.1 Y-0.4 F5000.  
N4985 Z1. F333.33  
N4990 Z-9.  
N4995 G2 X20.5 Z-9.4 IO.4 K0. F1000.  
N5000 G1 X20.9  
N5005 G17 G3 X21.3 Y0. IO. J0.4  
N5010 X14.7 I-3.3 J0.  
N5015 X21.3 I3.3 J0.  
N5020 X20.9 Y0.4 I-0.4 J0.  
N5025 G1 X20.5  
N5030 G18 G3 X20.1 Z-9. IO. K0.4  
N5035 G0 Z15.  
N5040 G1 X-6.6 Y24.366 F5000.  
N5045 G0 Z5.  
N5050 G1 Z1. F333.33  
N5055 Z-75.  
N5060 G3 X-7. Z-75.4 I-0.4 K0. F1000.  
N5065 G1 X-7.4  
N5070 G17 G3 X-7.8 Y23.966 IO. J-0.4  
N5075 G1 Y22.966

N5080 G3 X7.8 I7.8 J0.  
N5085 G1 Y23.966  
N5090 G3 X7.4 Y24.366 I-0.4 J0.  
N5095 G1 X7.  
N5100 G18 G3 X6.6 Z-75. IO. K0.4  
N5105 G0 Z15.  
N5110 G1 X1.85 Y23.566 F5000.  
N5115 G0 Z5.  
N5120 G1 Z1. F333.33  
N5125 Z-77.  
N5130 G2 X2.25 Z-77.4 IO.4 K0. F1000.  
N5135 G1 X2.65  
N5140 G17 G3 X3.05 Y23.966 IO. J0.4  
N5145 X-3.05 I-3.05 J0.  
N5150 X3.05 I3.05 J0.  
N5155 X2.65 Y24.366 I-0.4 J0.  
N5160 G1 X2.25  
N5165 G18 G3 X1.85 Z-77. IO. K0.4  
N5170 G0 Z15.  
N5175 G53 G0 Z0.

(2D Contour17 080)

N5180 G53 G0 X-736.6 Y-203.2  
N5185 G0 B90. C-90.  
N5190 G254  
N5195 G17  
N5200 G0 X65.361 Y1.609  
N5205 G43 Z59.034 H10  
N5210 G0 Z49.034  
N5215 G1 Z45.034 F333.33  
N5220 Z41.034  
N5225 X65.36 Y1.617 Z40.956 F1000.  
N5230 Y1.64 Z40.881  
N5235 X65.359 Y1.677 Z40.812  
N5240 X65.358 Y1.726 Z40.752  
N5245 X65.356 Y1.787 Z40.702  
N5250 X65.355 Y1.856 Z40.665  
N5255 X65.353 Y1.931 Z40.642  
N5260 X65.351 Y2.009 Z40.634  
N5265 X65.341 Y2.409  
N5270 G3 X64.931 Y2.799 I-0.4 J-0.01  
N5275 X65.069 Y-2.799 IO.069 J-2.799  
N5280 X64.931 Y2.799 I-0.069 J2.799  
N5285 X64.541 Y2.389 IO.01 J-0.4  
N5290 G1 X64.551 Y1.99  
N5295 X64.553 Y1.912 Z40.642  
N5300 X64.555 Y1.837 Z40.665  
N5305 X64.556 Y1.767 Z40.702  
N5310 X64.558 Y1.707 Z40.752  
N5315 X64.559 Y1.657 Z40.812

N5320 X64.56 Y1.62 Z40.881  
N5325 X64.561 Y1.597 Z40.956  
N5330 Y1.59 Z41.034  
N5335 G0 Z49.034  
N5340 G1 X64.6 Y9.4 F5000.  
N5345 Z45.034 F333.33  
N5350 Z41.034  
N5355 G19 G2 Y9. Z40.634 J-0.4 K0. F1000.  
N5360 G1 Y8.6  
N5365 G17 G3 X65. Y8.2 I0.4 J0.  
N5370 G2 X73.2 Y0. I0. J-8.2  
N5375 X70.798 Y-5.798 I-8.2 J0.  
N5380 X65. Y-8.2 I-5.798 J5.798  
N5385 Y8.2 I0. J8.2  
N5390 G3 X65.4 Y8.6 I0. J0.4  
N5395 G1 Y9.  
N5400 G19 G3 Y9.4 Z41.034 J0. K0.4  
N5405 G0 Z59.034  
N5410 G1 X11.4 Y-33.3 F5000.  
N5415 G0 Z49.034  
N5420 G1 Z45.034 F333.33  
N5425 Z16.  
N5430 G3 Y-32.9 Z15.6 J0.4 K0. F1000.  
N5435 G1 Y-32.5  
N5440 G17 G3 X11. Y-32.1 I-0.4 J0.  
N5445 Y-39.9 I0. J-3.9  
N5450 Y-32.1 I0. J3.9  
N5455 X10.6 Y-32.5 I0. J-0.4  
N5460 G1 Y-32.9  
N5465 G19 G2 Y-33.3 Z16. J0. K0.4  
N5470 G0 Z49.034  
N5475 G1 X11.4 Y38.7 F5000.  
N5480 Z45.034 F333.33  
N5485 Z16.  
N5490 G3 Y39.1 Z15.6 J0.4 K0. F1000.  
N5495 G1 Y39.5  
N5500 G17 G3 X11. Y39.9 I-0.4 J0.  
N5505 Y32.1 I0. J-3.9  
N5510 Y39.9 I0. J3.9  
N5515 X10.6 Y39.5 I0. J-0.4  
N5520 G1 Y39.1  
N5525 G19 G2 Y38.7 Z16. J0. K0.4  
N5530 G0 Z59.034  
N5535 G53 G0 Z0.

(2D Contour18 080)

N5540 G53 G0 X-736.6 Y-203.2  
N5545 G255  
N5550 G0 B90. C90.  
N5555 G254

N5560 G17  
N5565 G0 X10.6 Y33.3  
N5570 G43 Z47.966 H10  
N5575 G0 Z37.966  
N5580 G1 Z33.966 F333.33  
N5585 Z2.  
N5590 G19 G2 Y32.9 Z1.6 J-0.4 K0. F1000.  
N5595 G1 Y32.5  
N5600 G17 G3 X11. Y32.1 I0.4 J0.  
N5605 Y39.9 I0. J3.9  
N5610 Y32.1 I0. J-3.9  
N5615 X11.4 Y32.5 I0. J0.4  
N5620 G1 Y32.9  
N5625 G19 G3 Y33.3 Z2. J0. K0.4  
N5630 G0 Z37.966  
N5635 G1 X10.6 Y-38.7 F5000.  
N5640 Z33.966 F333.33  
N5645 Z2.  
N5650 G2 Y-39.1 Z1.6 J-0.4 K0. F1000.  
N5655 G1 Y-39.5  
N5660 G17 G3 X11. Y-39.9 I0.4 J0.  
N5665 Y-32.1 I0. J3.9  
N5670 Y-39.9 I0. J-3.9  
N5675 X11.4 Y-39.5 I0. J0.4  
N5680 G1 Y-39.1  
N5685 G19 G3 Y-38.7 Z2. J0. K0.4  
N5690 G0 Z47.966  
N5695 G53 G0 Z0.

(2D Contour19 080)

N5700 G53 G0 X-736.6 Y-203.2  
N5705 G255  
N5710 G0 B90. C180.  
N5715 G254  
N5720 G17  
N5725 G0 X42.793 Y16.733  
N5730 G43 Z59. H10  
N5735 G0 Z49.  
N5740 G1 Z45. F333.33  
N5745 Z20.  
N5750 X42.785 Z19.922 F1000.  
N5755 X42.762 Y16.732 Z19.847  
N5760 X42.725 Y16.731 Z19.778  
N5765 X42.676 Y16.73 Z19.717  
N5770 X42.615 Y16.729 Z19.667  
N5775 X42.546 Y16.727 Z19.63  
N5780 X42.471 Y16.725 Z19.608  
N5785 X42.393 Y16.723 Z19.6  
N5790 X41.993 Y16.713  
N5795 G3 X41.603 Y16.304 I0.01 J-0.4

N5800 X60.397 Y16.765 I9.397 J0.231  
N5805 X41.603 Y16.304 I-9.397 J-0.231  
N5810 X42.013 Y15.914 I0.4 J0.01  
N5815 G1 X42.412 Y15.923  
N5820 X42.49 Y15.925 Z19.608  
N5825 X42.565 Y15.927 Z19.63  
N5830 X42.635 Y15.929 Z19.667  
N5835 X42.695 Y15.93 Z19.717  
N5840 X42.745 Y15.932 Z19.778  
N5845 X42.782 Y15.933 Z19.847  
N5850 X42.805 Z19.922  
N5855 X42.812 Z20.  
N5860 G0 Z49.  
N5865 G1 X37.594 Y16.463 F5000.  
N5870 Z45. F333.33  
N5875 Z20.  
N5880 X37.602 Z19.922 F1000.  
N5885 X37.625 Z19.847  
N5890 X37.662 Y16.462 Z19.778  
N5895 X37.711 Y16.461 Z19.717  
N5900 X37.772 Y16.459 Z19.667  
N5905 X37.841 Y16.457 Z19.63  
N5910 X37.916 Y16.455 Z19.608  
N5915 X37.994 Y16.454 Z19.6  
N5920 X38.394 Y16.444  
N5925 G3 X38.804 Y16.834 I0.01 J0.4  
N5930 G2 X42.373 Y25.161 I12.196 J-0.299  
N5935 X51. Y28.734 I8.627 J-8.627  
N5940 X38.8 Y16.534 I0. J-12.2  
N5945 X38.804 Y16.834 I12.2 J0.  
N5950 G3 X38.414 Y17.244 I-0.4 J0.01  
N5955 G1 X38.014 Y17.253  
N5960 X37.936 Y17.255 Z19.608  
N5965 X37.861 Y17.257 Z19.63  
N5970 X37.792 Y17.259 Z19.667  
N5975 X37.731 Y17.26 Z19.717  
N5980 X37.681 Y17.261 Z19.778  
N5985 X37.644 Y17.262 Z19.847  
N5990 X37.622 Y17.263 Z19.922  
N5995 X37.614 Z20.  
N6000 G0 Z59.  
N6005 G53 G0 Z0.

(2D Contour20 080)

N6010 G53 G0 X-736.6 Y-203.2  
N6015 G255  
N6020 G0 B90. C0.  
N6025 G254  
N6030 G0 X59.2 Y-16.934  
N6035 G43 Z59. H10

N6040 G0 Z49.  
N6045 G1 Z45. F333.33  
N6050 Z20.  
N6055 G18 G2 X59.6 Z19.6 I0.4 K0. F1000.  
N6060 G1 X60.  
N6065 G17 G3 X60.4 Y-16.534 IO. J0.4  
N6070 X41.6 I-9.4 J0.  
N6075 X60.4 I9.4 J0.  
N6080 X60. Y-16.134 I-0.4 J0.  
N6085 G1 X59.6  
N6090 G18 G3 X59.2 Z20. IO. K0.4  
N6095 G0 Z49.  
N6100 X64.4  
N6105 G1 Z45. F333.33  
N6110 Z20.  
N6115 G3 X64. Z19.6 I-0.4 K0. F1000.  
N6120 G1 X63.6  
N6125 G17 G3 X63.2 Y-16.534 IO. J-0.4  
N6130 G2 X38.8 I-12.2 J0.  
N6135 X42.373 Y-7.908 I12.2 J0.  
N6140 X51. Y-4.334 I8.627 J-8.627  
N6145 X63.2 Y-16.534 IO. J-12.2  
N6150 G3 X63.6 Y-16.934 IO.4 J0.  
N6155 G1 X64.  
N6160 G18 G2 X64.4 Z20. IO. K0.4  
N6165 G0 Z59.

N6170 M5  
N6175 M9  
N6180 G53 G0 Z0.  
N6185 G53 G0 X-736.6 Y-203.2  
N6190 G255  
N6195 G28 G91 C0.  
N6200 G90  
N6205 G0 B0. C0.  
N6210 M30

%