

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

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

 Михайло, БЕЗУГЛИЙ

« 19 » 06 2023 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: «Гнучка виробнича система механічної обробки корпусу**  
**гірблоку»**

Виконав:

Смотрицький Павло Андрійович

Керівник:

кандидат технічних наук, доцент  
Шевченко Вадим Володимирович

Рецензент:

  
к.т.н., ст. викладач кафедри КІОНС

(Посада, науковий ступінь, вчене звання)

  
Александр Сакін

(Прізвище, ім'я, по батькові)

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

Студент

Київ – 2023 року

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

**Приладобудівний факультету**

**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

 **Михайло БЕЗУГЛИЙ**

«03» березня 2023 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на дипломний проект студенту**

**Смотрицькому Павлу Андрійовичу**

1. Тема проекту «Гнучка виробнича система механічної обробки корпусу гіроблоку»,

керівник проекту Шевченко Вадим Володимирович, доцент, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом по університету від «30» гравня 2023 р. № 2058-с.

2. Термін подання студентом проекту 05 червня 2023 року.

3. Вихідні дані до проекту креслення деталі – корпус гіроблоку, програма випуску 12 000 шт/рік

4. Зміст пояснювальної записки: Анотація, вступ. Технологічна часина: 1. Постановка задачі проектування. 2. Опис конструкції деталі 3. Розрахунки технологічності 4. Вибір заготовки 5. Визначення типу виробництва 6. Розробка технологічного процесу для автоматизованого виробництва. Конструкторська частина: 1. Проектування технологічної оснастки для фрезерування. 2. Проектування технологічної оснастки для точіння. 3. Проектування технологічної оснастки для контролю. 4. Проектування гнучкої виробничої системи.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів, презентацій тощо): 1. Креслення деталі, яка задана на проектування. 2. Креслення заготовки 3. Креслення захвату маніпулятора. 4. Креслення пристосування для токарної обробки. 5. Креслення пристосування для контролю. 6. Креслення пристосування для фрезерної обробки. 7. Планування гнучкої виробничої системи. 8. Алгоритм автоматизованого ТП.

## 6. Консультанти розділів проекту\*

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

7. Дата видачі завдання 03 березня 2023р

## Календарний план

з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1.	Постановка задачі проектування. Опис конструкції деталі. Аналіз технологічності деталі. Вибір виду заготовки та способу її отримання. Визначення типу виробництва	20.03.2023	
2.	Розробка технологічного процесу виготовлення деталі для умов автоматизації. Розробка операційної технології. Вибір технологічного обладнання. Вибір інструмента. Вибір технологічного оснащення	08.04.2023	
3.	Розрахунок припусків та проміжних розмірів, режимів різання та норм часу	20.04.2023	
4.	Проектування технологічної оснастки та розрахунок пристосування для фрезерування	29.05.2023	
5.	Проектування технологічної оснастки та розрахунок пристосування для точіння	10.05.2023	
6.	Проектування технологічної оснастки та розрахунок пристосування для контролю	15.05.2023	
7.	Проектування захвату. Вибір автоматизованої транспортної системи	20.05.2023	
8.	Проектування гнучкої виробничої системи	25.05.2023	
9.	Оформлення пояснювальної записки	30.05.2023	
10.	Подання дипломного проекту до захисту	03.06.2023	

Студент



Смотрицький П.А.

Керівник



Шевченко В.В.

## ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ДПБ.ПБп0101.1720.03.000.ПЗ	Пояснювальна записка	7	<i>fu</i>
3	A1	ДПБ.ПБп0101.1720.03.001.СК	Креслення деталі	1	<i>fu</i>
4	A1	ДПБ.ПБп0101.1720.03.002.СК	Креслення заготовки	1	<i>fu</i>
5	A1	ДПБ.ПБп0101.1720.03.003.СК	Креслення захвату	1	<i>fu</i>
6	A1	ДПБ.ПБп01011720.03.004.СК	Креслення пристосування для токарної операції	1	<i>fu</i>
7	A1	ДПБ.ПБп01011720.03.005.СК	Креслення пристосування для фрезерування	1	<i>fu</i>
8	A1	ДПБ.ПБп0101.1702.03.006.СК	Креслення пристосування для Контролю	1	<i>fu</i>
9	A1	ДПБ.ПБп01011720.03.007	Креслення цеху	1	<i>fu</i>
10	A1	ДПБ.ПБп01011720.03.008	Алгоритм обробки деталі	1	<i>fu</i>
11	A4		Маршрутна карта	7	<i>fu</i>
12	A4		Операційна карта	13	<i>fu</i>
13	A1	ДПБ.ПБп0101.1702.03.009	Деталювання	1	<i>fu</i>

				ДПБ.ПБ п0101.1720.03.000.ПЗ	
	ПБ	Підп.	Дата		
Розробник	Смотрицький	<i>СМ</i>		Відомість дипломного проекту	Лист
Керівник	Шевченко	<i>Ш</i>			1
Консульт.		<i>СМ</i>			КП ім. Ігоря Сікорського Каф. ВП Гр. ПБ-п01

## **Анотація**

Назва цієї бакалаврського проекту – «Гнучка виробнича система механічної обробки корпусу гіроблоку».

Роботи включають етапи розробки: технічна частина, проектна частина.

У технічній частині розглядалися наступні питання: опис деталей та оцінка технологічності деталей, аналіз технології виробництва для впровадження PR, вимоги до обладнання в гнучких виробничих системах, вибір моделей обладнання, вибір промислових роботів, гнучка виробнича система. показник ефективності, розрахунок пристрою сили затиску, опис проєктованої гнучкої виробничої системи, що забезпечує безпечну та безаварійну роботу гнучкої виробничої системи.

Проектна частина включає в себе наступні питання: опис гнучкої компонування виробничої системи, опис обладнання конструкції обробки, опис конструкції пристосування.

## **Abstract**

The title of this bachelor's work is "Flexible production system for mechanical processing of the gyrobloc body".

Works include development stages: technical part, design part.

In the technical part, the following issues were considered: description of parts and assessment of manufacturability of parts, analysis of production technology for the implementation of PR, requirements for equipment in flexible production systems, selection of equipment models, selection of industrial robots, flexible production system. efficiency index, calculation of the clamping force device, description of the designed flexible production system, which ensures safe and accident-free operation of the flexible production system.

The design part includes the following questions: description of the flexible layout of the production system, description of the processing design equipment, description of the device design.

## Зміст

Анотація	5
Abstract	6
Вступ	8
1. Технологічна частина	10
1.1 Постановка задачі проектування гнучкої виробничої системи.	10
1.2 Опис конструкції деталі	12
1.3 Розрахунок технологічності	14
1.4 Вибір заготівки	17
1.5 Визначення типу виробництва	19
1.6 Розробка операційної технології	22
1.7 Вибір обладнання	23
1.8 Вибір інструмента	27
1.9 Розрахунок припусків та між операційних розмірів	30
1.10 Розрахунок режимів різання та технічних нормувань	36
Висновок до технологічного розділу	43
2. Конструкторський розділ.	44
2.1 Опис спроектованого пристосування для токарної обробки.	44
2.2 Пристосування для фрезерної обробки.	45
2.3 Опис спроектованого пристосування для контролю	48
2.4 Опис спроектованого захватного пристрою	50
2.5 Опис спроектованої гнучкої виробничої системи	53
Висновок до конструкторського розділу	56
Висновок	57
Література	58
Додатки	60
Додаток А	
Додаток Б	
Додаток В	

## Вступ

В даний час приладобудування розвивається дуже швидкими темпами. Розвиток сучасного виробництва характеризується збільшенням різноманітності технічних характеристик (форм, розмірів і параметрів) деталей, що виготовляються. Автоматизація виробництва в цьому контексті повинна бути не тільки комплексною, але й гнучкою. Промисловий робот (ПР) є ефективним засобом вирішення проблеми «гнучкої автоматизації» обробки. Їх універсальність, гнучкість і автономність в управлінні відкривають широкі можливості для їх застосування в промисловості.

Робототехніка — це нова галузь промисловості, яка швидко розвивається, важливість якої очевидна. Завдяки використанню роботів для реалізації механізації та комплексної автоматизації виробництва можна вивільнити велику кількість працівників, зайнятих важкою та некваліфікованою ручною працею, а також значно підвищити фондівіддачу основних фондів приладобудівних підприємств.

Застосування ПР, насамперед, полягає в тому, щоб звільнити працівників від таких операцій, як завантаження та розвантаження деталей машин. Основними перевагами використання ПР є: полегшення праці працівників, звільнення їх від некваліфікованої, монотонної, важкої та шкідливої праці, забезпечення умов безпеки праці, зменшення втрат робочого часу внаслідок виробничого травматизму, підвищення продуктивності праці та якості продукції, що випускається, за рахунок тримінної роботи збільшує випуск продукції, інтенсифікує існуючі та стимулює створення нових прогресивних і високошвидкісних процесів, підвищує рівень автоматизації та економічну ефективність безперервних і напівфабрикатів - реалізована багатойменна виробництва, забезпечує стабілізацію витрат на енергоносії за рахунок цілодобової роботи обладнання, звільняє велику кількість працівників зайнята творчою та якісною працею, а заробітна плата працівників економиться завдяки

використанню роботів. Ось чому все більше використання робототехніки в сучасному виробництві призвело до створення більш індивідуальних і універсальних роботів.

## 1. Технологічна частина

### 1.1 Постановка задачі проектування гнучкої виробничої системи.

Зі швидким розвитком нової техніки і технології зростає складність виробів, підвищилися вимоги до якості продукції та її надійності в експлуатації. Це зумовлює те, що при освоєнні підприємствами нової продукції трудомісткість виготовлення продукції відносно висока. При проектуванні обробного цеху необхідно забезпечити повну технічну готовність підприємства до випуску продукції відповідно до заданих техніко-економічних показників, забезпечуючи тим самим високий технічний рівень і мінімальні затрати праці і матеріалів.

При проектуванні враховуйте:

- Розробляти проекти виробів на технологічність;
- Розробка нових та вдосконалення існуючих виробничих процесів;
- Формувати технічні норми часу на виробництво продукції, норми витрат матеріалів і технічного оснащення на одиницю продукції;
- Проектування пристроїв та іншого технічного обладнання, необхідного для виробництва заготовок, деталей і виробів, та контроль якості їх виробництва;
- Проектування та виготовлення спеціального обладнання, транспортних засобів та нестандартного обладнання, пов'язаного з технологічними процесами та організацією робочих місць;
- Розрахунок необхідного обладнання та складання плану розміщення;
- Розрахунок виробничої потужності.

Найбільш важливою і відповідальною частиною проектування є проектування технологічного процесу і конструкції технологічного обладнання, а також підготовка комплексу необхідної технологічної документації.

При проектуванні необхідно враховувати тип виробництва.

За масштабами виробничого плану, характером продукції, що випускається, і техніко-економічними умовами виробничого процесу виробництво умовно поділяється на три основні види:

- одиночний;
- серійний;
- масове.

Одиничне виробництво характеризується широким асортиментом виготовленої або ремонтованої продукції при невеликому обсязі виробництва.

У масовому виробництві одні й ті ж операції багаторазово виконуються на одних і тих же робочих місцях. Для масового виробництва асортимент продукції обмежений і невеликий.

При розробці даного дипломного проекту був обраний серійний тип виробництва. Кількість деталей, які ГВС виробляє, становить 12 000 штук.

У серійному виробництві процес виготовлення продукції здійснюється партіями або серіями і повторюється через рівні проміжки часу через певний проміжок часу. Під поняттям «партія» розуміється кількість деталей, а під поняттям «серія» — кількість пристроїв, що одночасно запускаються у виробництво. Основним принципом цього виду виробництва є цілісне виробництво цілих партій (серій).

При серійному виробництві економічно вигідніше розробляти поопераційний технологічний процес з урахуванням технічних прийомів кожної операції: режиму обробки, способу контролю тощо.

## 1.2 Опис конструкції деталі

Корпус гіроблока - це частина, яка є підвіскою для гіромотора, а карданне кільце і складний гіромотор утворюють гіроскоп з двома або трьома ступенями свободи.

Гіроскопи використовуються як компоненти навігаційних систем і нереактивних систем для орієнтації та стабілізації космічних кораблів. Світові вимоги до точних характеристик і надійності роботи гіроскопічних приладів постійно зростають і тому постійно вдосконалюються. Сьогодні гіроскопічні системи настільки точні, що багато споживачів більше не потребують подальшого вдосконалення точності; зараз громадський інтерес до використання гіроскопічної технології зростає.

Деталь виготовлено зі сплаву алюмінію АК74 ДСТУ 2839-94 .

З цього сплаву виготовляють деталі, які використовуються в різних кліматичних умовах і витримують різні перепади температури.

Хімічний склад і механічні властивості деталей «корпусу гіроблока» наведено в таблицях 1.1 і 1.2 нижче:

Таблиця 1.1 - Хімічні властивості

Марка	Вміст елементів, %								
	Al	Mg	Cu	Mn	Ni	Fe	Si	Zn	Ti
АК74	87	2,6-3,9	3,6	<0,2	2,2	1,6	1,5	<0,3*	<0,1*

\*- домішка ( сума домішок не більше 0.12 )

Таблиця 1.2 - Механічні властивості

Твердість по Брунелю, НВ	Відносне подовження $\delta$ , %	Межа міцності $\sigma_b$ , кгс/мм <sup>2</sup>	Температура плавлення, °С
350 - 450	9	38	660

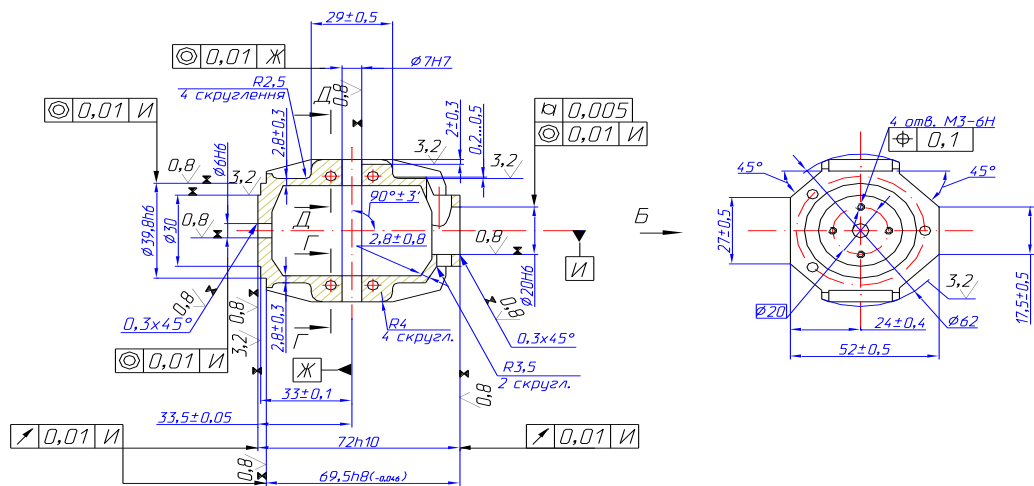


Рис. 1.1 Корпус гірблока.

Ця деталь має складну геометрію. В основі деталі лежить циліндр з центральним отвором, зі ступенями різного внутрішнього діаметра. Місця на зовнішній поверхні деталі: скоси, фаски, канавки. Карданні кільця мають багато отворів різного діаметру та різної частоти обробки, деякі з них мають нарізну різьбу. Для виготовлення цієї деталі використовується різне обладнання різного призначення. Важливою частотою для розмірів деталей є точне визначення розмірів з допусками, що відповідають 7-8 класу точності, з відповідною шорсткістю.

Деталь хімічно обробляється покриттям – Ан.Окс.Хром. Вага деталі складає 0,085 кг. Твердість НВ 350-450.

### 1.3 Розрахунок технологічності

Розробка нового виробу - це комплексне проектне завдання, яке пов'язане не тільки з досягненням рівня технології, необхідного для даного виробу, але і з наданням його конструкції характеристик, які забезпечують мінімізацію витрат праці, матеріалів і енергії на його виготовлення. Розробка та виробництво, обслуговування та ремонт.

Сукупність атрибутів виробу визначає придатність його конструкції для досягнення оптимального ресурсоспоживання при заданому показнику якості, продуктивності та умов виконання робіт у процесі виробництва та експлуатації, відображаючи технологічність проектного виробу.

Розрахуємо технологічність виготовлення цієї деталі.

1. Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{в.м} = \frac{M_d}{M_z}, \quad (1.1)$$

де  $M_d$  – маса деталі;

$M_z$  – маса заготовки.

Визначаємо масу заготовки:

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

$$M_z = V_z \rho_c = 15,3 \cdot 7,8 = 12 \text{ г}$$

$$M_z = 12 \text{ г}$$

Визначаємо об'єм деталі:

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

Визначимо тепер масу деталі:

$$M_d = V_d \rho_{cm} = 66,3 \cdot 7,8 = 8,5 \text{ г}$$

$$K_{г.м} = \frac{0,085}{0,12} = 0,71$$

2. Коефіцієнт точності виготовлення деталі:

$$K_m = 1 - \frac{1}{A_c}, \quad (1.2)$$

де  $A_c$  – середній квалітет точності даної деталі.

$$A_{\bar{n}} = \frac{\sum_{i=1}^k A_i \cdot n_i}{k}, \quad (1.3)$$

де  $A_i$  – точність виготовлення окремого розміру деталі;

$n_i$  – кількість розмірів даного квалітету точності;

$k$  – загальна кількість розмірів.

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

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

3. Коефіцієнт якості виготовлення деталі:

$$K_y = 1 - \frac{1}{B_c}, \quad (1.4)$$

де  $B_c$  – середня шорсткість деталі.

$$B_c = \frac{\sum_{i=1}^m B_i \cdot n_i}{m}, \quad (1.5)$$

де  $B_i$  – шорсткість окремої поверхні деталі;

$n_i$  – кількість поверхонь однакової шорсткості;

$m$  – загальна кількість поверхонь.

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

$$K_y = 1 - \frac{1}{5,04} = 0,8$$

4. Комплексний коефіцієнт:

$$K_{\kappa} = \frac{\sum_{i=1}^m K_i \cdot K_{ie}}{\sum_{i=1}^m K_{ie}}, \quad (1.6)$$

де  $K_i$  – поточні показники технологічності;

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

Кожний коефіцієнт має рівний відсоток впливу, тому приймаємо  $K_{ie} = 0,33$ .

$$K_{\kappa} = \frac{0,94 \cdot 0,33 + 0,71 \cdot 0,33 + 0,8 \cdot 0,33}{1} = 0,804.$$

Висновок: дана деталь технологічна і може запускатись в серійне виробництво ( $K_{\kappa} = 0.804 > 0.5$ ), крім того не потребує додаткового опрацювання на технологічність.

#### 1.4 Вибір заготовки

Заготовка — це матеріал, форма і стан якого сприяють подальшій механічній, термічній, гальванічній або будь-якій іншій обробці, пов'язаній з отриманням готової деталі з цього матеріалу. Вибір заготовки залежить від форми і розміру деталі, вимог до якості деталі та економічних міркувань.

З урахуванням цих факторів в кожній конкретній ситуації на промисловому підприємстві може бути використаний будь-який спосіб виготовлення заготовок:

1. лиття різноманітними способами;
2. прокатом;
3. гаряче або холодне штампування та інші методи обробки тиском в холодному стані або різанням [5].

Оскільки конфігурація заготовки стає все більш і більш складною, зазор і запас стають все меншими і меншими, точність розмірів і параметрів позиціонування поверхні стає все вищою і вищою, технологічне обладнання ковальського цеху стає все більш складним, і ціна стає все дорожчою, вартість заготовки також стає все вищою і вищою, але в той же час це знижує трудомісткість і вартість послідовної обробки заготовок, а також покращує коефіцієнт використання матеріалів.

Заготовки простої конфігурації дешевші, так як не вимагають складного і дорогого технічного обладнання при виготовленні.

Головне при виборі заготовки - забезпечити задану якість основної деталі при найменших витратах.

При проектуванні процесу обробки конструктивно складних деталей важливо мати дані про конфігурацію та розміри заготовки. Особливо це стосується наявності в заготовці отворів, западин, порожнин і виступів.

При масовому та серійному виробництві необхідно наблизити заготовку до форми деталі, для чого використовується лиття або холодне штампування.

У масовому виробництві при без центровому шліфуванні отримання заготовки виконується за допомогою пилки або прес.

Заготівлею для даної деталі "Корпус гірблока" є лиття в кокіль. Тому що використовувати інші способи економічно не вигідно, а якість деталей недостатньо висока.

Виливки з обробленими поверхнями повинні мати припуск на обробку 0,5-1,5 мм.

Литтям по виплавлюваним моделям можна отримати якісні виливки, але його вартість в 4-5 разів перевищує вартість піщаного лиття. Крім того, стає складніше виготовляти виливки з внутрішніми наскрізними порожнинами. Цей спосіб лиття найбільше підходить для отримання невеликих виливків високої точності і складної форми з важкооброблюваних сталей і кольорових металів. Обраний спосіб отримання заготовки є найбільш придатним для деталі.

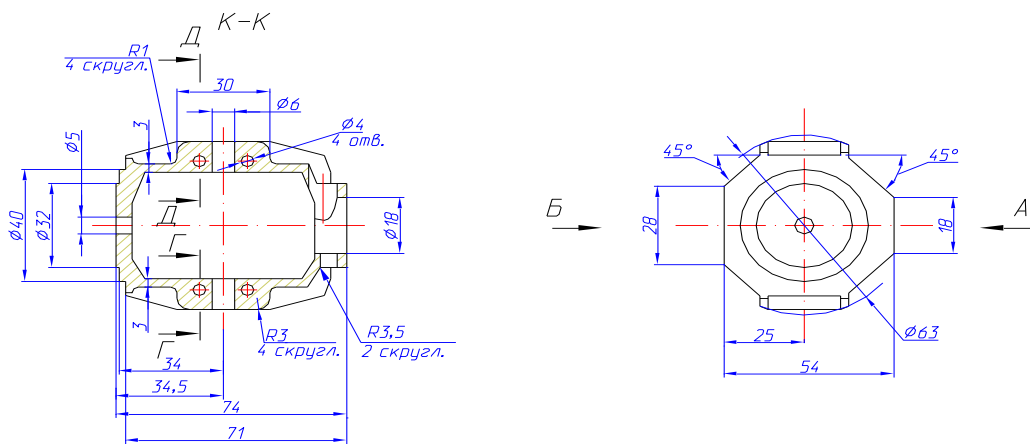


Рис. 1.2 Заготівка.

## 1.5 Визначення типу виробництва

За масштабом виробничого плану, характером виробу, техніко-економічними умовами виробничого процесу виробництво умовно поділяється на три основні види: штучне, серійне і масове. Кожен із цих видів виробничо-технічних процесів має свої особливості, а кожному — певні форми організації праці. На одному підприємстві і навіть в одному цеху можуть існувати різні види виробництва. Відповідно до ГОСТ 14.004 - 83 однією з основних характеристик виробничого типу є коефіцієнт закріплення операцій.

Вид виробництва - класифікаційний розряд виробництва, який визначає ознаки регулярності, стабільності та обсягу виробництва перечення деталей.

Одиничне - це виробництво, в якому продукт виробляється в невеликих кількостях і відрізняється від інших товарів як структурою, так і розміром. Ці продукти майже не дублюються. Цех виробництва при цьому типу виробництва оснащений універсальними верстатами, використовує загальні інструменти та загальне обладнання.

Серійне виробництво - виробництво здійснюється серіями, що складаються з виробів одного типу як за дизайном, так і за розміром. Вся серія створюється одночасно. Застосовується разом із загальною та спеціальною технікою, спец інструментом і спец обладнанням.

Масове виробництво - виробництво, при якому серійно виробляється велика кількість одного і того ж продукту з використанням одних і тих самих операцій при постійному робочому місці.

Кожен вид виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операції (Кз.о.), який дорівнює відношенню всіх різноманітних технічних операцій, виконаних у поточному місяці, до кількості робочих місць. Кз.о. приймає плановий період, що дорівнює одному місяцю, розраховується за формулою (1.7)

$$K_{з.о.} = \frac{\sum_{i=1}^n TO}{\sum_{j=1}^m PM}, \quad (1.7)$$

де  $\Sigma TO$  — число технологічних операцій,

$\Sigma PM$  — число робочих місць з різними операціями.

Оскільки ми зараз не маємо технічних даних про виробництво таких деталей, ми не можемо використовувати формулу (1.7), тому ми використовуємо масу заготовки та заявлений річний обсяг виробництва для визначення типу виробництва. У цьому випадку вид виробництва визначається за табл.

Згідно з таблицею вид продукції по ГОСТ 3.1108-74:

1.  $K_{з.о.} = 1$  — масове виробництво.
2.  $1 < K_{з.о.} < 10$  — велико-серійне виробництво.
3.  $10 < K_{з.о.} < 20$  — середньо-серійне виробництво.
4.  $20 < K_{з.о.} < 40$  — дрібно-серійне виробництво.
5.  $K_{з.о.} \geq 40$  — одиничне виробництво.

У будь-якому технологічному процесі має бути рух до кращого використання обладнання, як з точки зору технічних можливостей, так і робочого часу.

Тому, якщо такий варіант можливий з організаційно-економічної точки зору, з меншим навантаженням слід завантажувати аналогічні операції для обробки інших деталей.

Можливість збільшення коефіцієнта завантаження обладнання таким чином може бути визначена під час аналізу або проектування виробничого процесу всього заводу або принаймні кількох його частин.

Розмір партії деталей  $n$  визначається за формулою (1.8):

$$n = \frac{N \cdot t}{F}, \quad (1.8)$$

де  $N$  — річна програма випуску деталей;

$t$  — кількість днів, на які необхідно запас деталей;

F – кількість робочих днів в році.

Тому для визначення виду виробництва скористаємося табличним підходом згідно з таблицею 1.3.

Приймаємо середньо серійне виробництво, якщо маса деталі становить 0,085 кг і річний випуск продукту  $N = 10\ 000$  штук.

Таблиця залежності типу продукції від обсягу продукції та маси деталей.

Таблиця 1.3 – Визначення типу виробництва

Тип виробництва	Річний обсяг випуску, шт.		
	до 20 кг	від 20 кг до 300 кг	Більш 300 кг
Одиничне	до 150	До 15	До 10
Серійне	150 -100 000	150 – 10 000	10 – 1 500
Масове	вище 100000	вище 10000	вище 15 000

Серійне виробництво, де враховується розмір партії ділиться на три види :

1. Дрібносерійне  $K_c = 10$ .
2. Середньо серійне (серійне)  $K_c = 20$ .
3. Велико серійне  $K_c = 30$ ,  $K_c$  – коефіцієнт серійності.

Як було сказано вище, для середньо-серійного виробництва коефіцієнт закріплення операцій коливається в межах від 10 до 20.

Приймаємо  $K_{з.о.} = 15$ .

Підставив в формулу (1.8 ) значення  $t = 8$ ,  $F = 253$ , отримаємо:

$$n = (12000 \cdot 8) / 253 = 379 \text{ деталей.}$$

Приймаємо  $n = 380$  деталей

Висновок: технологічне проектування будемо виконувати для серійного типу виробництва з коефіцієнтом закріплення операцій  $K_{з.о.} = 15$ .

Для даної деталі річний обсяг випуску  $N = 12000$  деталей.

## 1.6 Розробка операційної технології.

Операція — основна частина технологічного процесу, яка характеризується незмінністю об'єктів обробки, обладнання та працівників.

Проектуванню експлуатаційної технології передуює вирішення завдань на попередньому етапі проектування – при формуванні технічного завдання та проектуванні маршрутної технології.

Операційна схема детально описує хід процесу виготовлення виробу, поділяє операцію на перетворення, надає заданий режим роботи, розрахункову специфікацію, необхідне обладнання, прилади, робочі та вимірювальні засоби. Як правило, вони використовуються в серійному або багатосерійному виробництві, містять інформацію про послідовність обробки на одному робочому місці і розробляються індивідуально для кожної операції.

Зміст кожного процесу формулюється на основі маршруту процесу. Також вказані зміст кожної операції, порядок виконання окремих перетворень і розглянута можливість паралельної обробки окремих поверхонь.

Завдання зводиться до детальної розробки кожної технічної операції з урахуванням закладів, переходів, проходів та інших елементів технічного процесу.

Всі операції слід починати з установки: встановити деталь в пристрій, закріпити, зняти.

За результатами проектування технологічної операції складається робоча схема механічної обробки (стандартний формат). У цьому оригінальному документі вказуються всі перетворення операції, надається ескіз операції, вказується використовуваний верстат, інструмент і код інструменту, а також вказуються координати початкової точки та час обробки траєкторії руху інструменту.

Робоче креслення є основним документом, за яким визначають необхідні матеріали, обладнання та робочу силу та вирішують питання організації та планування виробництва.

Остаточне формування технологічного маршруту здійснюється на базі операційних карт обробки деталей верстатів з ЧПК і загальних РК верстатів.

Розроблена операційна технологія виготовлення деталі «корпус гірблока», розміщена в додатку В, дипломного проекту.

### 1.7 Вибір обладнання

Вибір обладнання починається з аналізу формування типової поверхні деталі та способу її обробки з метою встановлення найбільш ефективного способу обробки. При виборі верстата необхідно пам'ятати, що він повинен бути максимально простим і забезпечувати найкращий режим обробки і задану точність. Зокрема, слід враховувати продуктивність машини. Використання того чи іншого обладнання залежить не тільки від економічності, а й від необхідності забезпечення необхідної якості продукції, що випускається [5].

Найбільш досконало автоматизація процесу механічної обробки розроблена в умовах великосерійного і масового виробництва, серед яких головними є автомати. Але вони управляються за допомогою механічного обладнання, в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва, нерентабельного через складні налагодження. Тому необхідно знайти інструменти управління, які можуть прискорити реконфігурацію обладнання для виробництва нових деталей. Це завдання вирішують верстати з електронними системами керування, які відомі як верстати з ЧПК [15].

Верстати з ЧПК забезпечують високий рівень автоматизації. Рациональне використання верстатів з ЧПК досягається за рахунок найбільш досконалих рішень, які отримують при проектуванні

технологічного процесу та при розробці та налагодженні програми, які здійснюються з обов'язковим урахуванням наступних характеристик:

- Можливість виключення розмітки з технічної траси;
- Зменшити кількість переустановлень деталей під час обробки;
- Автоматичне копіювання та встановлення координат за єдиною програмою для вибору найкращої траєкторії руху частини інструменту;
- Запровадити більш інтенсивне охолодження та запровадити інструменти з найкращою геометрією для даних умов.

Для певних технологічних операцій вибрані верстати, що вказані нижче, також вказані їх технічні характеристики.

#### Технологічна характеристика верстата фрезерного WF-2 «Мікрон»

##### Для операції (050 Фрезерна)

Розміри робочої поверхні столу	400×1600
Найбільше переміщення столу	
- поздовжнє	1000
- поперечне	400
- вертикальне	380
Переміщення гільзи зі шпинделем	-
Число швидкостей шпинделя	18
Частота обертання шпинделя , об/хв.	40-2000
Число подач столу	б/с
Подача столу, мм / хв.	
- поздовжня та поперечна	10-1200
- вертикальна	10-1200
Швидкість швидкого переміщення столу, мм/хв.	
- поздовжнього та поперечного	2400
- вертикального	2400
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	7,5
Габаритні розміри	

- довжина	3425
- ширина	3200
- висота	2520
Маса (без виносного обладнання), кг	6750
Місткість револьверної головки	6

Технологічна характеристика верстата фрезерного ИР-320 МПФУ:  
Для операції (065 Фрезерна)

Розміри робочої поверхні столу	400×1600
Найбільше переміщення столу	
- поздовжнє	1000
- поперечне	400
- вертикальне	380
Переміщення гільзи зі шпинделем	-
Число швидкостей шпинделя	18
Частота обертання шпинделя , об/хв.	40-2000
Число подач столу	б/с
Подача столу, мм / хв.	
- поздовжня та поперечна	10-1200
- вертикальна	10-1200
Швидкість швидкого переміщення столу, мм/хв.	
- поздовжнього та поперечного	2400
- вертикального	2400
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	7,5
Габаритні розміри	
- довжина	3425
- ширина	3200
- висота	2520
Маса (без виносного обладнання), кг	6750

## Технологічна характеристика токарного верстата ТВ-320

## Для операції (085 Токарна)

Найбільший діаметр оброблюваної заготівки:

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

Технологічна характеристика верстата вертикально-свердлильного

СВИ-10

Для операції (100 свердлильна) :

Найбільший діаметр свердління у сталі, мм 35

Найбільший діаметр нарізаємої різьби у сталі, мм	M24x3
Число шпинделів револьверної головки	6
Число частот обертання шпинделю	12
Діапазон обертання шпинделю, об/хв.	31,5-1400
Найбільший обертальний момент, Н м	200
Найбільше зусилля подачі, Н	15000
Найбільша відстань від шпинделю до поверхні столу, мм	600
Найбільший хід супорту, мм	560
Число подач супорту	18
Межа подач супорту, мм/хв.	10-500
Швидкість швидкого ходу супорту, м/хв.	4
Розміри робочої поверхні столу, мм	400 x 630
Швидкість швидкого переміщення столу, м/хв.	3,8

### 1.8 Вибір інструмента

Підбираючи машини та обладнання для кожної операції, підбирається необхідний інструмент.

Використання того чи іншого інструменту залежить від типу верстата, способу обробки і матеріалу деталі, що обробляється.

Для обробки універсальних деталей кільцевого типу використовуються такі інструменти:

Фрези. Поверхні зубів під певними кутами в просторі та специфікація цих кутів безпосередньо впливають на процес фрезерування, відомий як геометричні параметри ріжучої частини інструменту. Основними кутами, що характеризують ріжучу частину зуба, є:  $\alpha_n$  – головний задній кут;  $\gamma$  – передній кут;  $\varphi$  – головний кут в плані;  $\varphi_1$  – допоміжний кут в плані;  $\varphi_0$  – кут перехідної кромки;  $\alpha_l$  – задній торцьовий кут;  $\lambda$  – кут нахилу ріжучої кромки [9].

Свердло. За конструкцією свердла діляться на гвинтові, кругові, глибокого свердління і центрувальні. Найбільшого поширення набули

свердла з конічним і циліндричним хвостовиками. Для обробки деталі використовують шнекові та точкові свердла.

Свердла і фрези виготовляють із швидкорізальної сталі Р18 або Р6М5, які після термічної обробки мають високу твердість, міцність і зносостійкість, зберігають різальні характеристики при нагріванні операціями до 600-650С.

Буква «П» вказує на приналежність сталі до швидкорізальної сталі, а цифра після літери «П» вказує на середній вміст вольфраму (%) [8].

Таблиця 1.4 – Марки та хімічний склад швидкорізальних сталей

Марка сталі	Вміст елементів, %				
	С	Cr	W	V	Mo
Р18	0,7-0,8	3,8-4,4	17,5-19	1-1,4	0,5-1
Р6М5	0,85-0,95	3-3,6	5,5-6,5	2-2,5	3-3,6

Для свердління отворів приймаємо свердло спіральне ГОСТ 8543-71. Матеріал Р18 ГОСТ 3882-77. Діаметр посадочного отвору визначається за умов забезпечення достатньої міцності та шорсткості оправки свердла за формулою:

$$d_0 = 2,28 t^{0,48} B^{0,15} = 2,28 \cdot 2^{0,48} \cdot 4^{0,15} = 4.15 \text{ мм, де :}$$

$t = 2$  мм – глибина свердління отворів деталі;

$B = 4$  мм – ширина свердління (по суті, діаметр).

Отримані значення округлюємо до найближчого більшого значення.

Приблизне значення зовнішнього діаметру:  $d_{\text{зов}} = 2,5 \cdot d_0 = 2,5 \cdot 4,15 = 10,375$  мм. За ГОСТ 8543-71 приймаємо  $d_{\text{зов}} = 10$  мм.

Далі всі необхідні розміри і геометричні параметри (кути) для проектування різального інструменту беремо з відповідних технологічних довідників.

В таблиці наведений інструмент, який використовується при обробці деталі корпус гіроблока.

Тип інструменту	Позначення інструменту
-----------------	------------------------

Ріжучий	Фреза кінцева Ø8 P6M5 2214-0001 ГОСТ 24359-80
	Фреза кінцева Ø3 P6M5 ГОСТ 24359-80
	Фреза кінцева Ø6 P6M5 2214-0001 ГОСТ 24359-80
	Напильник ГОСТ 1465-80
	Свердло Ø3,6 P6M5 2300-0308 ГОСТ 10902-77
	Свердло Ø4,6 P6M5 2300-0618 ГОСТ 10902-77
	Свердло Ø1,6 P6M5 2300-0724 ГОСТ 4010-77
	Різець BK6 ГОСТ 18884-73
	Різець розточний P6M5 2141-0001 ГОСТ 20874-75
	Різець P18 ГОСТ 18870-73
	Різець P6M5 2102-0030 ГОСТ 18882-73
	Різець P6M5 2145-0021 ГОСТ 18062-72
	Мітчик 2621-2487 M3 ГОСТ 3266-81
	Мітчик 2621-1215 M2 ГОСТ 3266-81
Вимірювальний	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89
	Штангенциркуль ШЦ-II-160-0,05 ГОСТ 166-89
	Пробка Ø6,5P6M5 2214-0001 ГОСТ 14810-69
	Калібр-пробка Ø5,5 8133-0939 ГОСТ 14807-69
	Пробка Ø19,5 8221-1030 ГОСТ 17757-72
	Пробка Ø20 8221-1037 H6 ГОСТ 17757-72
Допоміжний	Оправка 6039-0016 ГОСТ 13788-68

### 1.9 Розрахунок припусків та між операційних розмірів

Невеликий розмір і вага конструкції для приладів. Через це вага заготовки, що підлягає обробці, часто перевищує вагу готової деталі. Економія дорогого металу – важливе завдання.

Величина націнки залежить від багатьох конструктивних і технічних параметрів. В основному він включає: розмір, точність і якість деталей визначаються конструктором; крім того, можливість отримання необхідної

точності, шорсткість і якість обробленого поверхневого шару визначаються майстром.

Припуск на обробку — це шар матеріалу, видалений з поверхні заготовки під час обробки.

Квоти поділяються на симетричні та асиметричні. Допуски вимірюються перпендикулярно до обробленої поверхні та розраховуються для кожної сторони.

З точки зору матеріаломісткості необхідно виділяти невеликі припуски, але вони можуть бути причиною дефектів: на обробленій поверхні з'являються задирки, ріжуча кромка інструмента знаходиться всередині твердої кромки. Забезпечення жорстких допусків пов'язане з отриманням точних заготовок, що в свою чергу пов'язано з наявністю високоточного обладнання, яке можливо тільки в практиці масового виробництва.

Основними факторами, що впливають на величину припуску є:

1. Похибка розмірів та геометричної форми заготовки.
2. В загальному випадку припуск, який компенсує просторові відхилення, визначається складанням векторів величин просторових відхилень:

$$\vec{\rho} = \vec{c} + \vec{y}. \quad (1.9)$$

3. Товщина ушкодженого поверхневого шару матеріалу  $T_a$  та поверхневі нерівності  $H_a$ . Якщо треба компенсувати ці величини, то:

$$Z_b \geq H_a + T_a. \quad (1.10)$$

Величину припуску потрібно брати таку, щоб інструмент виконував роботу під твердою коркою. Мінімальний припуск для відливок складає в серійному виробництві для алюмінію 0.2-1.5 мм.

4. В припусках повинна бути врахована похибка установки:

$$\vec{\varepsilon}_b = \vec{\varepsilon}_\zeta + \vec{\varepsilon}_a. \quad (1.11)$$

Точно знайти похибку можна з виразу:

$$\varepsilon_b = \sqrt{\varepsilon_\zeta^2 + \varepsilon_a^2 + 2\varepsilon_\zeta\varepsilon_a \cos(\varepsilon_\zeta, \varepsilon_a)}. \quad (1.12)$$

Втих випадках, коли важко передбачити напрямки векторів, їх додають за правилами кореня квадратного:

$$\varepsilon_b \approx \sqrt{\varepsilon_\zeta^2 + \varepsilon_a^2}, \quad (1.13)$$

де  $\varepsilon_\zeta$  – похибка закріплення;

$\varepsilon_a$  – похибка базування.

Похибки базування ( $\varepsilon_a$ ) та закріплення ( $\varepsilon_\zeta$ ) установлюють за довідковими даними.

Похибку установки можна визначити з виразу:

$$\varepsilon_b = 0,25 \cdot \delta_D, \quad (1.14)$$

де  $\delta_D$  – допуск на діаметр заготовки.

5. Похибка форми знаходиться в межах призначеного допуску.

На основі цього формула для розрахунку асиметричного припуску має вигляд:

$$z_{b_{\min}} \geq (H_a + T_a) + (\vec{\rho}_a + \vec{\varepsilon}_b). \quad (1.15)$$

Для симетричного припуску:

$$2z_{b_{\min}} \geq 2(H_a + T_a) + 2(\bar{\rho}_a + \bar{\varepsilon}_b). \quad (1.16)$$

Максимальний проміжний припуск при односторонньому розташуванні має вигляд:

$$z_{b_{\max}} = \delta_a + z_{b_{\min}}, \quad (1.17)$$

при двосторонньому:

$$2z_{b_{\max}} = \delta_a + 2z_{b_{\min}}, \quad (1.18)$$

де  $\delta_a$  – допуск на розмір, отриманий на попередньому переході [5].

Розрахуємо припуск для операції:

### **Операція 065 свердлильна**

свердління отвору  $\varnothing 3,5$  мм.

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

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

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

Оскільки припуск симетричний, використаємо формулу (1.18):

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

Оскільки отвір глухий:

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

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

На робочому кресленні проставляють остаточні розміри. Проміжні розміри вказують на операційному ескізі. Вихідними є розміри та допуски, які стоять на робочому кресленні.

Проміжні розміри визначають із наступних виразів:

а) для зовнішніх циліндричних поверхонь:

$$a_{\max} = b_{\max} + 2z_{b_{\min}} + \delta_a; \quad (1.19)$$

б) для циліндричних отворів:

$$a_{\min} = b_{\min} - 2z_{b_{\min}} - \delta_a; \quad (1.20)$$

в) для площин:

$$a_{\max} = b_{\max} + z_{b_{\min}} + \delta_a. \quad (1.21)$$

Розрахуємо для операції:

### **Операція 050 Фрезерна**

Обробити поверхню, витримуючи розмір  $28 \pm 0,4$  мм.

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

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

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

Провівши розрахунки ми отримали максимальний припуск  $0,075$  мм., на фрезерування поверхні розміром  $28 \pm 0,4$  мм.

Розрахуємо допуск для операції:

### **Операція 085.Токарна**

Необхідно точити поверхню, витримуючи розмір  $\varnothing 30$  мм.

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

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

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

Провівши розрахунки ми отримали максимальний припуск 0,05 мм. на точіння поверхні розміром Ø30 мм.

Значення припусків на розміри приймаємо згідно ГОСТ 7505-89 з урахуванням вихідного індексу і класу шорсткості.

### 1.10 Розрахунок режимів різання та технічних нормувань

Перед початком розрахунку схеми різання необхідно визначити передбачувані розміри обробленої поверхні.

Спосіб різання визначається такими основними факторами: глибина різання  $t$ , мм; подача  $s$ , мм/об, мм/зуб, мм/хв; швидкість різання  $V$ , м/хв або оберти шпинделя верстата  $n$ , об/хв.

Елементи схеми розкрою підібрані таким чином, щоб при найменших техніко-експлуатаційних витратах досягалася найвища продуктивність праці. Їх вибір невіддільний від вибору фрез:

1. Глибина пропилу. Встановлюється припуском на обробку і кількістю проходів.

2. Інструмент. Визначається його тип, розмір, матеріал ріжучої частини, геометрія заточування.

3. Подача. Залежить від виду і характеру обробки поверхні деталі, ріжучого інструменту і характеристик верстата. Розраховується по найбільшому каналу, який дозволяє наведені вище обмеження.

4. Стабільний період дії засобу. Його вибір залежить від типу і розміру інструменту, характеристик оброблюваної деталі та умов роботи, а середнє значення стабільного періоду можна знайти у відповідних стандартах.

5. Швидкість різання  $V_t$  і оберти шпинделя. Їх виявлення залежить від попередньо обраних факторів:

$$V_T = \frac{C_v}{t^{x_v} \cdot s^{y_v} \cdot T^m}, \quad (1.22)$$

де  $x_v$  та  $y_v$  – показники ступені відповідно при глибині та подачі;  
 $C_v$  – постійна величина, яка залежить від матеріалу інструмента, матеріалу, який обробляється, виду обробки тощо.

$T^m$ - стійкість.

Швидкість різання  $V$ , якщо задана кількість обертів, визначають за формулою:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}, \quad (1.23)$$

де  $d$  – діаметр деталі, що обробляється, мм;

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

6. За обраною швидкістю розраховують кількість обертів:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}. \quad (1.24)$$

За паспортом обертання обирається найближче значення до теоретичної частоти  $n_g$ .

7. Дійсна швидкість різання, м/хв.

$$V_g = \frac{\pi \cdot D \cdot n_g}{1000}; \quad (1.25)$$

8. Складові частини різання та крутячий момент:

$$\begin{aligned} P_z &= C_{pz} \cdot t_{pz}^x \cdot S_{pz}^y \cdot K_{pz} \\ P_y &= C_{py} \cdot t_{py}^x \cdot S_{py}^y \cdot K_{py} \\ P_x &= C_{px} \cdot t_{px}^x \cdot S_{px}^y \cdot K_{px} \end{aligned} \quad (1.26)$$

де  $C_{pz}$ ,  $C_{py}$ ,  $C_{px}$ ,- коефіцієнти, які залежать від оброблювального матеріалу;  
 $X_{pz}$ ,  $X_{py}$ ,  $X_{px}$ ,  $Y_{pz}$ ,  $Y_{py}$ ,  $Y_{px}$ - відповідно показники ступеня при глибині різання і подачі;

$K_{pz}$ ,  $K_{py}$ ,  $K_{px}$ ,- коефіцієнти, які враховують відхилення прийнятих даних від табличних.

9. Обертовий момент,  $H \cdot m$  :

$$M_{kp} = \frac{P_z \cdot D}{2}; \quad (1.27)$$

10. Потужність, яку споживає верстат,  $kВт$ , складається з

ефективної потужності на інструмент і необхідної на приводі верстата:

$$N_e = P_Z \cdot V_g,$$
$$N_{IP} = \frac{N_e}{\eta}, \text{ де} \quad (1.28)$$

$\eta$  – ККД верстата, що дорівнює 06...085.

Після визначення режимів різання розраховують технічне нормування.

1. Основний технологічний час розраховують за формулою:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s}, \quad (1.29)$$

де  $L$  – розрахункова довжина поверхні, що обробляється;

$i$  – кількість проходів.

2. Допоміжний час  $T_\delta$  складається із затрат часу, на установку та зняття деталі, на виконання переходів, зміну режимів роботи обладнання та зміну інструментів тощо. Визначається допоміжний час по нормативах.

3. В серійному виробництві необхідно врахувати підготовчо-заклучний час  $T_{n-3}$ , який вираховується на партію деталей. Визначається  $T_{n-3}$  за відповідними нормативами [13].

4. Штучний час на операцію розраховують за формулою:

$$T_{ум} = T_o + T_\delta + T_{m.обс} + T_{від} + T_{o.обс}, \quad (1.30)$$

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

$T_{m.обс}$  – час на технічне обслуговування робочого

$T_{o.обс}$  – час організаційного обслуговування робочого місця,

$T_{від}$  – час на відпочинок та природні потреби робітника.

Для спрощення розрахунку  $T_{ум}$  час  $T_{обс}$ ,  $T_{o.обс}$  та  $T_{від}$  беруть у відсотках від оперативного, відповідно  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ . В цьому випадку норма штучного часу визначається за формулою:

$$T_{ум} = (T_o + T_\delta) \left( 1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100} \right), \quad (1.31)$$

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

5. Норма часу на операцію в умовах серійного виробництва

називається штучно-калькуляційної нормою часу і визначається за формулою:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{n-3}}{n}, \quad (1.32)$$

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

1. Норма виробки в зміну:

$$N_{зм} = \frac{T_{зм}}{T_{шт-к}}, \quad (1.33)$$

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

Розрахуємо режими та технічне нормування для операції:

### Операція 065 свердлильна

(свердлити 5 отв.  $\varnothing 1,6$  мм, верстат фрезерний ЦР320 ПМФУ).

Визначимо геометричні параметри свердла :

- кут між ріжучими лезами  $2\varphi=118^\circ$ ;
- кут нахилу леза перемички  $\psi=50-55^\circ$ ;
- кутспиральної канавки  $\omega=23-30^\circ$ ;
- задній кут заточки по периферії свердла  $\alpha=10-16^\circ$ ;
- передній кут  $\gamma=0-5^\circ$ ;
- ширина смужки по периферії  $f=0,2-0,3$  мм.
- Період стійкості свердла  $T=10$  хв.
- Значення коефіцієнта  $C_v=2,48$ .
- Коефіцієнт  $K_v=0,85$ .
- Подача  $S_o=0,12$  мм/об [13].
- Глибина різання  $t=0,9$
- $L=1,8$  мм.

Розрахуємо швидкість за формулою:

$$V_T = \frac{C_v \cdot d^{0,45}}{T^{0,25} \cdot S_o^{0,88}} \cdot K_v. \quad (1.34)$$

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

Кількість обертів розрахуємо за формулою (1.25):

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

За паспортними даними свердлильного верстату обираємо кількість обертів:

$$n = 820 \text{ об/хв.}$$

Крутящий момент:

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

$$C_M=0,021; q=2; y=0,8; K_P=1,2 [13].$$

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

Осьова сила:

$$P_o = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P, \text{ де}$$

$$C_P=42,7; q=1; y=0,8; K_P=1,2 [13].$$

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

Потужність різання:

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

По паспортним даним верстату знаходимо потужність 3.75кВт.

Даний верстат для цієї операції обраний вірно, т.к. його потужність більша, ніж потужність, яка необхідна для різання ( $3.75\text{кВт} > 2.29\text{кВт}$ ).

Основний технологічний час розраховується по формулі (1.29):

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

Оскільки отворів 5, то основний час на виконання цього переходу становить:

$$T_o = 0,06 \cdot 5 = 0,3$$

$T_\delta$  та  $T_{n-3}$  візьмемо із нормативів [13].

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

Штучний час на виконання даної операції:

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

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

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

### Операція 050 фрезерна з ЧПК

Фрезерувати 2 виступи 28,5+0,1-0,1мм. Верстат горизонтально-фрезерний WF-2 «Мікрон». Фреза кінцева Ø10 мм ГОСТ 17026-71, матеріал ВК6.

1. Назначаємо глибину різання  $t = 1.1$  мм.

2. Назначаємо подачу.

Подача на один зуб фрези:  $S_z = 0,30$  мм/об [13];

Подача на один оберт фрези:  $S_o = S_z \cdot z = 0,2 \cdot 14 = 2,8$  мм/об;

3. Визначаємо швидкість різання.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p \cdot t^x} \cdot K_v, \quad (1.35)$$

де:  $C_v = 445$ ,  $x = 0,15$ ,  $y = 0,35$ ,  $m = 0,32$ ,  $q = 0,2$ ,  $p = 0$ ,  $u = 0,20$  [13];

$T$  – період стійкості,  $T = 180$  хв. [13];

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_u \quad (1.36)$$

де:  $K_{mv}$  – коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу заготовки на швидкість різання,  $K_{mv} = 0,7$ ;

$K_v$  – коефіцієнт, який враховує вплив стану поверхні на швидкість різання,  $K_{nv} = 0,8$  [13];

$K_{uv}$  – коефіцієнт, який враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання,  $K_{uv} = 1$  [13];

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

4. Визначаємо силу різання.

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

де:  $C_p = 54,5$ ,  $x = 0,9$ ,  $y = 0,74$ ,  $u = 1,0$ ,  $q = 1,0$ ,  $w = 0$  [13];

$K_{mp}$  – коефіцієнт, який враховує вплив якості оброблюємого матеріалу на силові залежності,  $K_{mp} = 1,1$  [13];

$n$  – частота обертів шпинделя:

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

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

5. Визначаємо крутячий момент на шпинделі.

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

6. Визначаємо потужність різання.

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 10} = \frac{55,47 \cdot 124,3}{1020 \cdot 10} = 1,72 \text{ кВт}$$

По паспорту верстату знаходимо потужність 6.5кВт. Даний верстат для цієї операції обраний вірно, т.к. його потужність більша, ніж потужність, яка необхідна для фрезерування поверхні (6.5кВт > 1.72кВт).

Основний технологічний час розраховується по формулі (1.28):

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

Оскільки пазів 2, то основний час на виконання цього переходу становить:

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

$T_\theta$  та  $T_{n-3}$  візьмемо із нормативів [13].

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

Штучний час на виконання даної операції:

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

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

$$N_{зм} = \frac{480}{1,166} = 364.$$

Розрахунок режимів різання аналітичним методом на один перехід

### Операція 085 токарна

Глибина різання дорівнює:  $t = 0,8$  мм.

Подачу вибираємо в залежності від глибини різання:  $s_o = 0,2$  мм/об.

Швидкість різання розраховуємо по формулі:

$$V_p = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot k_v,$$

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

$$V_p = 21,7 \text{ м/хв}$$

Стійкість інструмента розраховуємо по формулі:  $T = k_{тл} \cdot T_{л} = 60 \cdot 1,4 = 80$  хв.

$$k_v = k_{mv} \cdot k_{nv} \cdot k_{iv} = 1 \cdot 1 \cdot 1,25 = 1,25, \text{ де: } k_{nv} = 1,0; \quad k_{iv} = 1,0.$$

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

Розраховуємо оберти шпинделя:

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

приймаємо  $n_p = 355$  об/хв.

Визначаємо хвилинну подачу:  $s_{хв} = s_o \cdot n_p = 0,2 \cdot 355 = 71$  мм/хв.

### Розрахунок норм часу

Визначаємо час, пов'язаний з операцією:

$$T_d = 1,94 \text{ хв.}$$

Визначаємо допоміжний час (час на встановлення та зняття деталі):

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

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

Визначаємо час на обслуговування та особисті потреби

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

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

Визначаємо штучний час :

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

$$\text{Підготовчо-заключний час: } T_{\text{пз}} = T_{\text{пз1}} + T_{\text{пз2}} + T_{\text{пз3}} = 8 + 3,4 + 6,8 = 18,2 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{пз1}} = 8 \text{ хв; } T_{\text{пз2}} = 3,4 \text{ хв; } T_{\text{пз3}} = 6,8 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час розраховуємо за формулою:

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

де:  $n$  – об'єм запуску.

### Висновок до технологічного розділу

В ході виконання технологічного розділу дипломного проекту, було виконано, опис деталі, а саме корпус гіроблока. Розглянуто особливості конструкції, проведено розрахунки конструкції на технологічність складає 0,804. Обрано метод отримання заготовки, а саме лиття по виплавляємим моделях. Також був розроблено технологічний процес виготовлення, операційні карти процесу виготовлення наведенні в додатку В, обрано обладнання, інструмент для даного технологічного процесу. Проведено розрахунки припусків на обробку, режимів обробки, норм часу.

## 2. Конструкторський розділ.

### 2.1 Опис спроектованого пристосування для токарної обробки.

Пристосування токарне призначене для обробки зовнішніх і внутрішніх поверхонь оберту. В нашому випадку це 3-х кулачковий патрон з пневматичним приводом.

Розглянемо принцип дії даної конструкції. Патрон кріпить гвинтами до перехідного фланця, що встановлюється на шпинделі станка. Гвинтом, який зв'язує патрон з тягою ходового гвинта з пневматичним циліндром, регулюється положення кулачків відносно ходового гвинта. Від само згвинчування в процесі роботи патрона гвинт утримується пружинним стопором (пружина та кулька), розміщеним в гайці упорній; остання закріплена на гвинті стопором. Доступ до гвинта можливий при відгвинчуванні пробки. Кулачки переміщуються під дією важелів, що спираються на циліндричні гнізда в корпусі патрона. Тиск від поршня пневматичного привода передається на гвинт та гайку, що розміщується в муфті. На гайці є дві нахилені площини К, під дією яких на зворотному шляху поршня (зліва направо) кулачки розходяться, звільняючи при цьому оброблювану деталь. Кулачки мають Т-подібні пази, в яких сухарями та гвинтами закріплені змінні губки.

Змінна частина в даній конструкції являється регульована, що привело до універсалізації даної конструкції. Це дає можливість використовувати її неодноразово, а й при зміні розмірів та форми оброблюваної деталі. Крім того використання пневматичного приводу підвищило зручність при експлуатації даного пристосування й підвищило продуктивність праці.

## 2.2 Пристосування для фрезерної обробки.

Розроблене пристосування для фрезерування призначено для затиску заготовки у вертикально-фрезерному верстаті і подальшої обробки деталі згідно технологічного процесу. Конструкція пристосування забезпечує точне встановлення заготовки на робочому столі верстата та її затиск, достатньо надійний для тих сил різання, що виникають під час механічної обробки заготовки. Пристосування для фрезерування приведено у графічній частині цієї роботи. Принцип роботи пристосування полягає в тому, що саме пристосування встановлюється на робочому столі фрезерного верстата. Точна орієнтація і фіксування пристосування у верстаті забезпечується за допомогою декількох спеціальних елементів: основи поз.1 і направляючих сухарів поз.23. Після цього заготовка встановлюється на кришці поз. 3 і затискається коромислами поз. 8, за допомогою системи кулачків поз. 7, що приводиться у дію упором поз. 9. Оскільки деталь випускається серійно, то затиск заготовки виконується не в ручну, а механізовано, за допомогою пневматичної камери, що в свою чергу забезпечую швидкість і точність виготовлення деталі, та значно зменшує можливий відсоток браку на виробництві.

а) розрахунок точності базування заготовки у пристосуванні

Деталь закріплюється за допомогою коромисел поз. 8: робочі поверхні коромисел розташовують одна навпроти одної  $\alpha = 180^\circ$ . Коромисла закріплюються кришки поз. 3 штифтами поз. 26. Робочі поверхні коромисел оброблюються з великою точністю. Величину погрішності на оброблюваний розмір 14H11 визначаємо за формулами:

$$E = \frac{\delta_o}{2} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) = 0,026$$

Підставивши цифрові значення у приведені формули можемо зробити висновок, що похибка знаходиться в межах поля допуску H11.

б) розрахунок зусилля затискання заготовки

Деталь, яка оброблюється, встановлена між основою и коромислами поз. 8, розташованими під кутом  $\alpha = 180^\circ$  та затиснута силою Р.

Режими різання для операції 040 розраховані в розділі „Розрахунок режимів різання табличним методом” та дорівнюють:

$$t = 46 \text{ мм}; s = 0,30 \text{ мм/об}; v = 24,20 \text{ м/хв.}; n = 1090 \text{ об/хв.}$$

$$\text{Сила різання } P_z = 858,4 \text{ Н.}$$

Повороту деталі по вісі протидіють сили тертя, які виникають на поверхні контакту деталі з установочними та затискними елементами пристосування. Необхідне зусилля тиску на кожному прихваті:

$$W = P_z \cdot (\sin \alpha/n \cdot f) \cdot k ,$$

де: k – коефіцієнт запасу в залежності до умов обробки,

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

де:  $k_0 = 1,5$  – гарантований коефіцієнт запасу;  $k_1 = 1,0$  – враховує стан поверхні заготовки;  $k_2 = 1,2$  – враховує збільшення сили різання від затуплення інструменту;  $k_3 = 1,0$  – коефіцієнт, який враховує постійність сил затиснення, тоді:  $k = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 1,8$ .

$f = 0,35$  – коефіцієнт тертя заготовки з поверхнею призми та прихвату.

Підставляємо цифрові значення у формулу і визначимо:

$$W = 163,2 \text{ кГс} = 1632 \text{ Н.}$$

в) розрахунок вихідної сили приводу

Необхідне вихідне зусилля Q на приводі для затиску деталі, яку оброблюємо, це ж зусилля, яке передається:

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

де:  $W = 163,2 \text{ кГс}$  – необхідне зусилля затиску на одному коромислі;  
 $l_1, l_2$  - плечі важільної системи пристосування;  $l_1 = 65 \text{ мм}$ ,  $l_2 = 108 \text{ мм}$ ;  
 $n=0,2$  – коефіцієнт тертя на шарнірній підвісці.

$$Q = 1246,7 \text{ кГс} = 12467 \text{ Н.}$$

Оскільки зусилля Q відомо, то визначаємо діаметр робочої частини

пневматичного циліндра в якому знаходиться шток поз. 5:

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

де: P – по ГОСТ12445-87 – зусилля затиску. Приймаємо P = 135,5 кГс або 13,5 МПа.

Підставляємо у формулу і визначаємо:

$$D = 4,37 \text{ см} = 43,7 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 12447-80 приймаємо найближчий більший діаметр D = 45 мм, та на його основні відповідні габаритні та приєднуючи розміри.

### 2.3 Опис спроектованого пристосування для контролю

Контрольне пристосування складається з базової позиції 2, яка монтується на консолі, де будуть виконуватися призначені елементи керування, і кронштейна позиції 5, який прикручується до базової позиції 15. За допомогою гвинта і штока положення 14 фіксується індикаторна головка типу часу, що показує значення контрольованого розміру. Для контролю в отвір встановлюється опорний стрижень, зміщення якого відносно осі отвору буде відображати відхилення від заданих розмірів.

Для управління на вал 7 встановлюється карданна частина, що відповідає точним розмірам основи. Для управління деталлю з різних сторін використовується черв'ячне колесо, яке приводиться в рух кроковим електродвигуном.

Конструкція пристрою загальна і може використовуватися для управління іншими частинами, для яких потрібна невелика коригування конструкції.

Пристосування необхідно завжди підтримувати в задовільному стані, після перевірки кожної частини деталі перевірити точність агрегату за еталонними деталями, а також змастити рухомі частини та перевірити підшипники на роботу, рух, наявність мастила, відсутність віддачі. .

Даний прилад дозволяє перевіряти точність з індикатором відхилення від 0,01 мм до 0,005 мм.

На точність вимірювання перпендикулярності осі отвору відносно осі деталі впливатиме точність підшипника під валом, точність різьблення гвинта та точність виконання. Стійка частина, точність переходу втулки.

Згідно з правилами, систематичні похибки обчислюють алгебраїчно, а несистематичні – геометрично. Систематичні та несистематичні помилки додаються математично.

Є два кулькових підшипника четвертого класу точності.

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

На ходовому гвинті виготовлена ходова різьба, яка має четвертий клас точності.

$\delta_p = 8$  мкм, похибка випадкова.

Розмір деталі стійки виконаний по шостому квалітету точності.

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

Перехідна втулка виконана по п'ятому квалітету точності.

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

Похибка індикатора, згідно паспортних даних.

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

Стійка індикатора виконується по шостому квалітету точності.

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

Еталонний пруток виконується по четвертому квалітету точності.

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

Вираховуємо загальну сумарну похибку:

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

Тобто

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

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

Звідки маємо, що  $\delta \leq \delta_{\text{доп}}$ ,

тобто розроблене пристосування відповідає вимогам до нього.

## 2.4 Опис спроектованого захватного пристрою

Захватний пристрій (ЗП) промислового робота використовується для захоплення та утримання робочого об'єкта в певному положенні. Ці об'єкти можуть мати різну форму, розмір, масу та різні фізичні властивості, тому ЗП належить до кількості змінних елементів. Зазвичай промислові роботи та маніпулятори оснащуються типовим набором ЗП, який можна змінювати відповідно до вимог конкретних завдань. Іноді на типовому ЗП монтують змінні робочі елементи (губки, присоски). При необхідності ОР комплектується спеціальним ЗП, призначеним для конкретної операції. ЗП має специфічні або загальні вимоги в залежності від операції, що виконується. До обов'язкових вимог належать надійність затиску, стійкість основи та недопустимість пошкоджень. ЗП повинні мати високу міцність, невеликі розміри і легку вагу. Особливу увагу слід звернути на підключення ЗП до руки робота.

Одно позиційний ЗП, призначений для гладких і ступінчастих валів. Профіль губок забезпечує центрування валів будь-якого розміру. Дві пари поворотних губок вільно спираються на вісь. Зубчасті сектори кріпляться до губок і попарно входять в зачеплення з пазами 3, які з'єднані з важелем, утворюючи шарнірний паралелограм. Важіль шарнірно з'єднаний з приводною тягою. Таке розташування забезпечує незалежну роботу кожної пари губок, що необхідно для захоплення і центрування ступінчастого вала. Секція профілю щелепи має меншу товщину, ніж секція. Це забезпечує підбір і центрування деталей, розташованих із кутовим зміщенням, а також гарантує центрування ступінчастих деталей.

Особливу увагу необхідно звертати на перевірку допустимих для даного захватного пристрою сил, моменту та навантажень на місцях кріплення.

Розрахунок захватних механічних пристроїв включає перевірку на міцність деталей захвату. Крім того, необхідно визначити силу привода захватного пристрою, силу в місцях контакту губок із заготовкою,

перевірити відсутність пошкодження поверхні заготовки при захваті, можливість утримання захватом деталі при маніпулюванні, особливо в моменти різких зупинок.

Відношення між силою  $P$  привода, сили  $F$  на губках чи моментом  $M$  на губках захватного пристрою визначаємо із умов технологічної рівноваги. Так, для захвата важильним механізмом, показаним на рис.4, із умов  $\sum_{iF=0}$  в точці  $C$ , маємо:

$$2 \cdot \sin \gamma \cdot F_{23} - P = 0,$$

звідки:

$$F_{23} = \frac{P}{2 \sin \gamma};$$

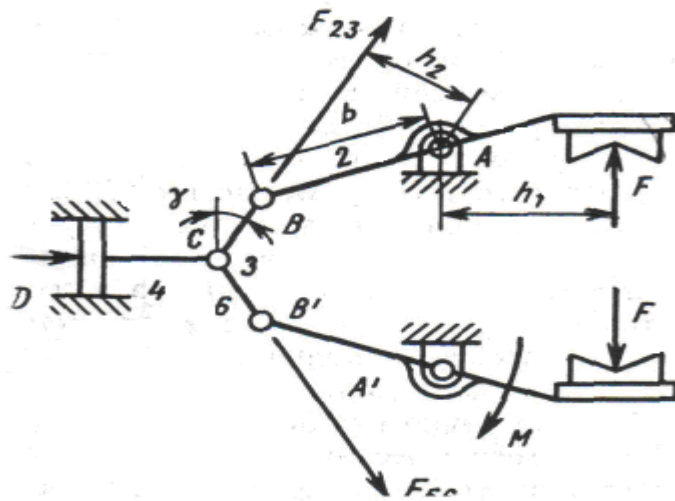


Рис.2.1. Розрахункова схема механізму захвату до ПР

Із умови  $\sum M=0$  відносно точки  $A$  виходить:

$$\frac{P}{F} \eta = \frac{h_1}{h_2} 2 \sin \gamma,$$

де:  $\eta$  – КПД механізму;

При відомому моменті  $M$  сила затиску:

$$P \geq \frac{2 \sum_{j=1}^m M_j}{m_c z_c \eta_h}$$

де:  $M_j$  – момент сил на губці;

$m$  – число губок захвата.

Даний захват володіє ефектом самоблокування, так як важіль проходить через «мертве» центральне положення .

Визначимо момент сил  $M_j$  для  $j$ -ї губки:

$$M_j = \sum_{i=1}^k N_i \cos \varphi_i [a_i \operatorname{tg} \varphi_i \pm c_i - \mu(a_i \pm c_i \operatorname{tg} \varphi_i)]$$

де:  $N_i$  – сила контакту;

$k$  – число місця контакту;

$a_i, c_i$  – відстань від місця повороту губки до  $i$ -ї точки контакту, м;

$\varphi_i$  – кут контакту, °;

$\mu$  – коефіцієнт тертя між губкою та заготовкою;

$\rho$  – приведений кут тертя, який враховує опір усіх осей важелів, °;

$\beta$  – кут клину, °;

$\eta_p$  – коефіцієнт корисної дії механізму;

$b$  – розмір важеля, м;

$\alpha$  – кут важеля, °;

$m_c$  – модуль сектору, м;

$z_c$  – повне число зубів сектора.

Для заданої конструкції коефіцієнти приймають значення:

$$\eta_p = 0,9 - 0,95, m = 4, m_c = 2, z_c = 18,$$

$$k = 2, a = 0,023 \text{ м}, c = 0,021 \text{ м},$$

$$\mu = 0,12, \varphi = 2\pi, N_i = 1,36.$$

тоді, момент сил дорівнює:

$$M = 2 \cdot 1,36 \cdot 0,069 \cdot [0,023 \cdot 1,11 + 0,019 - 0,12 \cdot (0,024 + 0,021 \cdot 1,11)] = 0,07292 \text{ (Н} \cdot \text{м)}$$

Визначимо силу затиску:

$$P_\eta = \frac{4 \cdot 0,07292}{0,002 \cdot 18 \cdot 0,94} = 8,6 \text{ (Н)}$$

Відповідно сила затиску захвату повинна бути не менша за 8,6 Н.

## 2.5 Опис спроектованої гнучкої виробничої системи.

Організаційні рішення щодо розміщення технічного обладнання ГВС приймаються на етапі розробки технічного завдання. Схема розміщення обладнання визначається технічними можливостями та обсягом виробництва.

На компонованому рівні ГВС в основному базується на конструктивному вирішенні технічних засобів для створення цього ГВС, в основному в залежності від компонування верстатів і промислових роботів, які здійснюють завантаження і розвантаження деталей.

При такій компоновці ГВС обслуговує один фрезерний верстат з ЧПУ, два верстати з ЧПК, при цьому на одному верстаті обробляються всі поверхні з одного боку заготовки, на другому верстаті обробляється інша сторона заготовки, а поверхні обробляються база на першій машині.

Деталь обробляється за заданою програмою на верстаті з ЧПК, рука в позиції ПР 8, повернута, встановлена на затискному пристрої верстата справа, захоплює оброблену деталь з позиціонує чого пристрою, транспортує її до приймального пристрою, куди він вставлений. Потім рука промислового робота повертається до затискного вузла верстата зліва, бере заготовку, що підлягає обробці, з одного боку і передає її до затискного вузла верстата позаду. Після цього рука промислового робота повертається до правого верстата, захоплює заготовку з правого верстата, передає її на затискний пристрій лівого верстата і завантажує в патрон. Потім рука позиції промислового робота повертається до затискного вузла верстата зліва, підхоплює заготовку, що обробляється, з обох сторін і переносить її на консоль. Слідкуйте за роботом, який знімає заготовки з консолі та розміщує їх у контейнерах. Після обробки деталі повторіть цикл ГВС.

Кожний ГВС характеризується показниками функціонування, основними з яких є [3]:

1. Коефіцієнт використання фонду робочого часу верстата по часу роботи, по керуючій програмі:

$$\eta_{cm} = \sum T_{y.n} / \Phi;$$

де:  $\sum T_{y.n}$  – сумарний час роботи станка по керуючій програмі;

$\Phi$  – дійсний фонд часу, год.

2. Коефіцієнт використання фонду робочого часу промислового роботапо часу роботи по керуючій програмі:

$$\eta_{PP} = \sum t_{y.n.PP} / \Phi;$$

де:  $\sum t_{y.n.PP}$  - сумарний час роботи промислового робота по керуючій програмі, год.

3. Коефіцієнт завантаження оператора:

$$\eta_{on} = \sum t_{on} / \Phi;$$

де:  $\sum t_{on}$  - сумарний час роботи оператора, год.

4. Фактична продуктивність ГВС, шт/год:

$$Q_{\phi} = N / \Phi;$$

де: N – кількість деталей, вироблених за дійсний фонд часу.

5. Коефіцієнт технічного використання ГВС:

$$\eta_{PTK} = Q_{\phi} / Q_n;$$

$$Q_n = \rho / (T_{y.n.max} + t_{PPH/c} / 60);$$

де:  $Q_n$  - номінальна продуктивність ГВС, шт./год.;

$\rho$  - кількість потоків в структурі ГВС;

$T_{y.n.max}$  - час роботи по керуючій програмі імітаційного станка, год.;

$t_{PPH/c}$  - час зайнятості робота по обслуговуванню одного станка, не сумісного з його роботою, хв.

6. Коефіцієнт накладеного простою станку внаслідок зайнятості або відмови промислового робота:

$$\eta_{n.l.} = \sum t_{n.l.} / \Phi;$$

де:  $\sum t_{н.н}$  - сумарний час простою станка внаслідок зайнятості або відмови промислового робота, год.

7. Час проходження деталі через ГВС, год.:

Час  $T_D$  визначаємо як інтервал між викликом промислового робота для завантаження заготівкою першого станку до звільнення промислового робота після розвантаження останнього станка.

Розрахуємо показники функціонування ГВС:

1. Коефіцієнт використання фонду робочого часу станка по часу роботи, по керуючій програмі:

$$\eta_{\tilde{\delta}} = 2163 / 2304 = 0.94;$$

2. Коефіцієнт використання фонду робочого часу промислового робота по часу роботи по керуючій програмі:

$$\eta_{ПР} = 2254 / 2304 = 0.98;$$

3. Коефіцієнт завантаження оператора:

$$\eta_{оп} = 1440 / 2304 = 0.625;$$

4. Фактична продуктивність ГВС, шт/год:

$$Q_{\phi} = 99072 / 2304 = 43;$$

5. Коефіцієнт технічного використання РТК:

$$\eta_{РТК} = 43 / 56 = 0.76;$$

6. Коефіцієнт накладеного простою станку внаслідок зайнятості або відмови промислового робота:

$$\eta_{н.н.} = 208 / 2304 = 0.1;$$

7.  $T_{\delta} = 25 \text{сек.}$

## Висновок до конструкторського розділу

В ході виконання конструкторського розділу було виконано опис спроектованих пристосувань, а саме:

Пристосування для токарної обробки, трьох кулачковий патрон з пневматичним циліндром. Було наведено опис конструкції принцип його роботи.

Пристосування для фрезерної обробки, на основі затиску струбцинами під дією стислого повітря. Було наведено склад і принцип роботи пристосування. Розраховано точність встановлення заготовки, сили затиски пристосування і вихідні зусилля приводу.

Пристосування для контролю, наведено склад і принципи роботи, розраховано точність елементів конструкції, які в свою чергу впливають на точність вимірювань.

Розроблено пристосування захват наведено його склад і принцип роботи, розраховано силу затиску, що відповідає заданим умовам.

Спроектовано гнучку виробничу систему її склад розміщення відповідно до технологічного процесу виготовлення деталі корпус гіроблока, розраховано показники функціональності гнучкої виробничої системи.

## Висновок.

Ефективність роботи ГВС значною мірою залежить від раціональної організації її роботи. Системний підхід до вирішення завдань, створення та експлуатації ГВС вимагає врахування низки технічних та організаційних параметрів на етапі проектування та під час експлуатації системи. Це базується на передумові визначення доцільної структури, технічного оснащення та транспортного складу ГВС.

У процесі виконання даної бакалаврського проекту створено технологічний процес обробки деталей для ГВС, що розробляється, підібрано ефективне технологічне обладнання та промислових роботів, виконано вимоги до обслуговування верстатів. Спеціальний захват призначений для даної деталі і забезпечує автоматичну заміну.

Розроблена ГВС відповідає всім завданням і вимогам, поставленим у бакалаврському проекті, і є ефективним і раціональним комплексом для виготовлення заданої деталі.

## Література

1. Дипломний проєкт бакалавра: виконання, оформлення та захист : навч. посіб. / Уклад. : С. П. Вислоух, М. Ф. Терещенко, Г. С. Тимчик. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2022. – 64 с.
2. Виробнича практика. Організація, проходження та захист звіту [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні» спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: М. О. Безуглий, Н. І. Бурау, Ю. В. Киричук, М. В. Філіппова. – Електронні текстові дані (1 файл: 704 Кбайта). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 40 с.
3. Шевченко В.В. Технологія приладобудування. навчальний посібник для студентів напрямку підготовки 6.05 003 «Приладобудування», 7.090902 « Наукові, аналітичні та екологічні прилади та системи» приладобудівного ф-ту. 28 с.
4. С. О. Кошель Ю. Ковальов, О. П. Манойленко Проектування промислових роботів та маніпуляторів.: «Видавництво "Центр навчальної літератури"» 2019, - 256 с.
5. Шевченко В.В та ін.. Навчальний посібник по курсу «Технологія приладобудування». Рекомендовано Методичною Радою НТУУ «КПІ». Електронний засіб навчального призначення. НМУ №Е9/10- 312 від 20.05.2010р.
6. В.О. Румбешта. Технології складання, регулювання та випробування приладів.-М.: Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського 2014, - 365 с.
7. Ельперін І.В., Автоматизація виробничих процесів. Підручник. Вид. 2-ге, виправлене, 2021р, -378с.
8. Автоматизація виробничих процесів: навч. посіб. / Б. М. Гончаренко, С. І. Осадчий, Л. Г. Віхрова [та ін.]. - Кіровоград: Лисенко В.Ф., 2016. - 352 с.

9.Технологія приладобудування : лабораторний практикум / І. С. Кісіль, Р. Т. Боднар, Л. А. Витвицька [та ін.]. - Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2010. - 120 с.

10.Технологія машино- та приладобудування: Підручник / О. В. Якімов, В. І. Марчук, П. А. Лінчевський, О. В. Якімов, В. П. Ларшин; Під заг. ред. О. В. Якімов. — Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2005. — 712 с.

11. Технологія приладобудування [Електронний ресурс] : методичні вказівки до виконання розрахунково - графічної роботи для студентів напрямку підготовки 6.051003 «Приладобудування», 7.090902 «Наукові, аналітичні та екологічні прилади та системи» / НТУУ «КПІ» ; уклад. В. В. Шевченко, О. В. Осадчий, М. О. Симута. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,13 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2011.

12. Основи технологій обробки поверхонь деталей машин : підручник / В.А. Кирилович, П.П. Мельничук, В.А. Яновський; за ред. В.А. Кириловича. – Житомир :Видавець О.О. Євенок, 2017. – 266с.

13. Організація виробництва: курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 051«Економіка»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.:О.О. Кожемяченко. – Електронні текстові дані (1 файл: 1 793 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 233 с

14. Методичні рекомендації до практичних занять з дисципліни „Технологія машинобудування” для студентів факультету хімічногوماшинобудування та поліграфічного факультету (Укл. С. С. Добрянський, В. К. Фролов, В. Л. Шестаков) – К.: КПІ, 1996. – 78 с.

15. Технічні засоби автоматизації [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні» спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Г. С. Тимчик, В. С. Антонюк, В. Г. Здоренко, Н. М. Защепкіна, С. М. Лісовець, С. В.

Барилко. – Електронні текстові дані (1 файл: 3.38 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 128 с.

16. Проць Я.І. Захоплювальні пристрої промислових робіт: Навчальний посібник. – Тернопіль: Тернопільський державний технічний університет ім. І. Пулюя, 2008. – 232с.

17. С. П. Вислоух, О. В. Волошко, Г. С. Тимчик, М. В. Філіппова. Комп'ютерне моделювання процесів та систем. Чисельні методи: підручник. Київ, Україна: КПІ ім. ІгоряСікорського, Політехніка, 2021.

18. С. П. Вислоух, О. В. Волошко, Г. С. Тимчик, М. В. Філіппова. Комп'ютерне моделювання процесів і систем. Методи оптимізації. Київ, Україна: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Політехніка, 2023.

19. В. В. Шевченко, Є. В. Богачов, Є. І. Коробцов, “Метод підвищення достовірності діагностики стану різального інструменту при автоматизованій обробці деталей”, Вісник національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія приладобудування, Вип. 55(1), с. 78-80, 2018.

20. Хільчевський В.В. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. Київ: Либідь, 2002. - 326 с.

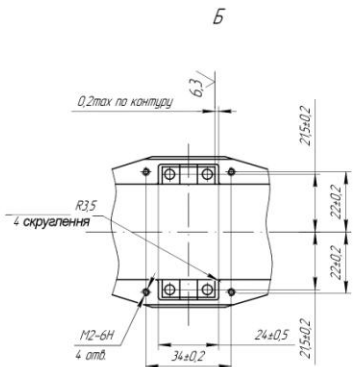
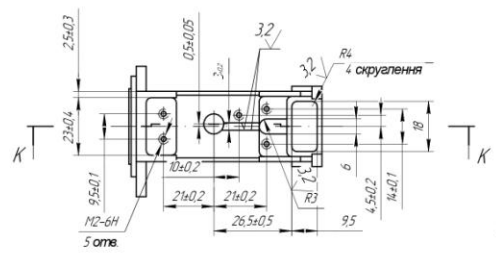
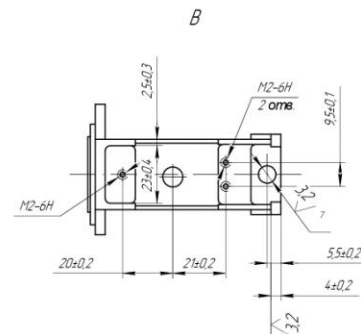
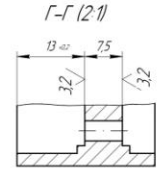
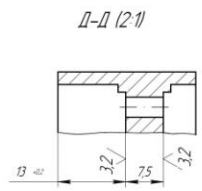
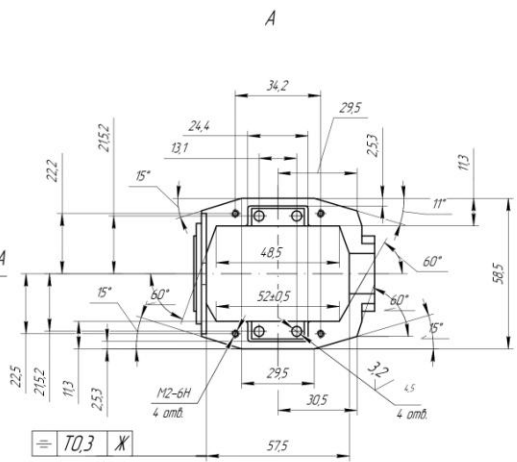
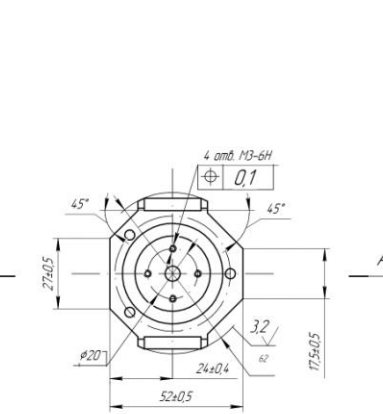
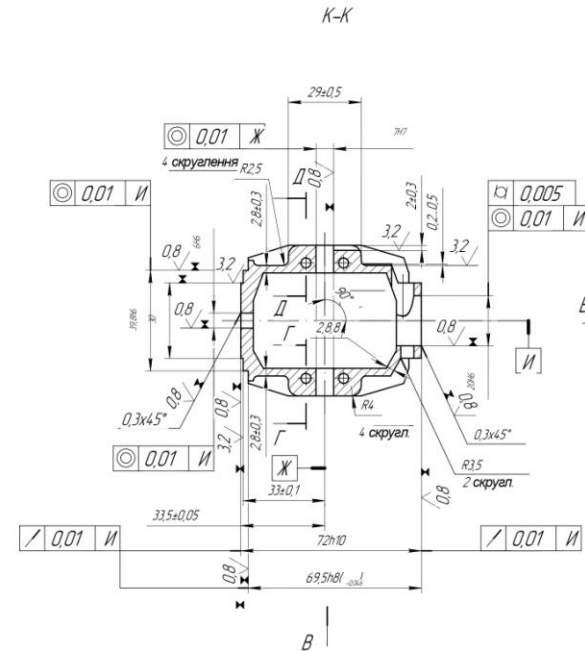
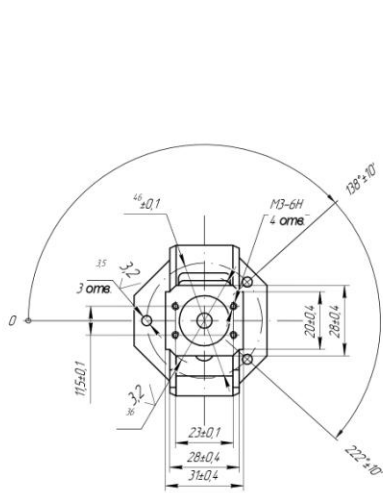
21. ДСТУ 3008:2015 Звіти у сфері науки і техніки. Київ. ДП «УкрНДНЦ» 2016, - 31 с.

22. Конспект лекцій з дисципліни «Проектування контрольно-виміривальних пристосувань» для студентів спеціальності 015.13 Професійна освіта (Метрологія, стандартизація та сертифікація). Абрамов Дмитрій Володимирович – Харків: Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 2019, - 118 с.

23. Обладнання, технологія та автоматизація дискретного виробництва. Частина II. Видання 2-е, виправлене та доповнене Кирилович В.А., Яновський В.А. – Житомир: Державний університет “Житомирська політехніка”, 2022, - 148 с.

24. ДСТУ ISO 286-2:2002 Допуски і посадки за системою ISO. Київ. ДП «УкрНДНЦ» 2002, - 47 с.
25. Допуски посадки та технічні вимірювання. ПРАКТИКУМ. Затверджено Вченою радою Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Івано-Франківськ: «Симфонія форте», 2016, - 165 с.
26. Румбешта В.О. Основи технології складання приладів: Підручник/-К.: ІСДО, 1993.— 303 с.
27. Проектування і виробництво заготовок. Підручник. Автори: Добрянський С.С., Малафєєв Ю.М., Пуховський Є.С. Київ: НТУУ «КПІ», 2014, - 353 с.
28. Конструювання пристроїв точної механіки. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 173 «Авіоніка», спеціалізації «Системи керування літальними апаратами та комплексами» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. О. М. Нечипоренко. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,29 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 61 с.
29. І.О. Гурко, М.Ф. Бренкдуля, С.М. Доценко Технологія обробки типових деталей (курсове проектування). Навчальний посібник . – Львів: «Новий світ–2000», 2006 – 576 с.
30. Покриття у приладобудуванні: / В. С. Антонюк, Г. С. Тимчик, Ю. Ю. Бондаренко [та ін.] // К.: НГТУ «КПІ», 2016. – 360 с.
31. Барандич К.С., Волошко О.В., Вислоух С.П. Вибір раціональних режимів обробки конструкційних матеріалів. / Процеси механічної обробки в машинобудуванні: Зб. наук. пр. – Житомир: ЖДТУ, 2011. – Вип. 10. – С. 64-72.

# Додатки

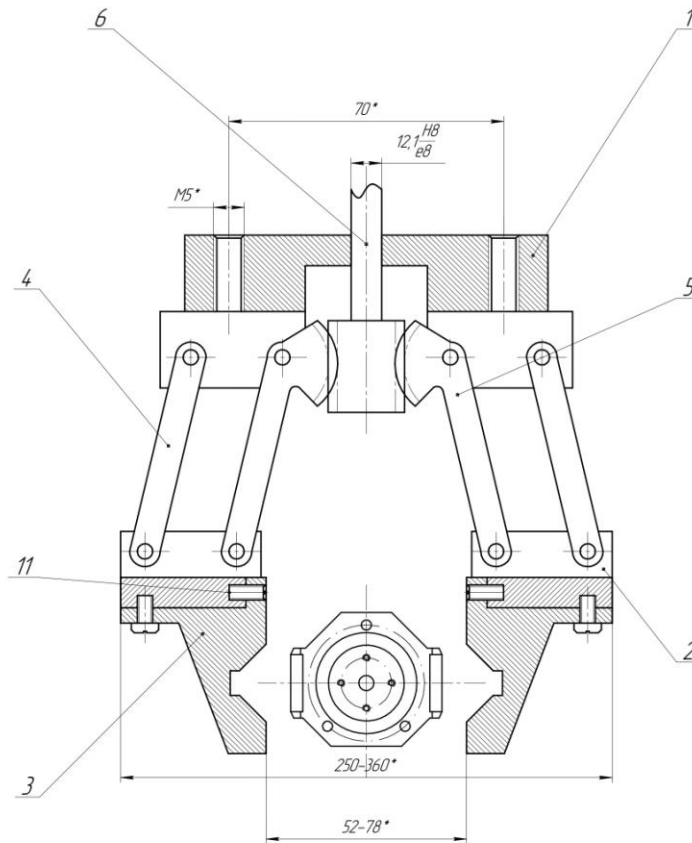
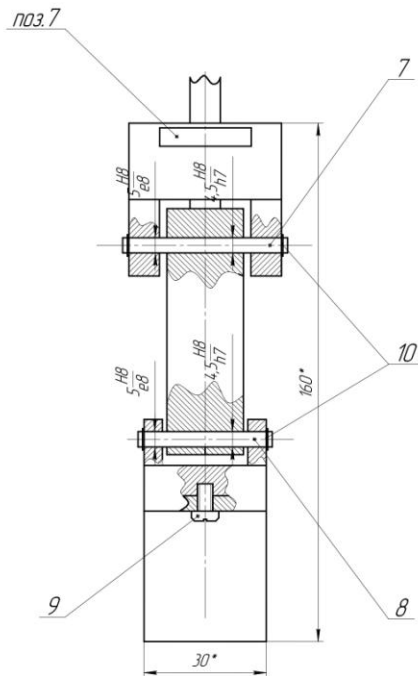


1. Відлітка по групі ГОСТ 5.9397-90.
2. Точність відлітки в-р-р по ГОСТ 26645-85.
3. Невказані литвієві радіуси до 2мм.
4. Стабілізувати ТТ-3 ГОСТ 17535-77.
5. Невказані граничні відхилення по Н12, Н12.
6. Покрытия Анод.Хром та різьби - без покриття.
7. Інші технічні вимоги по КЯ04.01.004.

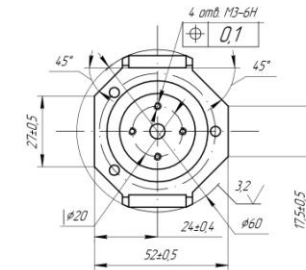
					ДП/П/Б/П-0102.1720.001		
Зав.	Лист	К. друк.	РДН	Змін.	Лист	Всього	Листів
Розроб.	Степанов О.І.				0,085		11
Проєкт.	Бібієва В.В.				Лист		Листів 1
Контр.							
Начальн.							
Зам.							
					Корпус гідролока		
					Станд. АН-74 ДІ.19.2019-94		
					Корпуса ВП		
					Формат А1		



ЛБДП.ЛБп0102.1720.003 СК  
 Дата № розробки  
 Назва  
 Категорія  
 Стан  
 Підпис  
 Підпис  
 Підпис

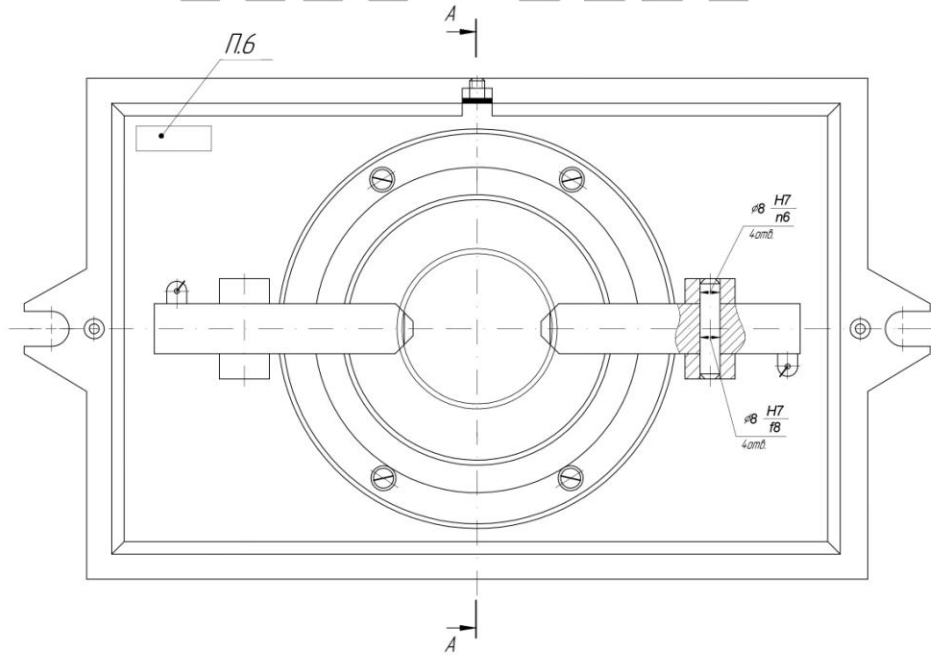
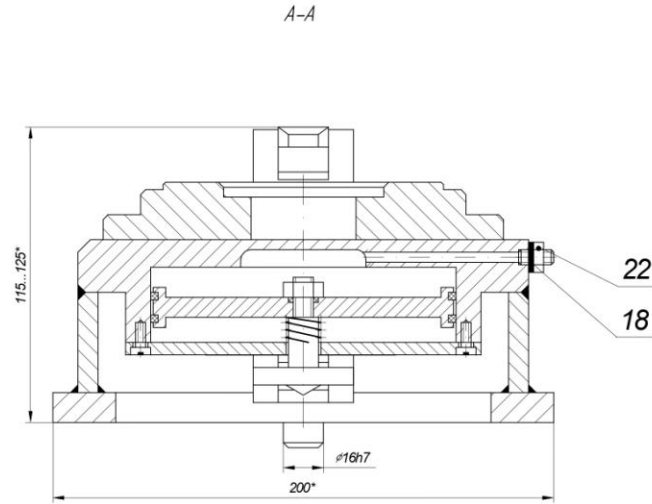
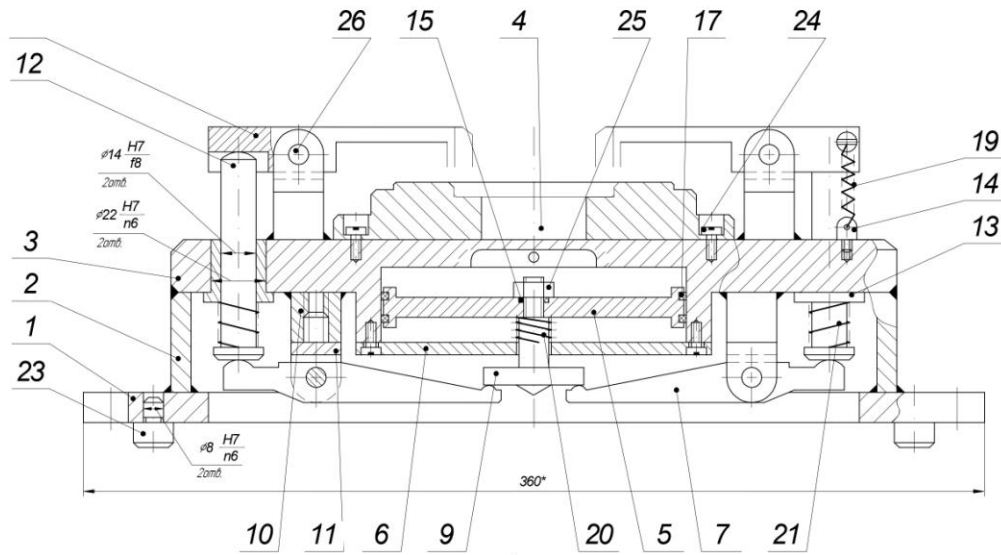


Ескіз деталі



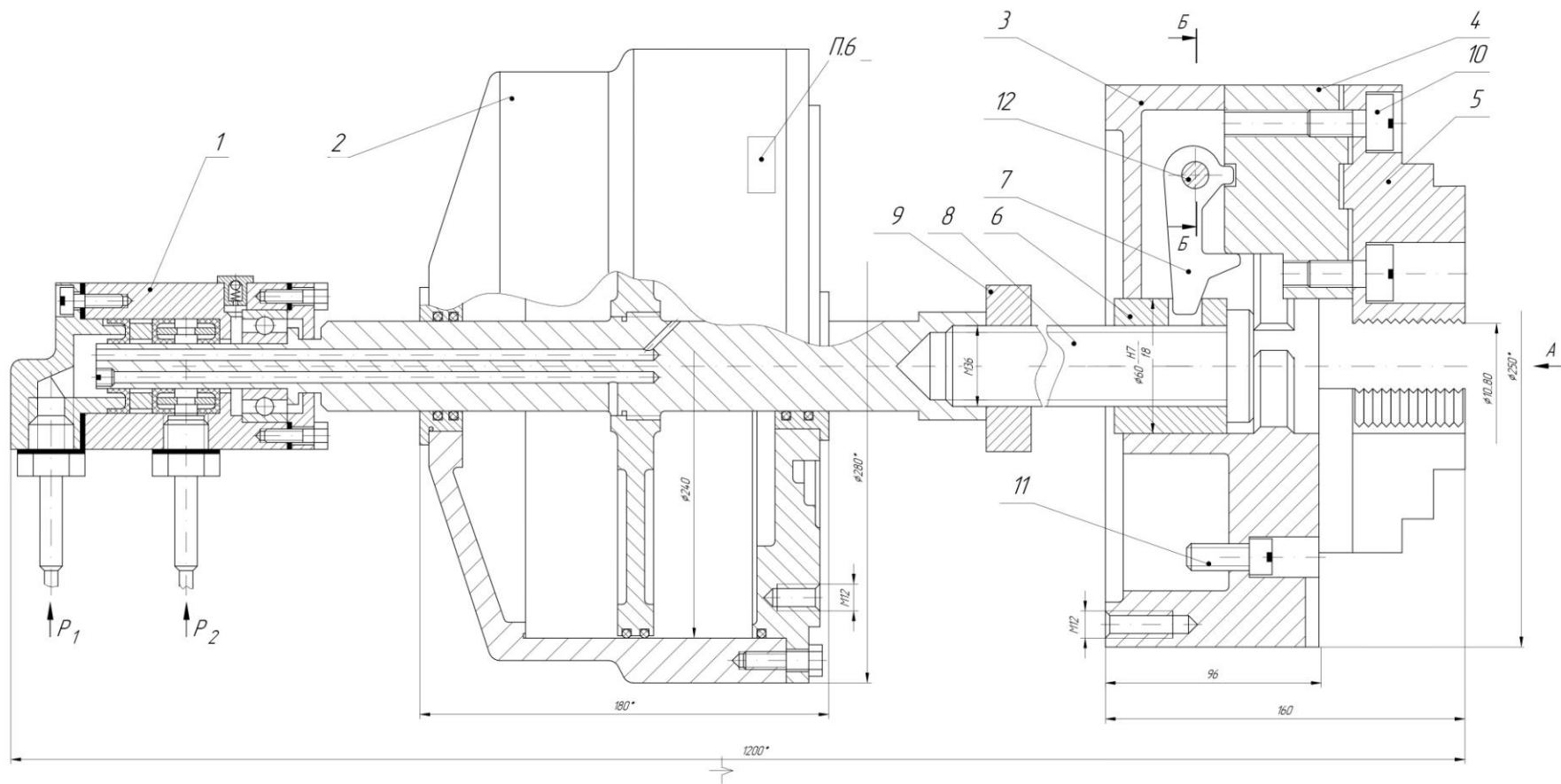
1. \*Разміри для довідок.
2. При впровадженні перевірити конструкцію універсальними методами.
3. При складанні вказаної конструкції рухоми поверхні змастити мастилом ОКБ-122-7-5.
4. При складанні забезпечити плавний рух рухомих частин.
5. Періодичність огляду після контролю кожної партії.
6. Періодичність ремонту після одного року експлуатації.
7. Маркерувати конструкцію вказавши номер в місці маркерівки.

				ЛБДП.ЛБп0102.1720.003 СК			
Дир. Діп.	№ докум.	Лист	Листів	Захват робота маніпулятора (креслення складальний)		Лист	Макс
Розроб.	Головний конструктор					Лист	Макс
Проєкт.	Виробничий					Лист	Макс
Інженер						Лист	Макс
Читав						Лист	Макс

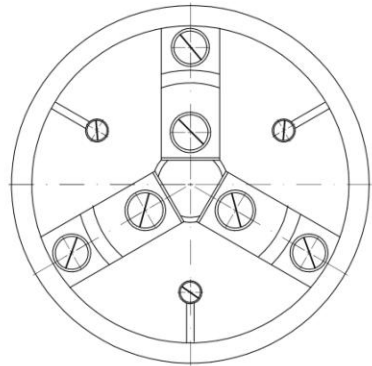


- \*Размеры для дообдѣл
1. Знати твѣрдыи побернѣи настилам ОКБ122-7-5.
  2. Випробувати пневматичеру при тиску 10 кг/см.
  3. Рабочий тиск в мережи 4 кг/см.
  4. Перѣдичность огляду після висаопавлення 1000 деталей.
  5. Перѣдичность ремонту після 15 місяця роботи.
  6. Маркувати в указанаму на кресленни місци.

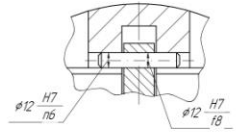
Вид	Апр	Висл	Текст						
Разрѣд									
Лист									
Таблиця									
Висл									
Знак									
Пристосовання фрезерне ікрестик складальний				Лист	Висл	Текст			
				Лист	Висл	Текст			



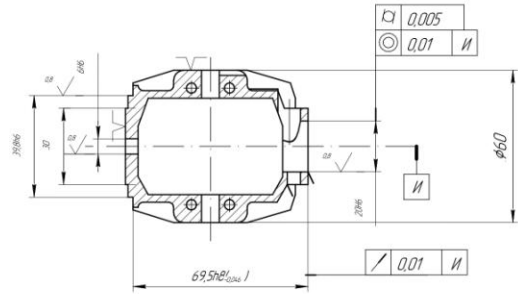
A (12)



Б-Б (12)



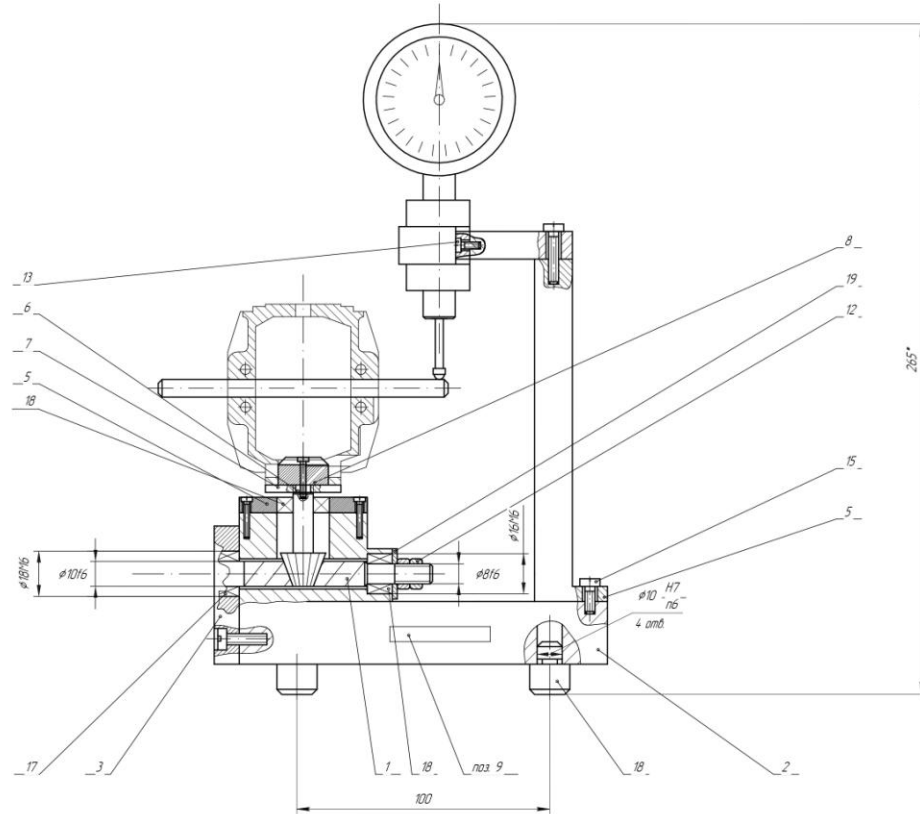
Операційне креслення



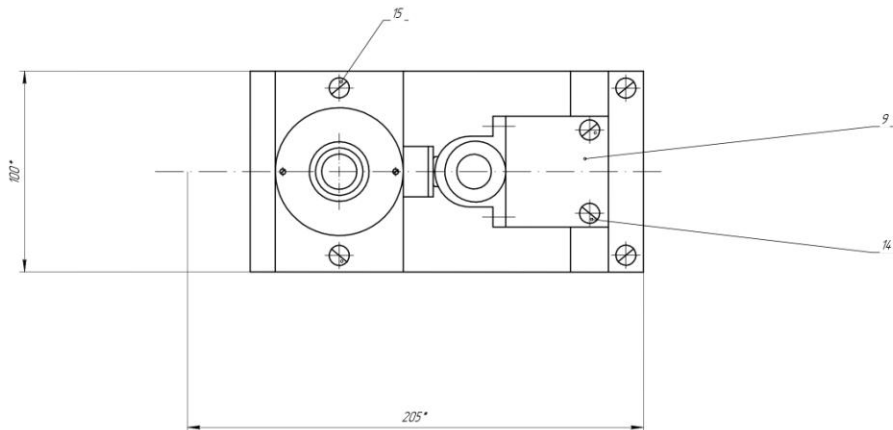
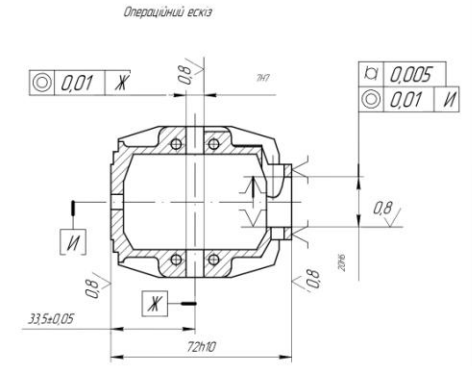
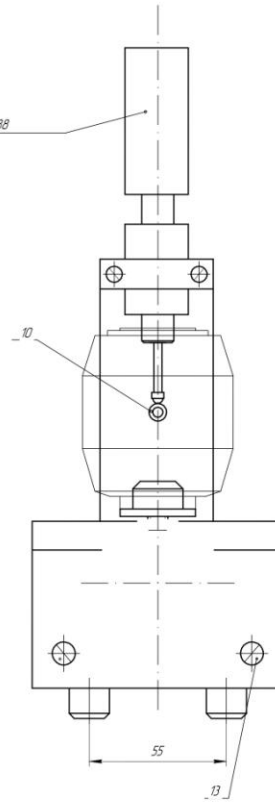
\*Размери для довідок

1. Змастити підшипники мастилом ОКБ 122-7-5.
2. Виробувати пневмокамеру при тиску 10 кг/см<sup>2</sup>.
3. Робочий тиск в мережі 4 кг/см<sup>2</sup>.
4. Перевірність ремонту після 15 місяця роботи.
5. Налаштувати патрону вести по впадині деталі.
6. Маркувати в указаному на кресленні місці.
7. Провести динамічне балансування пристосування при частоті обертів 3000 об/хв.

				<b>ПБДП.ПБп0102.1720.002 СК</b>			
Знак	Лист	Кількість	Розв'	Дата	Пристосування		Лист
					покадрне		11
Розроб	Спеціалізований ПА				Відділення		
Вироб	Відділення ВР				Архів		
Контроль							
Машинист							
Зам.							
Кафедра ВП							

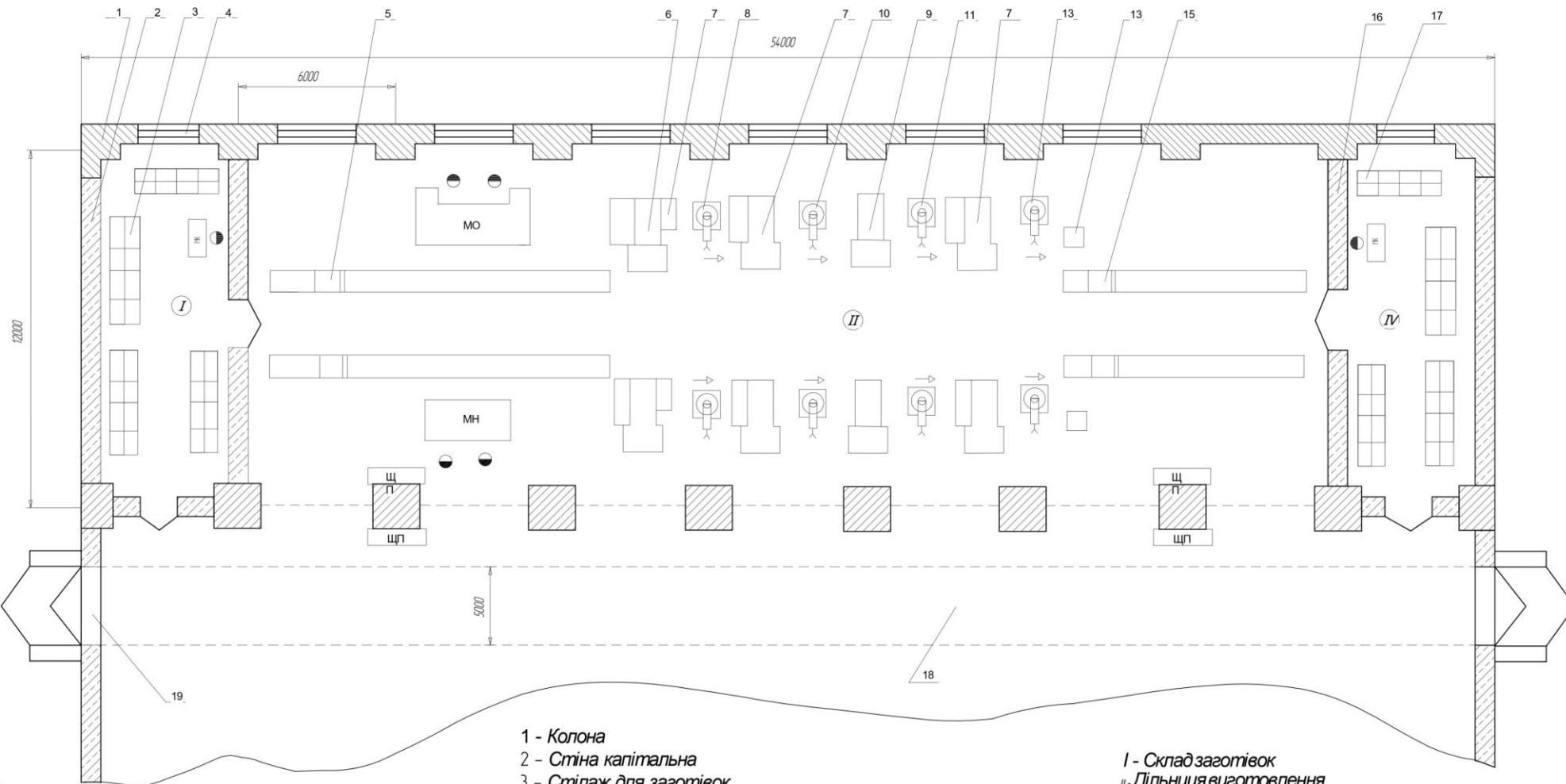


Індикатор ІІ-1 ГОСТ1733-88



- \*Розміри для довідки
1. Кульки підшипники змастити настилом ОКБ-122-7-5 ГОСТ 17179-72. Доза настила у кожній підшипник 15-20г.
  2. Перед встановкою в сборку кулькових підшипників розмазніти. Допустима остатня намазненість не більше 0,3г.
  3. При запресуванні кулькових підшипників перекося не допустим.
  4. При складанні забезпечити плавний хід рухомих частин.
  5. При складанні рухомих поверхні виробу змастити настилом ОКБ-122-7-5 ГОСТ 17179-72.
  6. Налашту пристосування вести по еталонній деталі.
  7. Періодичність огляду після контролю кожної партії.
  8. Періодичність ремонту після одного року експлуатації.
  9. Нарисувати конструкцію згідно заводського номеру, вказавши номер в місці маркування.
  10. Зберігати та транспортувати в спеціальній тарі.
  11. На вид згори індикатор поз.2 зручно не показано.

Лист	№	Листів	11
Лист	№	Листів	1



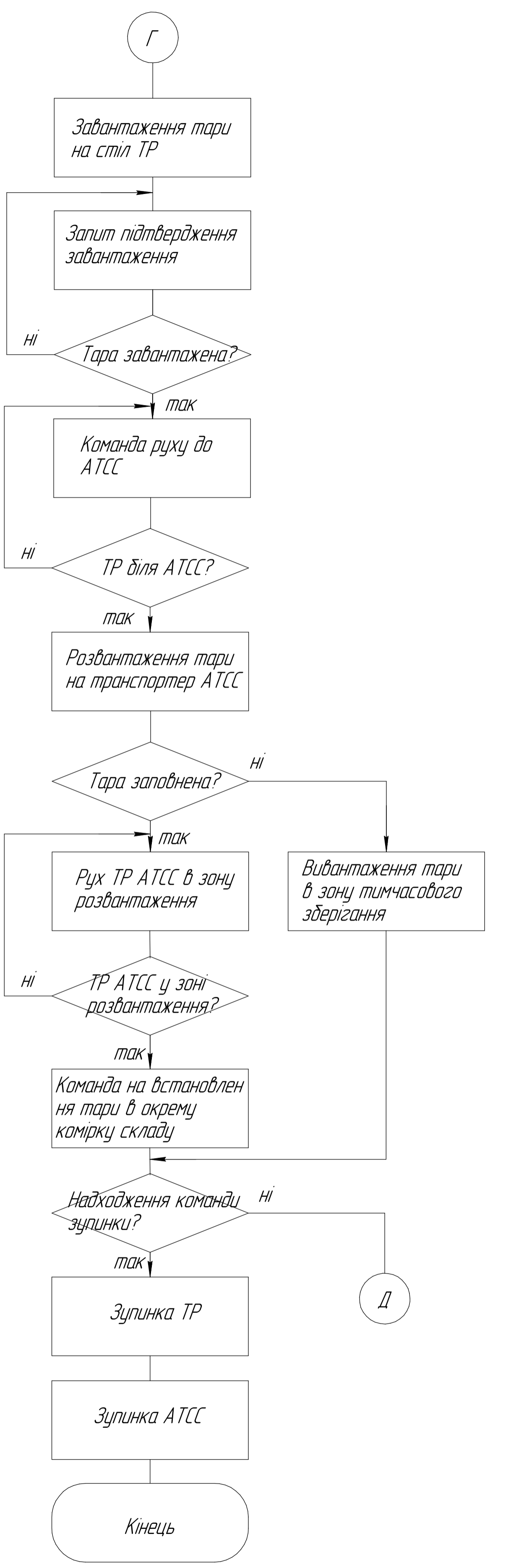
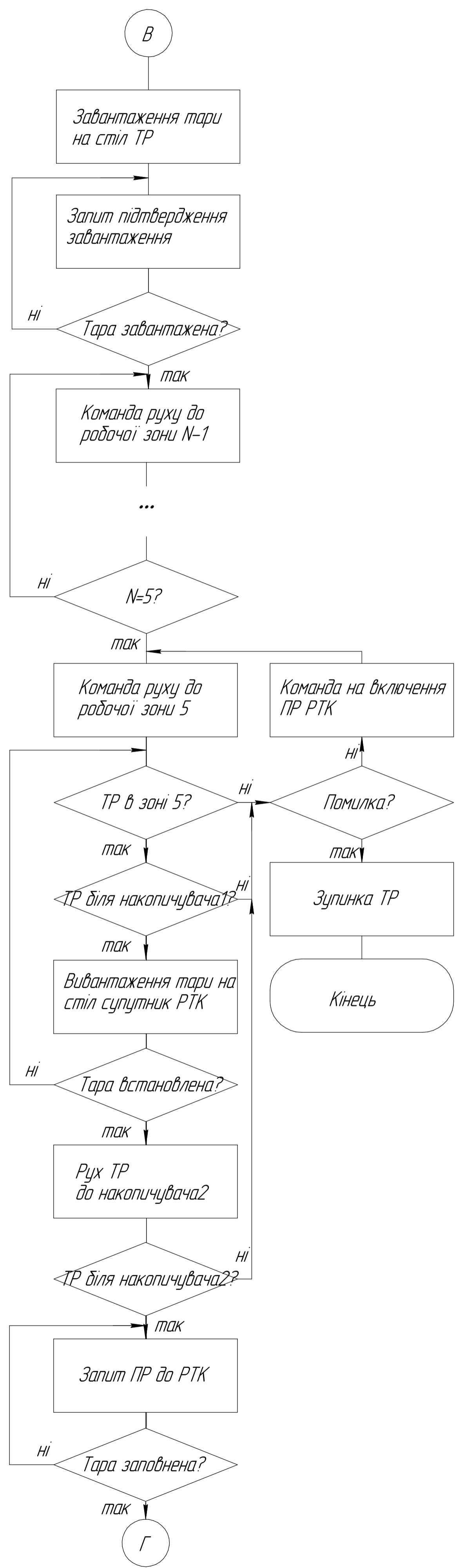
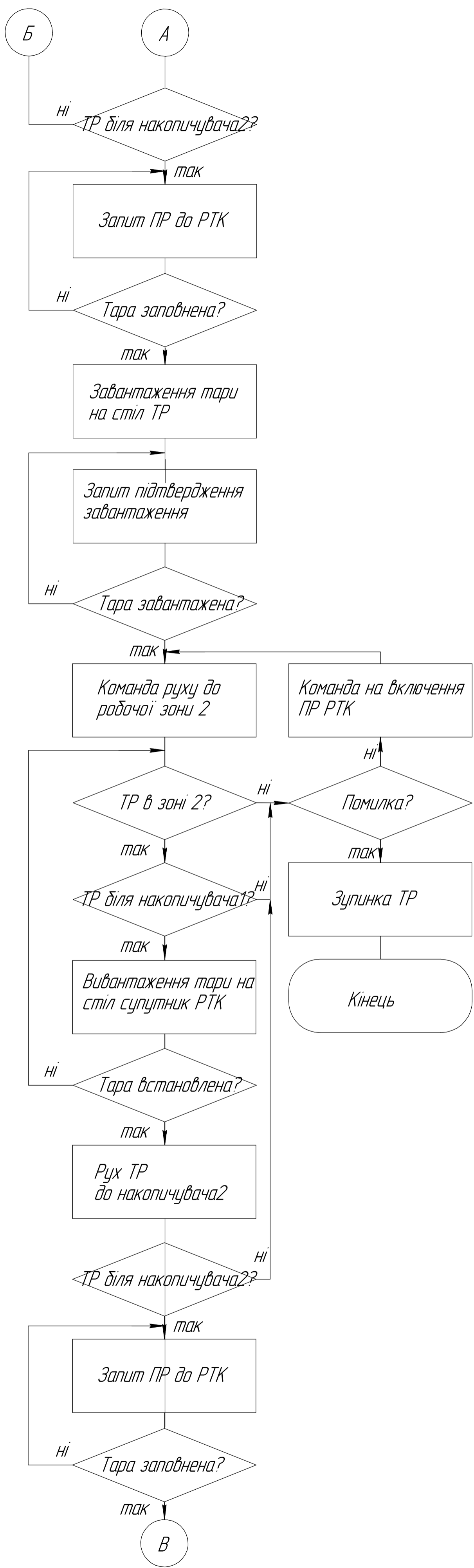
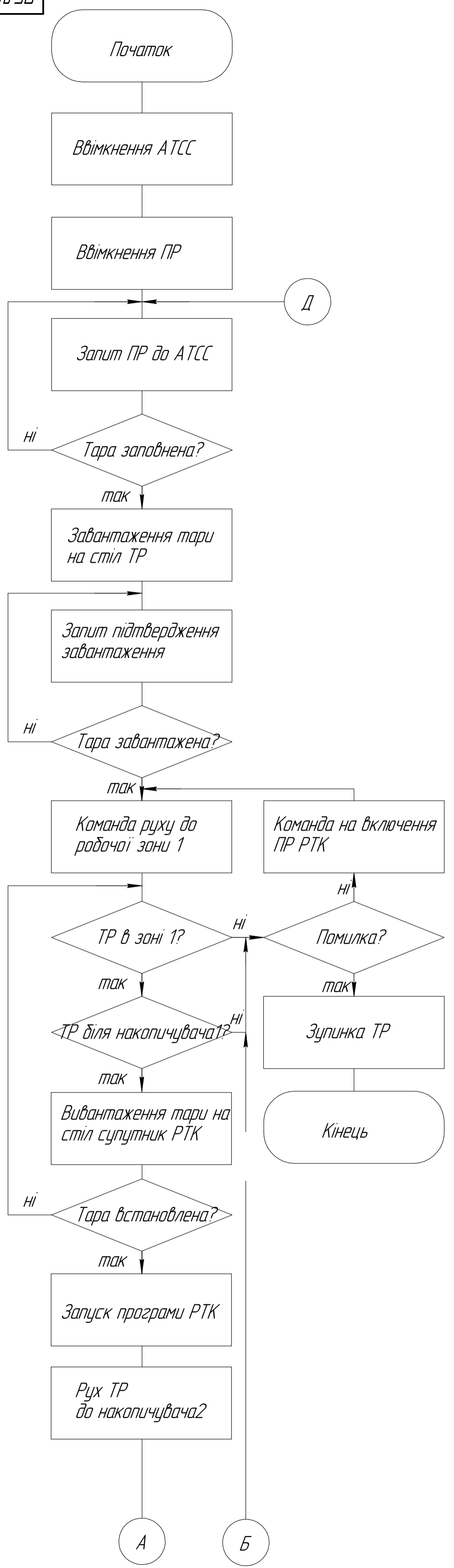
- 1 - Колона
- 2 - Стіна капітальна
- 3 - Стілаж для заготовок
- 4 - Вікно
- 5,16 - Візок
- 6 - Фрезерний станок з ЧПУ
- 7 - Вібробункер
- 8,10,11,13 - Робот
- 9 - Токарний станок з ЧПУ
- 11 - Стіл для контролю
- 13 - Тара
- 16 - Перестінок
- 17 - Стілаж для готових деталей
- 18 - Прохід, проїзд
- 19 - Вхідні (в'їзні) ворота

- I - Склад заготовок
- II - Дільниця виготовлення деталей
- III - Склад готових деталей
- MH - місце налади́чника
- MO - місце оператора
- МК - місце кладови́щника
- ЩП - щіток пожежний

→ → → - маршрут переміщення деталі

				ПБДП.ПБп0102.1720.006			
Ім'я	Ініціал	Відомості	Дата	Лист	Листів	Листів	Листів
Розроб	Спеціалізація						
Г.кваліфікації	Довідник						
Г.кваліфікації							
Ініціал							

Планровка дільниці  
цеху з РТК



ПБДП.Пбл0102.1720.008				Лист	Масштаб
Алгоритм обробки деталі				1:1	
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	
Разраб.	Сметрицький				
Пров.	Шевченко				
Т.контр.					
Н.контр.					
Утв.					

Копіювання заборонено © 2021 ООО «АСОП-Системы автоматизации». Россия. Все права защищены. Любое использование без письменного согласия ООО «АСОП-Системы автоматизации» строго запрещено. Любая информация, содержащаяся в данном документе, является конфиденциальной и не должна распространяться за пределы предприятия. Не для коммерческого использования.

ПБДП.ПБп0102.1720.003.04

Перв. примен.

Справ. №

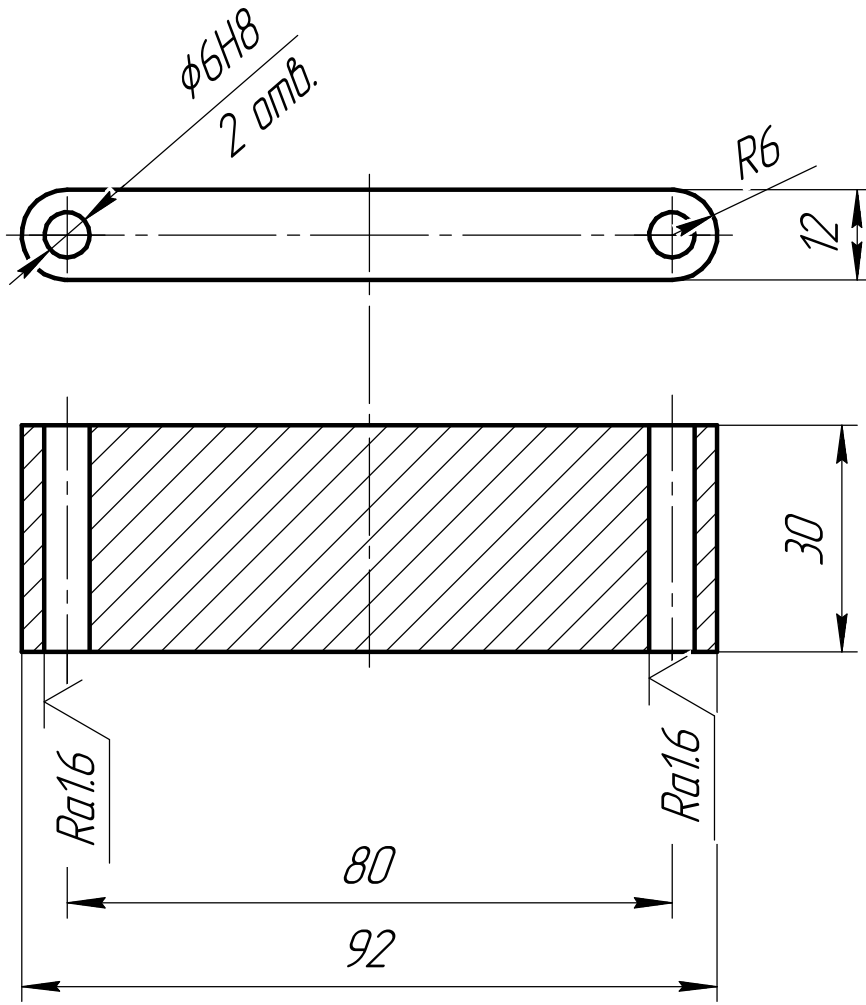
Подп. и дата

Инв. № дробл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



- 1 H12, h12,  $\pm IT12/2$
- 2 HRC 28..32
- 3 Гострі кромки притупити R1

ПБДП.ПБп0102.1720.003.04

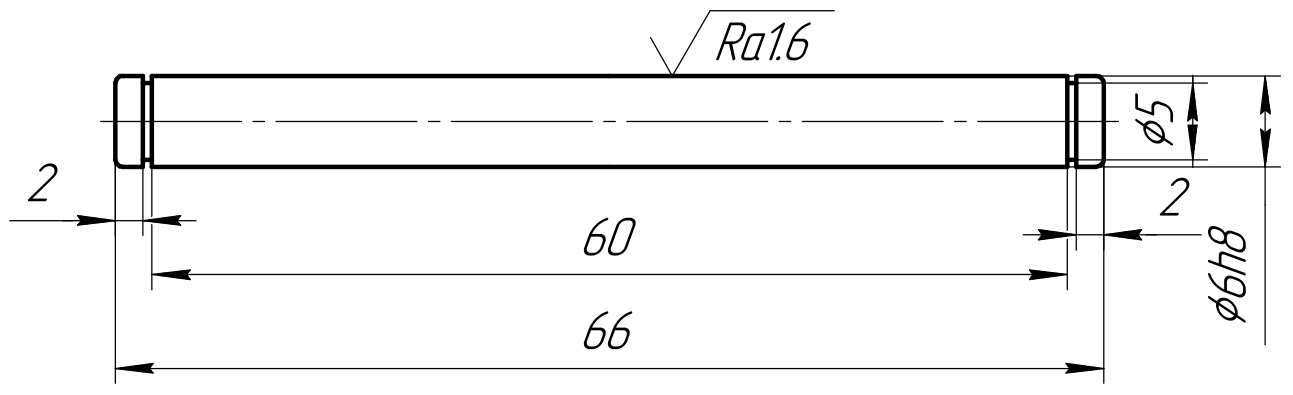
Вахіль

Ст 45 ДСТУ 7809-2015

Лист	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1

ПБДП.ПБп0102.1720.003.05

√ Ra3.2



- 1 h12
- 2 HRC 28..32
- 3 Гострі кромки притупити R1

ПБДП.ПБп0102.1720.003.05

Штифт

Ст 45 ДСТУ 7809

Лист	Маса	Масштаб
		2:1
Лист	Листов	1

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дробл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

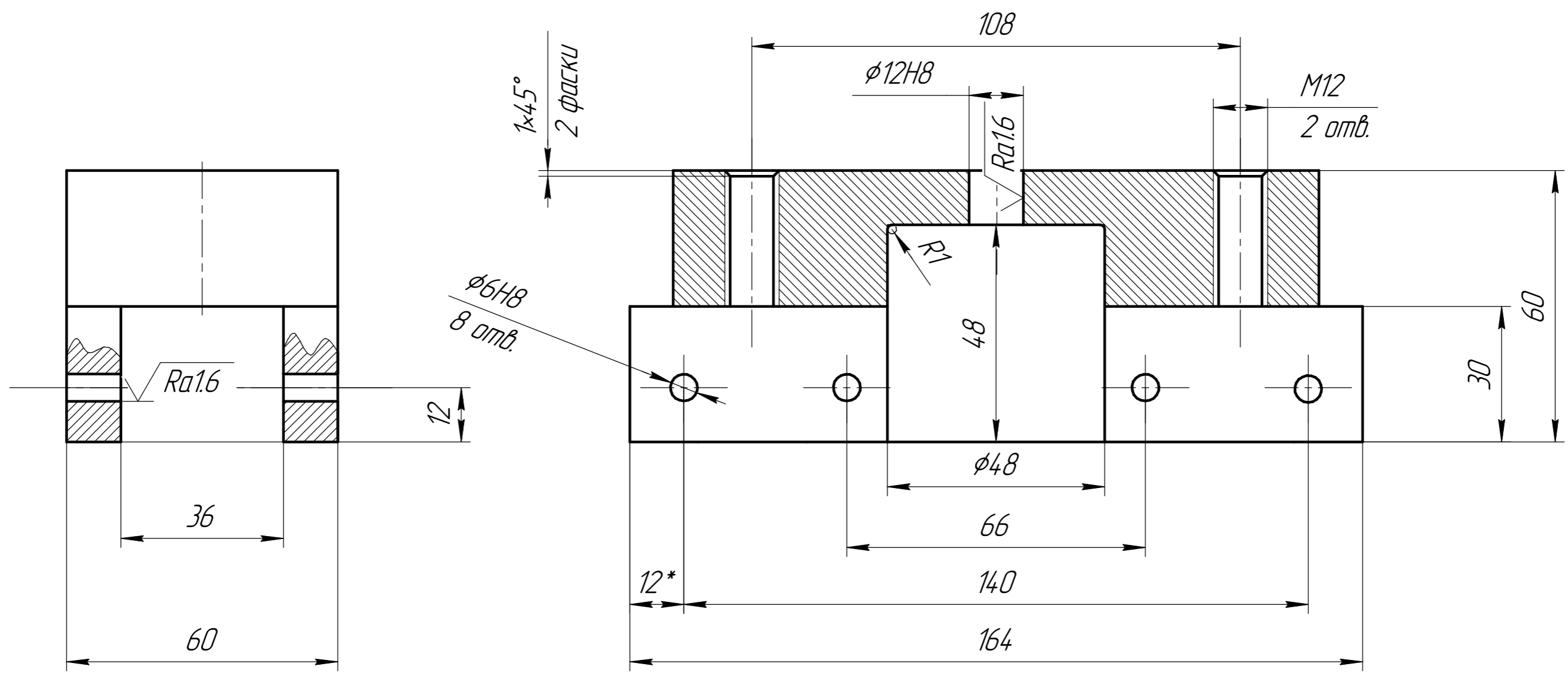
Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Смотрицкий		
Пров.		Шевченко		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

ПБДП.ПБп0102.1720.003.01

√ Ra3.2

Перв. примен.  
 Справ. №  
 Подп. и дата  
 Инв. № дщдл.  
 Инв. №  
 Взам. инв. №  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.



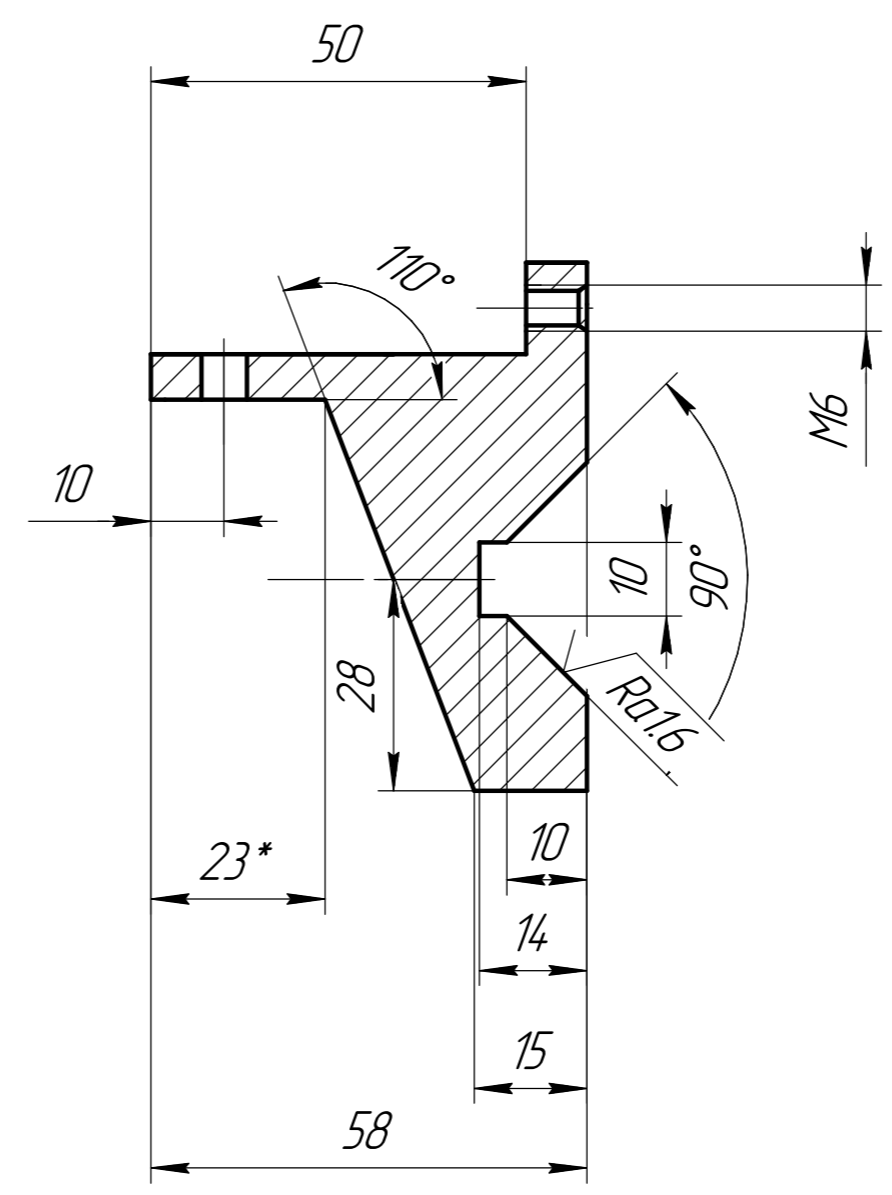
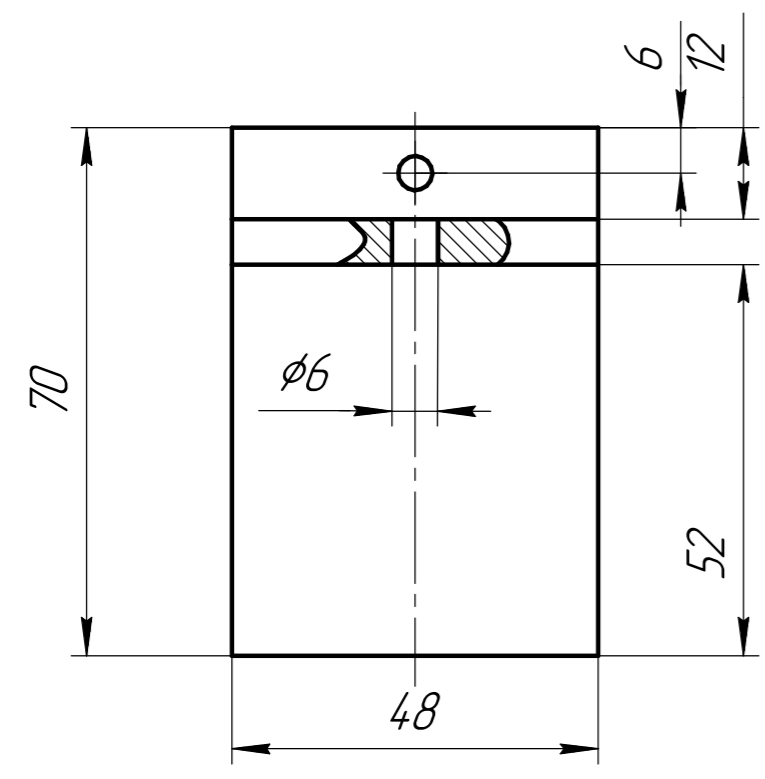
- 1 \* Розміри для довідок
- 2 H12, h12, ± IT12/2
- 3 HRC 28..32

				ПБДП.ПБп0102.1720.003.01			
				<h1>Основа</h1>			
Изм.	Лист	№ док.им.	Подп.				Дата
							1:1
Разраб.		Смотрицкий					
Проб.		Шевченко					
Т.контр.							
Н.контр.							
Утв.							
				Ст 45 ДСТУ 7809-2015			
				Лист 1			

ЛБДП.ЛБп0102.1720.003.02

√ Ra3.2

Перв. примен.  
Справ. №  
Подп. и дата  
Инв. № дщдл.  
Взам. инв. №  
Подп. и дата  
Инв. № подл.



- 1 \* Розміри для довідок
- 2 H12, h12, ± IT12/2
- 3 HRC 28..32
- 4 Гострі кромки притупити R1

				ЛБДП.ЛБп0102.1720.003.02			
				Призма			
				Ст 45 ДСТУ7809-2015			
Изм.	Лист	№ док.им.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Смотрицкий					1:1
Проб.		Шевченко					
Т.контр.					Лист	Листов	1
Н.контр.							
Утв.							

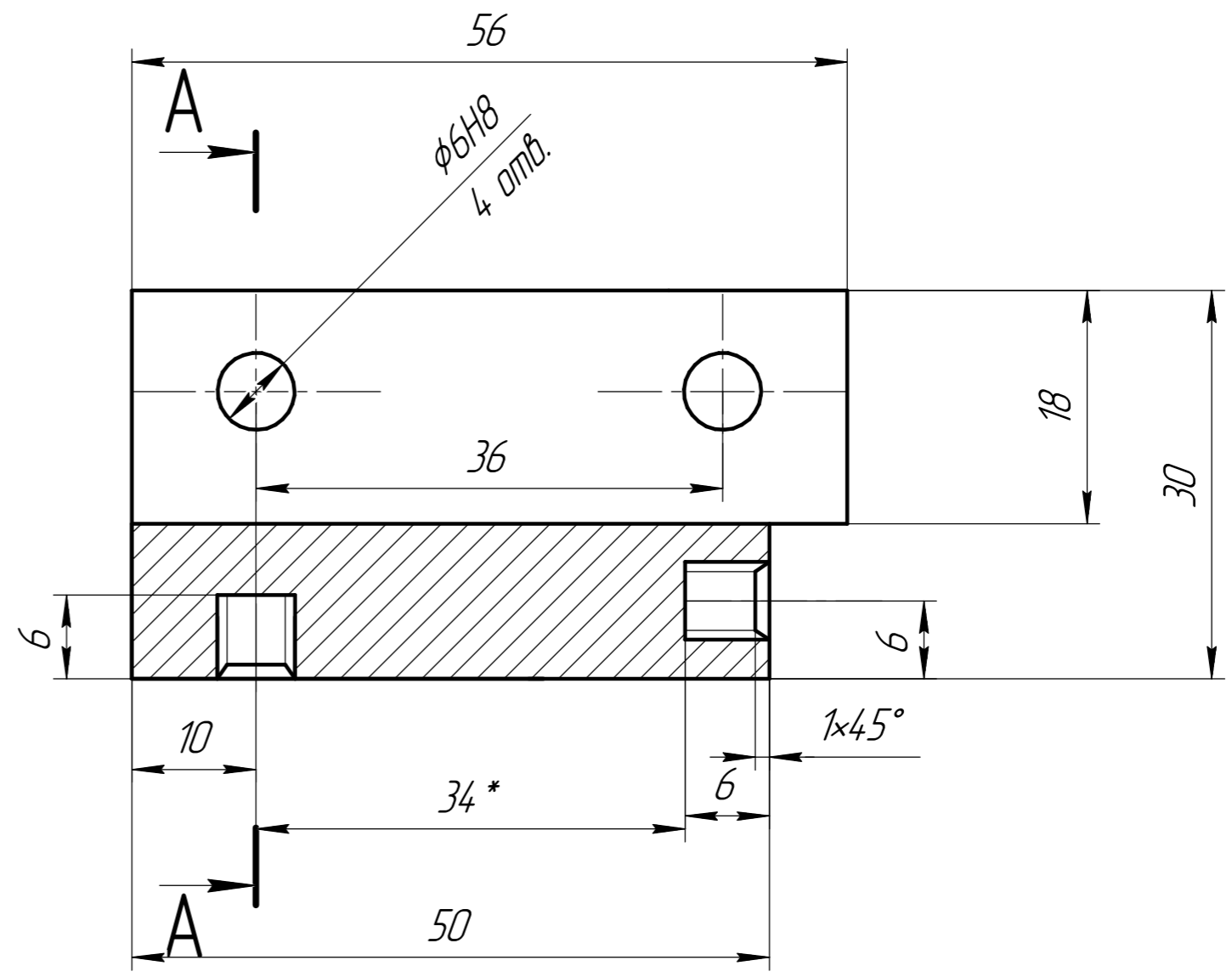
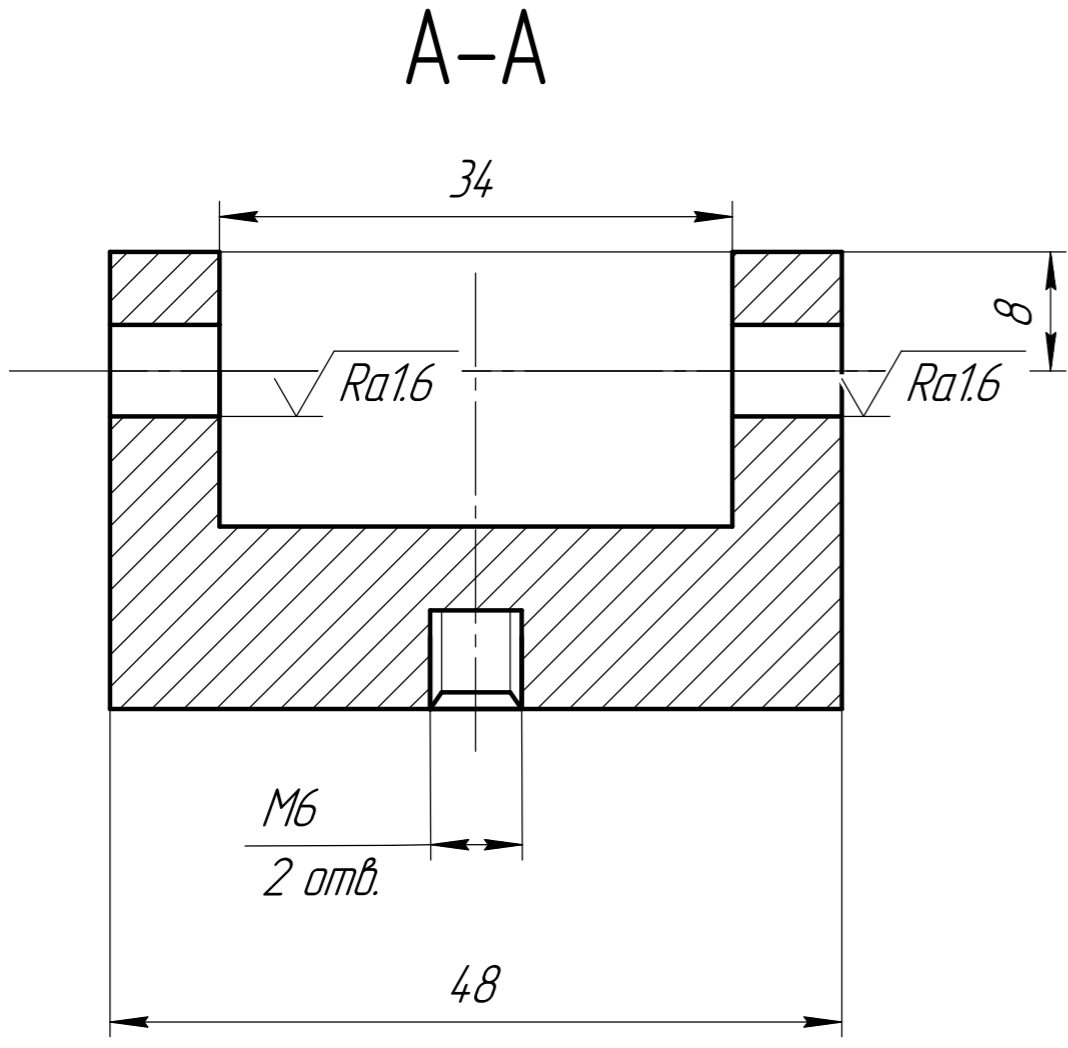
Копировал

Формат А3

ПБДП.ПБп0102.1720.003.03

√ Ra3.2

Перв. примен.  
Справ. №  
Подп. и дата  
Инв. № дщл.  
Взам. инв. №  
Подп. и дата  
Инв. № подл.



- 1 \* Розміри для довідок
- 2 H12, h12, ± IT12/2
- 3 HRC 28..32
- 4 Гострі кромки притупити R1

				ПБДП.ПБп0102.1720.003.03				
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Рама	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Смотрицкий							2:1
Проб.	Шевченко					Лист	Листов	1
Т.контр.								
Н.контр.					Ст 45 7809-2015			
Утв.					Копировал			
						Формат А3		







Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	
											2	1					
Разработал	<i>Смотрицький</i>																
Проверил	<i>Шевченко</i>																
Н. контроль																	
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции						Обозначение документа						
Б	Код, наименование операции						СМ	Проф	Р	УТ	КФ	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Т п.з.	Т шт.
А01	<i>080 013000 Промивка</i>						<i>ИОТ 20</i>										
Б02	<i>Верстак</i>																
03																	
А04	<i>085 020000 Технологічний контроль</i>						<i>ИОТ 319</i>										
Б05																	
06	<i>090 010800 Слюсарна</i>						<i>ИОТ 38</i>										
07	<i>Верстак</i>																
08																	
09	<i>095 510000 Тнрмічна</i>						<i>ИОТ 19</i>										
10																	
11	<i>100 085000 Упаковальна</i>						<i>ИОТ 38</i>										
12	<i>Верстак</i>																
13																	
14	<i>105 422500 Координатно розточна</i>						<i>ИОТ 104</i>										
15	<i>Sip HAUSER</i>																
16																	
17																	
<b>МК</b>		Маршрутная карта															

ГОСТ 3.1118—82 ФОРМА 1 а

Дубл.






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

Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
Разработал	<i>Смотрицький</i>																			
Проверил	<i>Шевченко</i>																			
Нормировал																				
Н. контроль								Корпус гіроблока									1	2		
M01																				
M02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.Расх	Ким	Код заготовки	Профиль и размеры					КД	МЗ						
		кг																		
A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции						Обозначение документа									
B	Код, наименование оборудования								СМ	Проф	P	УТ	КФ	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Т п.з.	Т шт.	
P							Пи	Д или В	L	t	i	S	N	V	Т о.	Т в.				
A03	<i>005 Лиття по виплавляємим моделям</i>																			
B04																				
O05	<i>010 Фрезерна</i>																			
T06	<i>Фрезерувати литникові поверхні</i>																			
O07	<i>ФУТ</i>																			
O08																				
O09	<i>015 Слюсарна</i>																			
T10	<i>Зняти заусенці. Запилити і зачистити литтевий брак напливів нерівностей</i>																			
A11	<i>поверхнями лиття</i>																			
B12																				
O13																				
T14																				
<b>КТП</b>	Карта технологического процесса																			





















										12	2				
Разроботал	<i>Смотрицький</i>														
Проверил	<i>Шевченко</i>														
Н. контроль															
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции				Обозначение документа						
Б	Код, наименование операции				СМ	Проф	Р	УТ	КФ	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Т п.з.	Т шт.
Р				Пи	Д или В	L	t	i	S	N	V	То.	Т в.		
001	<i>175 Слюсарна</i>														
02	<i>Зняти заусениці</i>														
A03	<i>Притупити гострі кромки</i>														
Б04	<i>Продути станок повітрям</i>														
005															
006	<i>180 Технологічний контроль</i>														
T07	<i>Первірити операції 160-170</i>														
008															
009	<i>185 Слюсарна</i>														
T10	<i>Промити деталь в бензині. Продути стислим повітрям</i>														
T11	<i>Завернути деталь в папір. Покласти в тару відправити в Т/У</i>														
12															
013	<i>190 Термічна</i>														
T14	<i>Термообробка по режиму 4</i>														
T15	<i>Згідно ГОСТ 17535-77</i>														
16															
<b>КТП</b>		Карта технологического процесса													

ГОСТ 3.1118—82 ФОРМА 1 а

Дубл.															
Взам.															
Подл.															
												13	2		

