

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»  
ПРИЛАДОБУДІВНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ВИРОБНИЦТВА ПРИЛАДІВ**

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Тимчик Г.С.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Дипломний проект  
на здобуття ступеня бакалавра  
з напрямку підготовки 6.051003 «Приладобудування»  
на тему: «Дільниця цеху складання механічної руки»**

Виконав (-ла):

студент (-ка) ІV курсу, групи ПБ-51

Голодний Олександр Сергійович \_\_\_\_\_

Керівник:

Старший викладач, кандидат технічних наук

Барандич К.С. \_\_\_\_\_

Консультант :

\_\_\_\_\_

Рецензент:

\_\_\_\_\_

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

Студент (-ка) \_\_\_\_\_

Київ – 2019 року

## ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	1	
2	A4	ДПБР.ПБ5105.1702.001 ПЗ	Пояснювальна записка		
3	A1	ДПБР.ПБ5105.1702.001СК	Механічна рука	1	
4	A4	ДПБР.ПБ5105.1702.001 СП	Специфікація механічної руки	7	
5	A1	ДПБР.ПБ5105.1702.002	ССС механічної руки	1	
6	A1	ДПБР.ПБ5105.1702.003	ТСС механічної руки	1	
7	A1	ДПБР.ПБ5105.1702.004 СТМ	Схема технологічного маршруту складання механічної руки	1	
8	A4	ДПБР.ПБ5105.1702.004 ТК	Карти технологічного маршруту складання механічної руки	19	
9	A1	ДПБР.ПБ5105.1702.005 СК	Прийом пристосування для контролю сили затиску клешні	1	
10	A1	ДПБР.ПБ5105.1702.006 СК	Прийом пристосування для контролю кута повороту механізму	1	
11	A1	ДПБР.ПБ5105.1702.007 СК	Автоматизоване пристосування для загвинчування	1	
12	A1	ДПБР.ПБ5105.1702.008	Деталювання	1	
13	A1	ДПБР.ПБ5105.1702.009	Дільниця цеху складання механічної руки	1	
			<b>ДП.ПБ5103.1702.00</b>		
		ПІБ	Підп.	Дата	
Розробн.	Голодний О.С.				<b>Відомість дипломного проекту</b>
Керівн.	Барандич К.С.				
Консульт.					
Н/контр.					
Зав.каф.					
				Лист	Листів
				1	1
				<b>КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВП Гр. ПБ-51</b>	

**Пояснювальна записка**  
**до дипломного проекту**  
**на тему: «Дільниця цеху складання механічної руки»**

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

**Приладобудівний факультет**

**Кафедра виробництва приладів**

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки (програма професійного спрямування) – 6.051003

«Приладобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Тимчик Г.С.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

**на дипломний проект студента**

**Голодного Олександра Сергійовича**

1. Тема проекту «Дільниця цеху складання механічної руки», керівник проекту Барандич Катерина Сергіївна, старший викладач, кандидат технічних наук, затверджені наказом по університету від «27» травня 2019 р. №1384-с.
2. Термін подання студентом проекту 10.06.2019 р.
3. Вихідні дані до проекту: креслення механічної руки та програма випуску – 4000 шт./рік
4. Зміст пояснювальної записки:
  1. Технологічний розділ. 1.1. Опис конструкції приладу. 1.2. Аналіз технологічності. 1.3. Визначення типу виробництва. 1.4. Розробка структурної та технологічної схеми складання. 1.5. Розробка технологічного процесу складання. 1.6. Розробка операційної технології 1.7. Вибір обладнання, інструментів, оснащення, допоміжних матеріалів. 1.8. Розрахунок геометричної точності приладу.
  2. Конструкторський розділ. 2.1. Проектування спеціальних пристосувань. 2.2. Проектування дільниці цеху складання.
5. Перелік графічного матеріалу:
  1. Креслення та специфікація приладу. 2. Структурна схема складання. 3. Технологічна схема складання. 4. Схема технологічного маршруту складання. 5. Пристосування для загвинчування кріпильних елементів. 6. Пристосування для контролю кута повороту механізму. 7. Пристосування для контролю сили затиску. 8. Деталювання пристосувань. 9. Дільниця цеху складання приладу.

## 6. Консультанти розділів проекту\*

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

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Аналітичний огляд		
2	Опис приладу		
3	Аналіз технологічності		
4	Визначення типу виробництва		
5	Розробка структурної та технологічної схеми складання		
6	Розробка технологічного процесу складання		
7	Розробка операційної технології		
8	Вибір обладнання, інструментів, оснащення, допоміжних матеріалів		
9	Розрахунок геометричної точності приладу		
10	Проектування спеціальних пристосувань		
11	Деталювання пристосувань		
12	Проектування ділянки цеху складання приладу		
13	Оформлення пояснювальної записки		

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

О.С. Голодний

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

\_\_\_\_\_

(підпис)

К.С. Барандич

(ініціали, прізвище)

\_\_\_\_\_

## Анотація

Дипломний проект бакалавра загальною кількістю сторінок 106 складається з 2 розділів, 6 рисунків, 6 додатків та списку літератури із 13 джерелами.

Складання є кінцевою стадією у виробничому процесі виготовлення виробів. Якість складальних робіт впливає на експлуатаційні характеристики приладів, на їх надійність та строк експлуатації.

Темою даного диплому є проектування ділянки цеху складання механічної руки.

Дипломний проект містить наступні матеріали: пояснювальна записка та графічні матеріали представлені у вигляді креслень. Пояснювальна записка в свою чергу складається з двох розділів: технологічного та конструкторського.

У технологічній частині дипломного проекту приведено опис механічної руки, розглянуто її основні фізичні та експлуатаційні характеристики, а також принцип її роботи. Виконано аналіз приладу на технологічність, в результаті якого отримали показник технологічності. Також розроблено технологічний процес складання, який у своєму складі містить структурну схему складання та технологічну схему складання. Розроблено маршрутні та операційні карти складання за допомогою системи САПР «ADEM». Було визначено форму складання та тип виробництва, що дозволило виконати проектування ділянку цеху складання.

У конструкторській частині проекту виконано розробку пристосувань для контролю сили затиску клешні, для контролю кута повороту приладу навколо осі та пристосування для загвинчування і приведені відповідні розрахунки. Була також спроектована ділянка цеху складання виробу, проведені розрахунки для необхідної кількості робочих місць для складання та обрано розроблене обладнання.

## Annotation

The diploma project of bachelor with the total number of pages 106 consists of 2 sections, 6 figures, 6 applications and a list of literature with 13 sources.

Formation is the final stage in the production process of manufacturing products. The quality of assembly works affects the performance of the devices, their reliability and lifetime.

The subject of this diploma is the design of a workshop section for the assembly of a mechanical arm.

The diploma project consists of an explanatory note and some graphic material in the form of drawing. The explanatory note consists of two parts: technological and design.

The technological part of the diploma project describes the description of the mechanical arm, examines its basic physical and operational characteristics, as well as the principle of its operation on the basis of an electric circuit diagram. An analysis of the device on the technological capacity, which resulted in the indicator of technological capacity. Also developed is the technological process of assembly, which in its composition contains a structural scheme of assembly and technological scheme of assembly. Route and operational maps are being compiled using the ADEM system of CAD. The form of assembly and type of production was determined, which made it possible to successfully design a section of assembly workshop.

In the design part of the project, there were made some appropriate calculations and the development of devices for the angle of rotation of the device around the axis, for controlling the force of clamping claw and a screwdriving device. There was also a projected section of the assembly shop, carried out calculations for the required number of jobs for assembly and selected equipment developed.

## ЗМІСТ

Вступ .....	9
Технологічна частина .....	10
1.1 Опис заданої складальної одиниці .....	11
1.1.1 Загальне призначення .....	11
1.1.2 Принцип роботи механічної руки.....	11
1.1.3 Технічні характеристики.....	12
1.2 Проектування структурної схеми .....	14
1.3 Аналіз виробу на технологічність.....	16
1.3.1 Основні показники технологічності .....	17
1.3.2 Додаткові показники технологічності.....	20
1.3.3 Комплексний показник технологічності .....	23
1.4 Розрахунок виробничих показників механічної руки .....	24
1.4.1 Тип виробництва .....	24
1.4.2 Річна програма випуску .....	25
1.5 Проектування технологічної схеми складання.....	27
1.6 Проектування маршруту складання.....	28
1.7 Розрахунок нормування складальних робіт .....	32
1.8 Вибір форми складання.....	34
1.9 Розрахунок геометричної точності приладу.....	35
1.9.1 Розрахунок замикаючої ланки координатним методом .....	37
1.9.2 Екстремальний метод з урахуванням номіналів .....	38
1.9.3 Екстремальний безномінальний метод.....	39
Конструкторська частина .....	40
2.1 Вибір обладнання та оснащення .....	41
2.2 Контрольне пристосування для вимірювання сили затиску клешні .....	42
2.2.1 Опис контрольного пристрою вимірювання сили затиску в клешні механічної руки ..	42
2.2.2 Принцип роботи контрольного пристосування .....	42
2.2.3 Опис та характеристика тензодатчика Zemic H3-C3-25kg .....	43
2.3 Контрольне пристосування для вимірювання кута поворота механізму.....	44
2.3.1 Опис контрольного пристосування для вимірювання кута поворота механізму .....	44
2.3.2 Принцип роботи контрольного пристосування .....	45
2.3.3 Опис та характеристика енкодера OMRON E6B2-CWZ1X.....	46
2.4 Пристосування для загвинчування кріпильних елементів.....	44
2.4.1 Опис пристосування для загвинчування кріпильних елементів .....	44
2.4.2 Принцип роботи пристосування.....	45

	8
2.4.3 Опис та характеристика сервопривода SG90 .....	45
2.4.4 Опис та характеристика сервопривода SG995 .....	45
2.5 Проектування ділянки цеху складання «Механічної руки».....	50
2.5.1 Опис ділянки цеху.....	50
2.5.2 Площа виробничих приміщень.....	50
Загальні висновки по проекту .....	52
Список використаних джерел.....	53
Додаток А.....	55
Додаток Б.....	56
Додаток В.....	57
Додаток Г.....	58
Додаток Д.....	58
Додаток Е.....	60

## Вступ

На сьогоднішній день на виробництвах, зокрема які автоматизують процес виготовлення своєї продукції, і в інших галузях широкого застосування набуло різноманітне обладнання, яке замінює використання людської праці на підприємствах, а саме механічні руки, які можуть виконувати найрізноманітнішу роботу. Процес керування даними пристроями виконується за допомогою пульта керування та одного оператора з необхідними навичками для такої роботи.

Механічна рука призначення для виконання робіт, які потребують переміщення деталей з одного місця на інше. Вага таких речей зазвичай є невід'ємною для людини. За допомогою механічної руки також можна виконувати сортувальні роботи, встановивши камеру та налаштувавши її отримаємо автоматизованого робота для сортування.

В дипломному проекті розглянуто технологію складання механічної руки та розроблено ділянку цеху її складання. Дана тема є актуальною на сьогодні, оскільки роботи на виробництвах витісняють фізичну людську працю та динамічно розвиваються, отже необхідно накопичувати виробничий та професійний досвід з їх виготовлення та впровадження. В кінці проекту представлено висновки по виконаній роботі, що дають змогу оцінити весь процес складання механічної руки та контроль елементів на етапі складання.

# Технологічний розділ

## 1.1 Опис заданої складальної одиниці

### 1.1.1 Загальне призначення

**Механічна рука** – керований пристрій, який призначений для виконання робіт з переміщення речей у просторі, в місцях де людині буде важко або небезпечно.

Виконавчий механізм будь-якої механічної руки — це багатоланковий просторовий механізм, який може мати у загальному випадку поступальні, обертальні, циліндричні, сферичні та сферичні з пальцем кінематичні пари. Залежно від поставленої задачі маніпулятор повинен забезпечувати різне число ступенів свободи захоплювача.

Дана механічна рука призначена для використання у цехах виготовлення ювелірних виробів, або малогабаритної продукції, оскільки має відносно невеликі розміри та виконавчий простір під час роботи.

### 1.1.2 Принцип роботи механічної руки.

«Механічна рука» представлена на кресленні ДПБР.ПБ5105.1702.001СК (Додаток А) та описана в специфікації ДПБР.ПБ5105.1702.001СП(Додаток А). Даний прилад має в комплектації блок робочої клешні з плечем, два ричага (великий і малий), та основу в якій розміщується двигун з платою, до якої в свою чергу під'єднуються усі сервоприводи, які й приводять в дію кожен вузол.

Двигун який розміщується в основі приладу за допомогою шестерні обертає кришку приладу, що дає змогу здійснювати рух навколо осі. Вісім сервоприводів, які підключені до плати, розміщуються на кожному лікті механічної руки і дають змогу здійснювати рух у будь-яку сторону в просторі. До плати також під'єднано потенціометри, щоб була змога керувати сервоприводами марок SG995 та SG90, та блок живлення, який і буде забезпечувати напругою даний пристрій. Через плату здійснюється й налаштування кожного сервопривода, попередньо підключеної її до комп'ютера. За допомогою сервопривода, який

розміщений безпосередньо на корпусі захвата, є можливість розкривати та закривати клешні, таким чином здійснюючи захват об'єктів.

### 1.1.3 Технічні характеристики

#### 1.1.3.1 Призначення:

Механічна рука призначення для переміщення відносно невеликих об'єктів у просторі.

- Діапазон робочих температур, °C – від 0 до +50;
- Діапазон температур для зберігання або транспортування, °C – від -20 до +45;
- Робоче тіло – предмети невеликого розмір

#### 1.1.3.2 Технічні параметри руки:

- Ступенів свободи - 6;
- Вантажопідйомність – 0,3кг
- Вхідна напруга -220В;
- Максимальна споживча потужність – 4 VA;
- Габаритні розміри, мм – 245 x 232 x 190 мм;
- Маса руки, кг – 0,8кг
- Кут повороту - 180°

#### 1.1.3.3 Технічне обслуговування:

При появі перших ознак збою налаштувань сервоприводів або кожні 6 місяців, проводи калібрування підключившись до плати Arduino.

Не допускається подавати на плату напругу більше заданої технічними характеристика плати.

Необхідно періодично контролювати та змащувати деталі які мають площу тертя спеціальним мастилом, для уникнення їх пошкодження та деформацій, а

саме в місцях прокладок і ричагів. Подача рідкої змащувальної рідини не допускається.

#### 1.1.3.4 Інструкція з експлуатації:

Необхідно виконувати всі загальні правила безпеки, правил техніки безпеки, правил техніки експлуатації .

При переміщенні механічною рукою речей у просторі безпосередньо контролювати роботу виконуваного механізму, задля запобігання поломки конструкцій або пошкодження переміщуваних деталей.

## 1.2 Проектування структурної схеми складання

Проектування складального технологічного процесу починається з побудови структурної схеми складання, яку отримано на основі аналізу конструкторської документації. Вона дає можливість визначити конструктивні і складальні елементи приладу, їх взаємозв'язок та ступінчате розчленування. Схема представлена на кресленні ДПБР.ПБ5103.1702.002 (Додаток Б).

Дана схема будується на основі аналізу конструкції виробу. Взагалі вся конструкція виробу складається з окремих менш складових складальних елементів, які в свою чергу складаються з найпростіших структурних одиниць. Згідно з ГОСТ 2.101-80, виріб складається з найпростіших структурних елементів: деталей, складальних одиниць та комплексів.

Основним об'єктом виготовлення будь-якого приладобудівного виробництва є різноманітні прилади. За встановленою ГОСТ 2.101-80 номенклатурою, всі прилади, які виходять з виробництва, з відповідними додатковими допоміжними пристроями називають виробами.

*Виріб* – це предмет виробництва, основна його продукція, яка випускається у чіткій відповідності до затвердженого державного плану, призначена для планової поставки та реалізації.

*Комплекс* – це пристрій, що складається з одного або більше специфікованих окремих виробів, не з'єднаних на виробництві. Ці частини пристрою призначені для планової поставки та реалізації.

*Складальна одиниця* – це окрема функціональна частина виробу, отримана складальними операціями з простіших елементів, яка підлягає згодом стикуванню в єдиний прилад на даному виробництві. Це основні структурні одиниці складання, одержані за своїми окремими технологічними процесами у вигляді незавершеного виробництва, що характеризується певним функціональним призначенням у конструкції приладу. При цьому прості за складом складальні одиниці можуть об'єднуватись у процесі складання в структурні пристрої, тобто

переходячи від нижчих ступенів шляхом об'єднання до вищих ступенів складання. Складальні одиниці складаються із окремих деталей.

*Деталь* – вироби, виготовлені з однорідного за найменуванням і марці матеріалу без застосування складальних операцій. [1]

Структурна схема складання використовується для аналізу та синтезу виробу в процесі складання. В цьому випадку під аналізом виробу розуміють напрямки розкладання складального елемента на найпростіші із встановленою послідовністю зав'язків від верхнього ступеню до нижчого, що вказує на обов'язкову придатність елементів до різноманітних складальних процесів. Під синтезом виробу розуміють протилежну дію – правильний вибір шляхом з'єднання найпростіших елементів у найбільш складні при складанні технологічного процесу. В цьому випадку, схема ступенів складання є відправним документом для правильного проектування технологічної схеми складання всього технологічного процесу в цілому.

Механічна рука складається з 4 складальних одиниць другого рівня, 1 складальної одиниці першого рівня, окремих деталей та готових виробів, що входять до складу приладу.

Вузли другого рівня:

1 – Стійки в складі – складається з Стійок (13) - 2шт, Сервоприводів SG995(24) - 2шт, Гвинтів(23) – 8шт .

2 – Великий ричаг в складі – складається з Великих ричагів (11) – 2шт, Планки (1) - 1шт, Гвинтів (25) - 2шт.

3 – Малий ричаг в складі – складається з Малих ричагів (7) - 2шт., Планки (6) - 1шт, Гвинтів (25) - 2шт.

4 – Плече в складі – складається з Корпуса захвата в складі, Плеча(5) - 1шт, Клешні лівої(2) - 1шт, Клешні правої(1) - 1шт, Прокладок(20) - 2шт, Гвинтів(23) - 5шт, Штифтів(21) - 2шт, Сервоприводів SG90(22) - 2шт.

Вузли першого рівня:

1 – Корпус захвата в складі – складається з Корпуса захвата (4) - 1шт, Кришки захвата(3) - 1шт, Гвинтів(23) - 2шт .

Окремими деталями йдуть: Основа(18) - 1шт, Кришка(14) - 1шт, Прокладка(8,12) - 1шт, Шестерня(15) - 1шт, Плата(19) - 1шт, Гвинт спеціальний(17) - 1шт, Штифти(21) - 4шт, Гвинти(23) - 16, Гвинти(25) – 14, а також готовими виробами: Двигун(16) - 1шт, Сервоприводи SG995(22) - 2шт, Сервоприводи SG90(22) - 2шт .

### 1.3 Аналіз виробу на технологічність

*Технологічність* - складна комплексна характеристика виробу, що проявляється в затратах праці, засобів, матеріалів, часу і загальної ефективності організації процесу виготовлення виробу на всіх його стадіях. Якість виробу можна оцінювати різними показниками, але коли йдеться про технологічність, то залишається два фактори - конструкція і виробництво. Технологічність можна оцінювати якісно і кількісно. Якісна оцінка характеризує технологічність виробу узагальнено, на основі широких знань дизайну меблів і виробничого досвіду. Якісна оцінка визначається експертним опитуванням і рейтингом або пріоритетом новизни.

Кількісно технологічність можна оцінити числовими показниками, які висвітлюють ступінь задоволення відповідних вимог технологічності. Якісна оцінка технологічності доцільна тільки за тими показниками і властивостями виробів, які суттєво впливають на досягнення конкретних вимог з боку виробника. Оцінка технологічності меблевих виробів являє собою інженерну задачу, яка не дає однозначного висновку, якщо не вирішується питання менеджменту разом з функціями маркетингу й інновацій.

*Технологічність виробу* – це відносний якісний його показник, який оцінюється порівнянням зазначеними вище його характеристиками виробництва з аналогічними, котрі має базовий виріб.

Усі показники технологічності класифікують за ознаками об'єкта й областю його застосування, кількості можливих ознак технологічності, областю аналізу, способом його вираження, значущості системної оцінки.

Складальні конструкції відпрацьовуються на технологічність шляхом аналізу видів з'єднань використаних при складанні, а також за загальними критеріям складальних процесів [1].

### 1.3.1 Основні показники технологічності

Розглянемо список уніфікованих та не уніфікованих вузлів, операцій та деталей:

Таблиця 1.1 - Список вузлів

№	Список вузлів	Кількість	Примітка
A1	Стійка в складі	2	Не уніфікований
A2	Великий ричав в складі	1	Уніфікований
A3	Малий ричав в складі	1	Уніфікований
A4	Плече в складі	1	Не уніфікований

№	Список вузлів	Кількість	Примітка
A5	Корпус захвата в складі	1	Не уніфікований

Таблиця 1.2 - Список операцій

№	Список операцій	Примітка
1	Підготовка	Уніфікована
2	Закріплення	Уніфікована
3	Встановлення	Уніфікована
4	Контроль	Не уніфікована

Таблиця 1.3 - Список деталей

№	Список деталей	Кількість	Примітка
1	Основа	1	Не уніфікована
2	Кришка	1	Не уніфікована
3	Прокладка	1	Уніфікована
4	Прокладка	1	Уніфікована
5	Шестерня	1	Уніфікована
6	Плата	1	Уніфікована
7	Гвинт спеціальний	1	Не уніфікована
8	Штифт	4	Уніфікована
9	Гвинт M10x40	16	Уніфікована
10	Гвинт M15x60	8	Уніфікована
11	Двугун	1	Уніфікована
12	Сервопривід SG90	2	Уніфікована
13	Сервопривід SG995	2	Уніфікована
Стійка в складі			
1	Стійка	2	Не уніфікована
2	Гвинт	8	Уніфікована
3	Сервопривід SG995	2	Уніфікована
Великий ричаг в складі			
1	Великий ричаг	2	Не уніфікована
2	Планка	1	Не уніфікована
3	Гвинт M15x60	2	Уніфікована
Малий ричаг			
1	Малий ричаг	2	Не уніфікована

2	Планка	1	Не уніфікована
3	Гвинт M15x60	2	Уніфікована
Плече в складі			
1	Корпус захвата в складі	1	Не уніфікована
2	Плече	1	Не уніфікована
3	Клешня ліва	1	Не уніфікована
4	Клешня права	1	Не уніфікована
5	Прокладка	2	Уніфікована
6	Гвинт M10x40	5	Уніфікована
7	Штифт	2	Уніфікована
8	Сервопривід SG90	2	Уніфікована
Корпус захвата в складі			
1	Корпус захвата	1	Не уніфікована
2	Кришка захвата	1	Не уніфікована
3	Гвинт M10x40	2	Уніфікована

### 1.3.2 Додаткові показники технологічності

#### Показник відносної складності [1]:

Визначається коефіцієнтом збірності конструкції  $K_{ск}$ , який ураховує ступінь розчленованості всієї конструкції виробу на складальні одиниці  $N$  і деталі  $n$ .

$$K_{ск} = N / n \quad (1.1)$$

Чим більший цей коефіцієнт, тим більше виріб є технологічним, оскільки в такому випадку легше виконувати складання за рахунок паралельності складальних операцій на уніфікованих і спеціалізованих робочих місцях, легше виконувати контроль, нижча собівартість. Порівняльний аналіз можна вести з орієнтовних цифр:

$K_{ск} < 0,1$  технологічність низька.

$K_{ск} = 0,1- 0,2$  технологічність задовільна.

$K_{ск} > 0,2$  технологічність добра.

$$K_{скл} = \frac{N_{\Sigma}}{n_{\Sigma}} \quad (1.2)$$

де  $N_{\Sigma} = 5$ , кількість вузлів виробу;

$n_{\Sigma} = 80$ , кількість деталей виробу.

$$K_{ск} = 5/80 = 0,0625$$

$K_{ск} < 0,1$  технологічність низька.

#### Показник уніфікації виробу[1]:

Під уніфікованими складальними одиницями та деталями розуміють широко застосовувані, нормалізовані елементи, куповані та стандартні. Порівняння ведуть за таких умов:

$K_{ун} < 0,25$  технологічність низька.

$K_{ун} = 0,25- 0,5$  технологічність задовільна.

$K_{ун} > 0,5$  технологічність добра.

$$K_{ун} = \frac{N_{ун} + n_{ун}}{N_{\Sigma} + n_{\Sigma}}$$

(1.3)

де  $N_y = 2$ , кількість уніфікованих вузлів виробу;

$n_y = 64$ , кількість уніфікованих деталей виробу.

$K_{ун.} = (2+64)/(5+80) = 0.776$ ;

$K_{ун.} > 0,5$  – технологічність добра.

Коефіцієнт уніфікації по вузлам[1]:

$$K_{ун.N} = \frac{N_{ун}}{N_{\Sigma}}, \text{ де} \quad (1.4)$$

$N_{ун}$  - кількість всіх уніфікованих складальних одиниць в структурній схемі складання;

$N_{\Sigma}$  - число всіх складальних одиниць на структурній схемі складання;

$N_{\Sigma} < 0.2$  – технологічність незадовільна;

$N_{\Sigma} = 0.2..0.4$  – технологічність задовільна;

$N_{\Sigma} > 0.4$  – хороша технологічність.

$$N_{ун.} = 2/5 = 0.4$$

$N_{ун.} = 0.2 .. 0.4$  – технологічність задовільна.

Коефіцієнт уніфікації по деталям:

Орієнтовно можна оцінювати за величиною:

$K_{ун} < 0,3$  технологічність низька;

$K_{ун} = 0,3-0,6$  технологічність задовільна;

$K_{ун} > 0,6$  технологічність добра.

$$K_{yn} = \frac{n_y}{n_{\Sigma}} = 64/80 = 0,8 \quad (1.5)$$

$K_{yn} > 0,6$  - технологічність добра.

Коефіцієнт технологічності по уніфікації операцій[1]:

Цей показник характеризує технологічність виробу з погляду простоти освоєння його на виробництві за рахунок можливості застосування при його складанні раніше застосовуваних, добре освоєних і оснащених складальних процесів, які називаються в цьому разі уніфікованими, відомими в галузі. До таких процесів належать згвинчування, пресування, паяння, монтаж шарикопідшипникових опор, намотувальні процеси та ін.

Технологічність аналізованого виробу за показником уніфікації застосовуваних процесів оцінюється коефіцієнтом застосування типових для галузі технологічних процесів:

$K_{yon} < 0,5$  технологічність низька;  
 $K_{yon} = 0,5-0,75$  технологічність задовільна;  
 $K_{yon} > 0,75$  технологічність добра.

$$K_{yon} = \frac{Q_{y/on}}{Q_{\Sigma/on}} \quad (1.6)$$

де  $Q_{y/on} = 3$  – кількість уніфікованих операцій;

$Q_{\Sigma/on} = 4$  – кількість всіх операцій.

$$K_{yon} = 3/4 = 0,75$$

$K_{yon} = 0,5-0,75$  технологічність задовільна.

(Всі розрахункові формули та теоретичний матеріал цієї частини розділу взято із літератури №[1].)

### 1.3.3 Комплексний показник технологічності

Комплексний показник технологічності конструкції характеризує не окремі часткові ознаки технологічності, а характерну групу ознак технологічності конструкції.

Вираховується за формулою (1.7):

$$K_{\text{т.}} = (K_{\text{ск.}} + K_{\text{уп.}} + N_{\text{ун.}} + K_{\text{ун.}} + K_{\text{у.оп.}}) / 5 \quad (1.7)$$

$$K_{\text{т.}} = (0,0625 + 0,776 + 0,4 + 0,8 + 0,75) / 5 = 2,7785 / 5 = 0,5577$$

$$K_{\text{т.}} = 0,5577.$$

З попередніх розрахунків видно, що загальний коефіцієнт технологічності виробу добрий (тому що більшість коефіцієнтів мають добру технологічність). [1]

## 1.4 Розрахунок виробничих показників механічної руки

### 1.4.1 Тип виробництва

На організацію виробничих процесів, вибір методів підготовки виробництва, планування діяльності та контролю якості впливає тип виробництва.

*Тип виробництва* – це комплексна характеристика технічних, організаційних та економічних особливостей промислового підприємства, що враховує обсяг та повторюваність випуску виробів. Тип виробництва суттєво впливає на виробничу структуру підприємства, характер технологічних процесів та їх оснащеність.

Розрізняють три основні організаційні типи виробництва: масове, серійне, одиничне.

*Одиничним* називається виробництво, в якому виготовляється дуже широка номенклатура продукції в невеликих кількостях, що практично не повторюється.

На підприємствах одиничного типу використовується універсальне устаткування і оснащення, операції за робочими місцями не закріплюються, дуже часто проводиться переналагоджування устаткування, на що витрачається багато часу. Характерною є дуже велика частка ручної праці, що приводить до збільшення тривалості технологічного циклу.

*Серійним* називається виробництво, у якому продукція випускається періодично повторюваними серіями з більш широкою номенклатурою виробів.

У серійному виробництві за кожним робочим місцем закріплюється кілька періодично повторюваних операцій, застосовується як універсальне, так і спеціальне устаткування. Використовується праця робітників середньої кваліфікації.

Внаслідок переналагоджування устаткування, менш вузької спеціалізації робочих місць на підприємствах серійного виробництва продуктивність праці нижча, а собівартість продукції вища, ніж на підприємствах масового виробництва.

*Масовим* називається виробництво, в якому постійно протягом тривалого періоду часу виготовляються великі обсяги виробу одного найменування або дуже вузької номенклатури.

Для масового виробництва характерна вузька спеціалізація робочих місць: за кожним робочим місцем закріплюється виконання 1-3 операцій, переважно без переналагодження устаткування і зміни оснащення, добре відпрацьовується технологічний процес з детальним вказанням устаткування, оснащення, режимів роботи.

В більшості випадків у масовому виробництві впроваджуються потокові лінії, устаткування розміщується по ходу виконання технологічного процесу, транспортування відбувається завдяки конвеєрів. Тому проміжок часу між випуском окремих виробів дуже малий, продуктивність праці робітників висока при низькій кваліфікації, низька собівартість виготовлення продукції. [2]

#### **1.4.2 Річна програма випуску**

*Тип виробництва* - це класифікаційна категорія виробництва, яка залежить від рівня спеціалізації, обсягу випуску продукції, номенклатури виробів в умовах ринкової економіки, стабільності тощо. У нинішніх умовах господарювання розрізняють такі типи виробництва: одиничне, серійне, масове і змішане.

Одиничне виробництво характеризується випуском продукції невеликих обсягів, які з часом більше не будуть випускатися.

Серійне - виробництво характеризується обмеженим випуском продукції, випускається серіями, і партіями які повторюються. Серійне виробництво підрозділяється на багатосерійне, дрібносерійне та середньосерійне.

Багатосерійне виробництво - випуск виробів здійснюється великими партіями протягом тривалого періоду. Зазвичай підприємства цього типу займаються випуском окремих виробів або комплектів але предметного типу. [3]

Вибір форми складання залежить від типу випуску, річного і середньо-операційного часу складання.

Річний темп випуску: ..... (1.14)

$$t = \frac{60 * \Phi_p}{N_p};$$

$$t = \frac{60 * 2070}{4488} = 27,67 \text{ хв.}$$

$\Phi_p$  – річний фонд часу;

$N_p$  – річна програма випуску.

Середньо операційний час: ..... (1.15)

$$T_{cp.on} = \frac{\sum_{j=1}^{j=p} \sum_{i=1}^{i=n_j} T_{i_{uuu}}}{\sum_{j=1}^3 n_j}$$

$$T_{cp.on} = 89,12 / 10 = 8,912 \text{ хв.}$$

Якщо  $t \gg T_{cp.on}$ , тоді вибираємо одиничне виробництво;

$t > T_{cp.on}$ , тоді вибираємо дрібносерійне виробництво;

$t = T_{cp.on}$ , тоді вибираємо серійне виробництво;

$t < T_{cp.on}$ , тоді вибираємо багатосерійне виробництво;

$t \ll T_{cp.on}$ , тоді вибираємо масове виробництво.

Висновок: відповідно до даних розрахунків – це відповідає середньо серійному виробництву.

## 1.5 Проектування технологічної схеми складання

Технологічна схема складання містить окремі вітки вузлових складань та загального складання.

Розпочинається схема з базової деталі, як і наступна кожна вітка, або з базового вузла, за які беруть складні деталі чи складальні одиниці нижчих ступенів складання. Але слід розрізняти базову деталь всього виробу серед базових деталей віток виробу. Складальний процес зображується на схемі зліва на право. Розглядаючи вітки складання складальної одиниці вищого ступеню складання даного приладу, схему розвертають за годинниковою стрілкою на 90 градусів, а будуючи вітки складальних одиниць нижчих ступенів, які входять до складніших складальних одиниць нижчих ступенів, які входять до складніших складальних одиниць, додатково обертають у той самий бік. Знизу, на лінію складання подаються складальні одиниці нижчих ступенів складання та основні деталі приладу, а згори – стандартні та нормалізовані деталі. Послідовність складання, способи забезпечення з'єднань, зміст процесів регулювання, випробування та контролю визначає технологічна схема складання. Основні деталі і складальні одиниці зображуються на схемі праворуч від лінії складання по її ходу. Кріпильні деталі показують ліворуч від лінії складання по її напрямку. На виносних лініях роблять надписи, які викладені в технічних умовах на виріб.

Кожний вузол з'єднувальних елементів, що сходиться на вітці, є складальною операцією технологічного процесу або її окремим переходом. Сюди ж вводиться позначення методу з'єднання елементів (пресування, загвинчування, тощо), який застосовується в даній операції. Якщо необхідно перевірити якість виконання складальної операції, ставиться додатково операція – контролювати.

Схема сприяє аналізу конструкції приладу з технологічної точки зору та дозволяє вносити зміни у його конструкцію, які спрощують технологічний процес. Вона наочно зображує складальний процес та є основним документом, який фіксує ТП складання. [4].

Технологічна схема складання "Механічної руки" представлена на кресленні ДПБР.ПБ5103.1702.003 (Додаток Б).

Базовою деталлю на початковому етапі складання даного пристрою є Основа (18). На неї закріплюємо гвинтами Двигун(16), Плату(19), встановлюємо на вал двигуна Шестерню(15). Потім до основи закріплюємо Кришку(14). На кришку закріплюємо Стійки в складі(A1), до них кріпимо Великий ричаг в складі(A2), до ричага кріпимо Малий ричаг(A3), потім кріпимо Плече в складі(A4), яке містить Корпус захвата в складі(A5). Отриманий виріб контролюємо та випробовуємо.

## 1.6 Проектування технологічного процесу складання

Проектування технологічного процесу складання в середньосерійному виробництві має певні особливості. На складальних процесах такого типу виробництва присутні операції підгону.

Технологічний процес розробляється з особливою ретельністю, у ньому повинна бути відображена найповніша інформація про характер операцій та порядок їх виконання. Вказуються не тільки режими роботи, але й окремі прийоми. В результаті чого досягається порівняно висока продуктивність праці, найменша собівартість продукції та найменша тривалість виробничого циклу.

На основі технологічної схеми складання був складений маршрут складання "Механічної руки".

Операційна технологічна карта складання представляє собою детально розібрану послідовність операцій складання, враховуючи елементи операції згідно технологічній карті складання. Кожна операція складається з послідовних переходів. Переходи в свою чергу вказуються з обладнанням, яке буде використовуватись на даному етапі, та витратними матеріалами(серветки, халат, рукавиці). Кожна точка лінії складання має свій перехід.

Таким чином маршрут складання «Механічної руки» буде складатися з наступних операцій:

### ***005 Підготовча***

1. Підготувати деталі згідно креслення та специфікації

### ***010 Промивка***

1. Промити деталі поз.1, поз.2, поз.3, поз.4, поз.5, поз.6, поз.7, поз.8, поз.10, поз.11, поз.12, поз.13, поз.14, поз.18.

### ***015 Сушка вакуумна***

1. Сушити деталі поз.1, поз.2, поз.3, поз.4, поз.5, поз.6, поз.7, поз.8, поз.10, поз.11, поз.12, поз.13, поз.14, поз.18 у вакуумній шафі.

### ***020 Складання***

1. Закріпити двигун поз.16 в основу поз.18 чотирма гвинтами поз.23.
2. Протягнути дроти сервоприводів через трубку поз.9 і вставити в плату поз.19
3. Закріпити плату в складі на основу поз.18 чотирма гвинтами поз.25
4. Встановити шестерню поз.15 на вал двигуна поз.16 .
5. Закріпити кришку поз.14 спеціальним гвинтом поз.17

### ***025 Контроль***

1. Контролювати кут повороту кришки поз.14

### ***030 Складання***

1. Закріпити сервопривід SG995 поз.24 на стійку поз.13 чотирма гвинтами поз.23
2. Закріпити Стійку в складі на кришку поз.14 двома гвинтами поз.25 і двома штифтами поз.21
3. З'єднати два великих ричага поз.11 планкою поз.10 і двома гвинтами поз.25
4. Встановити Великий ричаг в складі та прокладку поз.12 на сервопривід SG995 поз.24
5. Закріпити сервопривід SG995 поз.24 на стійку поз.13 і в Великий ричав в складі.

6. Закріпити стійку в складі на кришку поз.14 двома гвинтами поз.25 і двома штифтами поз.21.
7. Закріпити сервопривід SG995 поз.24 на Великий ричав в складі.
8. З'єднати два малих ричага поз.11 планкою поз.10 і двома гвинтами поз.25.
9. Встановити Малий ричаг в складі і прокладку поз.8 на сервопривід SG995 поз.24.
10. Закріпити сервопривід SG995 поз.24 на Великий ричаг в складі.
11. Закріпити сервопривід SG90 поз.22 в плече поз.5 двома гвинтами поз.23.
12. Закріпити кришку захвата поз.3 на корпусі захвата поз.4 двома гвинтами поз.23.
13. Закріпити Корпус захвата в складі гвинтом поз.23 в сервопривід SG90 поз.22.
14. Встановити праву клешню поз.2 ,штифт поз.21 і прокладку поз.20 в Корпус захвата в складі.
15. Встановити ліву клешню поз.1 ,штифт поз.21 і прокладку поз.20 в Корпус захвата в складі.
16. Закріпити сервопривід SG90 поз.22 на Корпусі захвата в складі двома гвинтами поз.23.
17. Закріпити сервопривід SG90 поз.22 на Малий ричав в складі двома гвинтами поз.23.
18. Встановити Плече в складі на сервопривід SG90 поз.22.
19. Закріпити сервопривід SG90 поз.22 Малий ричав в складі двома гвинтами поз.23.

### ***035 Контроль***

1. Контролювати силу затиску клешні.

### ***040 Регулювання,налаштування,юстирування***

1. Відрегулювати кути повороту сервоприводів і силу затиску клешні.

***045 Випробування***

1. Випробувати зібраний пристрій на працездатність.

Відповідно до ЕСТД технологічний процес розроблений за допомогою САПР «ADEM» та представлений в маршрутно-операційних картах (Додаток В).

## 1.7 Розрахунок нормування складальних робіт

В основі розрахунку лежить час на виконання однієї складальної операції - основної структурної одиниці ТП. На виробництві цей час називається штучним і позначається  $T_{шт}$ . Основним його складовим є норми часу на проведення безпосередньо складальних, регулювально-налагоджувальних та інших робіт – основний час складання  $T_o$  і час на виконання усіх необхідних цільових рухів і заходів складальником або наладчиком. Цей допоміжний час  $T_o$  який не перекривається основним, необхідний для підготовки елементів до складання, набору необхідних деталей, матеріалів та інструментів при складанні однієї складальної одиниці, їх візуального контролю, необхідного орієнтування, змащування, протирання тощо. [5]

<b>005 Підготовча</b>	(5 хв.)
<b>010 Промивка</b>	(5 хв.)
<b>015 Сушка</b>	(10 хв.)
<b>020 Складання</b>	(5 хв.)
<b>025 Контроль</b>	(7 хв.)
<b>030 Складання</b>	(12 хв.)
<b>035 Контроль</b>	(7 хв.)
<b>040 Регулювання,налаштування,юстирування</b>	(10 хв.)
<b>045 Випробування</b>	(10 хв.)

При складанні елементів, на одній складальній операції можна виконувати одну або кілька складальних з'єднувальних або налагоджувально-регулювальних робіт. Тому основний час оцінюють як суму часу на виконання цих робіт:

$$T_o = \sum_1^n T_{oi}$$
, де  $n$ - кількість окремих робіт;  $T_{oi}$  - час виконання кожної роботи, хв.

$$T_o = \sum_1^n T_{oi} = 5 + 5 + 10 + 5 + 7 + 12 + 7 + 10 + 10 = 71 \text{ хв.}$$

Допоміжний час операції також є сумою часу на виконання всіх

$$T_d = \sum_1^m T_{Dj}$$

допоміжних робіт і заходів: , де  $m$ - кількість заходів, які не перекриває основний час;  $T_{Dj}$  - час виконання кожного заходу.

$$T_d = \sum_1^m T_{Dj} = 0,5 + 1 + 1 + 1,5 + 1 = 5 \text{ хв}$$

Операційний час (1.10)

$$T_{оп} = T_o + T_d = \sum_1^n T_{oi} + \sum_1^m T_{Dj} = 71 + 5 = 76 \text{ хв.}$$

Операційним називається час, який іде безпосередньо на виконання складальних робіт одного складального елемента. Крім цього часу, до штучного часу операції входить також час на обслуговування складальної операції  $T_{обсл}$  необхідний для того, щоб підтримувати складальне місце і всю застосовувану оснастку, інструмент та апаратуру у належному стані. Час на виконання цих робіт визначають у відсотках від операційного:

$$T_{обсл} = a T_{он} / 100, \quad (1.11)$$

де  $a$ - число відсотків,  $a=6-12\%$ .

До штучного часу входить також час на періодичний відпочинок та задоволення природних потреб робітників:  $T_{відп} = v T_{он} / 100$ , де  $v$  - частка в відсотках від  $T_{оп}$  (залежно від складності складання  $v=4-8\%$ ). Тоді штучний час складальної операції

$$T_{шт} = T_o + T_d + T_{обсл} + T_{відп} = T_{он} (1 + (a+v)/100) \quad (1.12)$$

$$T_{шт} = 76 (1 + (7+5)/100) = 85,12 \text{ хв.}$$

Щоб визначити норму виробітку:

$$N_{вир} = (T_{зм} - T_{пз}) / T_{шт} \quad (1.13)$$

, де  $T_{зм}$  – час робочої зміни,

$T_{пз}$  - підготовчо-заключний час роботи

$$N_{вир} = (480 - 20) / 85,12 = 5 \text{ виробів.}$$

Підготовчо-заключний час роботи виділений робітником на один виріб буде дорівнювати:  $20/5 = 4$  хв, тоді штучно-калькуляційний час буде дорівнювати:

$$T_{штк} = 85,12 + 4 = 89,12 \text{ хв.}$$

Для розрахунку необхідної кількості робітників розділимо кількість деталей на кількість робочих днів помножених на кількість виробів, виготовлених робітником за зміну [6] :

$$N_{роб} = 4488 / (253 * 5) = 3,54 \approx 4$$

Отже необхідна кількість робітників – 4 шт.

## 1.8 Вибір форми складання

На основі заданих умов в п.1.4 можна зробити вибір організаційної форми складання. Виразувавши темп складання і середньо операційний час вибираємо тип виробництва. В даному випадку це дрібносерійне виробництво. Для дрібносерійного виробництва використовується стаціонарна форма складання, яка виконується на одних і тих самих робочих місцях, без часової залежності між ними, а саме, коли процес складання йде зі складу на склад. Стаціонарна форма складання поділяється на концентровану та диференційовану. Вибором форми є порівняння темпу випуску з циклом випуску одного виробу.

Цикл випуску одного виробу [7] : ..... (1.16)

$$f_1 = \frac{T_1}{K};$$

$T_1$  - трудомісткість складання одного виробу, хв;

$K$  - кількість задіяних складальників на складання даного виробу

Цикл випуску одного виробу:

$$f_1 = 89,12 / 4 = 22,28$$

Якщо  $f < t$ , тоді вибираємо концентровану форму складання, яка використовується для дрібносерійного виробництва.

## 1.9 Розрахунок геометричної точності приладу.

Забезпечення розмірної, або геометричної, взаємозамінності – типове завдання при складанні механічних ланцюгів механізмів, яке ґрунтується на розрахунку розмірних ланцюгів.

Розмірним ланцюгом (РЛ) називається сукупність (або скінченна множина) розташованих за замкненим контуром у певній послідовності розмірів, які координують взаємне розміщення поверхонь або осей однієї або кількох деталей.

Основні властивості РЛ:

- має бути завжди замкненим;
- може мати тільки одну замикаючу ланку;
- зміна розміру будь-якої складової ланки РЛ спричинює зміну положення інших ланок і розміру замикаючої ланки.

Вирішити розмірний ланцюг – це означає визначити номінальне значення замикаючої ланки і забезпечити її необхідну точність.[8]

### **Пряме завдання**

У цьому разі відомі допуски на розміри складових ланок

Визначити результуючу точність замикаючої ланки або знайти її допуск.

Існують три методи розв'язання цього завдання.

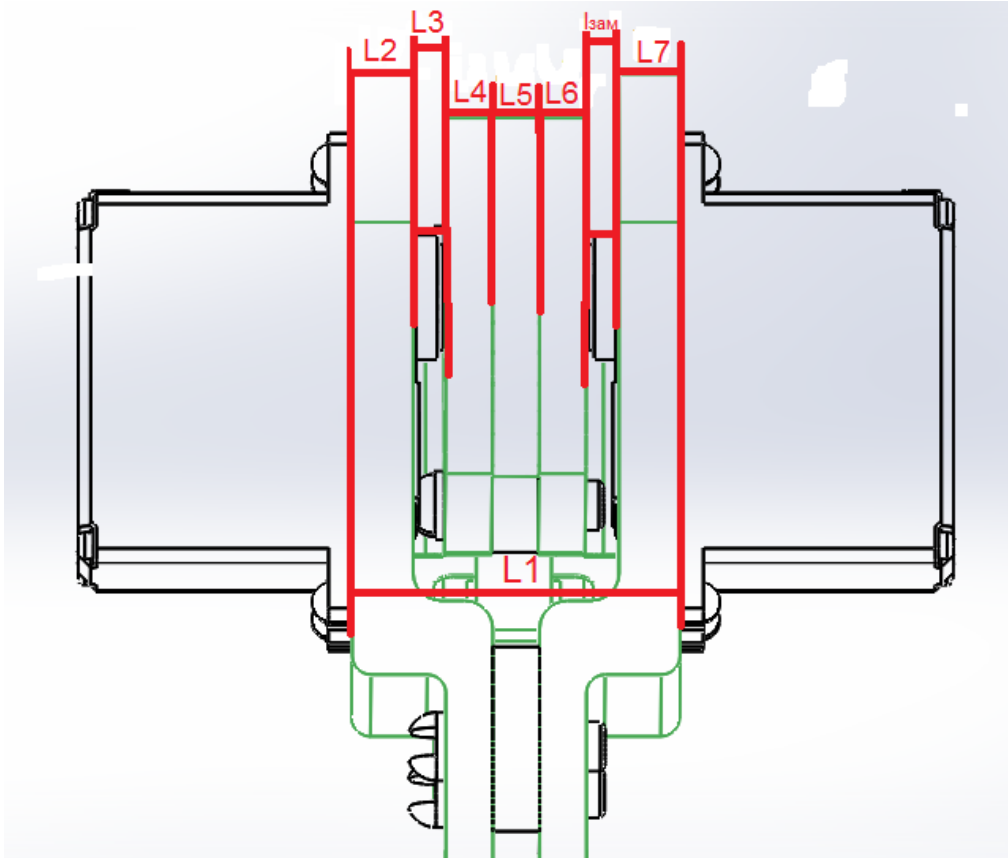


Рис.1.1 Розмірний ланцюг на частині креслення приладу

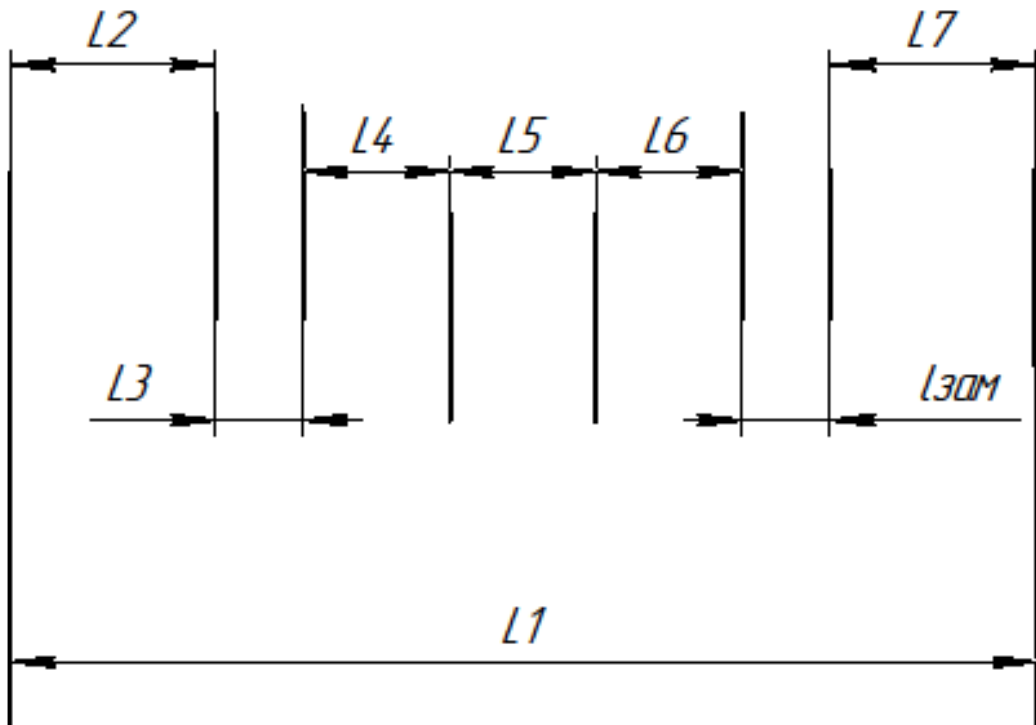


Рис.1.2 Лінійне зображення розмірного ланцюга

Табл.1.5 Тип складових ланок РЛ

Розмір	Номинальне значення	Допуск	Тип
L1	35 мм	0,125 мм	Збільшуюча
L2	6,5 мм	0,03 мм	Зменшуюча
L3	3,5 мм	0,01 мм	Зменшуюча
L4	5 мм	0,02 мм	Зменшуюча
L5	5 мм	0,02 мм	Зменшуюча
L6	5 мм	0,02 мм	Зменшуюча
L7	6,5 мм	0,03 мм	Зменшуюча

$$\text{Номинальне значення } l_{\text{зам}}: A_{\text{зам}} = \sum A_{i36} - \sum A_{i3m} \quad (1.17)$$

$$A_{\text{зам}} = 35 - (6,5 + 3,5 + 5 + 5 + 5 + 6,5) = 3,5 \text{ мм};$$

### 1.9.1. Розрахунок замикаючої ланки координатним методом.

Допуск визначаємо за рівнянням:

$$\delta_{\text{зам}} = \sum_{i=1}^{m-1} |\delta_i| \quad (1.18)$$

як арифметична сума всіх допусків складових ланок. Потрібно визначити його зміщення відносно нульової лінії розміру  $l_{\text{зам}}$ .

Таке зміщення визначається координатами його відхилень: верхнього (ВВ) та нижнього (НВ). Щоб знайти їх, використаємо координати середини меж допусків  $K_i$  усіх ланок розмірного ланцюга.

Координата середини допуску замикаючої ланки визначається як:

$$K_{\text{зам}} = \sum_1^m K_{i36} + \sum_1^q K_{j33} \quad (1.19)$$

Відхилення допуску замикаючої ланки отримують:

$$\begin{aligned} (BB)_{\text{зам}} &= K_{\text{зам}} + 0,5\delta_{\text{зам}} \\ (NB)_{\text{зам}} &= K_{\text{зам}} - 0,5\delta_{\text{зам}} \end{aligned} \quad (1.20)$$

$$\bar{b}_{зам} = 0,125 + (0,03 + 0,01 + 0,02 + 0,02 + 0,02 + 0,03) = 0,25 \text{ мм};$$

$$K_{зам} = A_{зам} = 3,5 \text{ мм};$$

Звідси:

$$(BB)_{зам} = 3,5 + 0,5(0,25) = 3,625 \text{ мм}; \quad (BB)_{зам} = 0,0125 \text{ мм};$$

$$(HB)_{зам} = 3,5 - 0,5(0,25) = 3,375 \text{ мм}; \quad (HB)_{зам} = -0,0125 \text{ мм};$$

$$l_{зам} = 3,5^{+0,125}_{-0,125} \text{ мм};$$

### 1.9.2. Екстремальний метод з урахуванням номіналів.

На виробництві він називається методом “максимуму-мінімуму”. Спочатку визначається розмір замикаючої ланки за виразом (3.1)

Максимальне та мінімальне значення замикаючої ланки:

$$l_{зам}^{max} = \sum_1^n l_{i зб}^{max} - \sum_1^q l_{i зм}^{min} \quad (1.21)$$

$$l_{зам}^{min} = \sum_1^n l_{i зб}^{min} - \sum_1^q l_{i зм}^{max}$$

де суми максимальних і мінімальних величин ланок, які збільшують і зменшують, беруть з урахуванням їх номінального значення.

Верхнє та нижнє відхилення допуску замикаючої ланки:

$$(BB)_{зам} = l_{зам}^{max} - l_{зам}$$

$$(HB)_{зам} = l_{зам}^{min} - l_{зам} \quad (1.22)$$

Звідси:

$$l_{зам} = 3,5 \text{ мм};$$

$$l_{\text{зам}}^{\text{max}} = 35,12 - (6,5 + 3,5 + 5 + 5 + 5 + 6,5) = 3,625 \text{ мм};$$

$$l_{\text{зам}}^{\text{min}} = 35 - 31,625 = 3,375 \text{ мм};$$

$$(BB)_{\text{зам}} = 3,625 - 3,5 = +0,125 \text{ мм};$$

$$(HB)_{\text{зам}} = 3,375 - 3,5 = -0,125 \text{ мм};$$

$$l_{\text{зам}} = 3,5_{-0,125}^{+0,125} \text{ мм};$$

### 1.9.3. Екстремальний безномінальний метод.

Цей метод найпростіший і рекомендується виробництву. У разі застосування методу визначають:

$$\begin{aligned} (BB)_{\text{зам}} &= \sum_1^n (BB_i)_{\text{зб}} - \sum_1^q (HB_i)_{\text{зм}} \\ (HB)_{\text{зам}} &= \sum_1^n (HB_i)_{\text{зб}} - \sum_1^q (BB_i)_{\text{зм}} \end{aligned} \quad (1.23)$$

де  $(BB)$  і  $(HB)$  – верхнє і нижнє відхилення допусків складових ланок, які взято зі своїми знаками.

Очевидно, що даний метод самий зручний і простий у застосуванні.

Визначаємо:

$$(BB)_{\text{зам}} = 0,125 - 0 = 0,125 \text{ мм};$$

$$(HB)_{\text{зам}} = 0 - 0,125 = -0,125 \text{ мм};$$

$$l_{\text{зам}} = l_{\text{зам}} = 3,5_{-0,125}^{+0,125} \text{ мм};$$

Отже, ми бачимо, що результат  $l_{\text{зам}}$ , отриманий екстремальним безномінальним та екстремальним з урахуванням номіналів методами зійшлися, тому задача вирішена вірно.

# Конструкторський розділ

## 2.1 Вибір обладнання та оснащення

Вибір технологічного обладнання повинен базуватись на аналізі витрат на реалізацію технологічного процесу в межах життєвого циклу виробів при заданій їх якості. Результати аналізу подають відношенням: основних часів, штучних часів, приведених затрат при виконанні робіт на різних верстатах..

*Робоче місце* — це частина виробничого простору одного або групи працівників, оснащена основним і допоміжним технологічним обладнанням, інвентарем, інструментом, робочими меблями, необхідними для виробництва певного виду робіт. В середині робочого місця виділяють робочу зону - частину простору, в межах якого здійснюються трудові дії працівника. Вимоги до організації робочого місця розробляються такою галуззю науки, як ергономіка. Основними завданнями останньої є вивчення функціональних можливостей людини в трудових процесах і розробка рекомендацій щодо створення оптимальних умов праці. [9].

Для складання “Механічної руки” необхідно таке обладнання:

1. Конвеєрна лінія;
2. Пристосування для загвинчування;
3. Стіл контролера;
4. Стелаж для зберігання готової продукції;
5. Стелаж для зберігання складальних одиниць та деталей між операціями;
6. Стелаж для зберігання обладнання та інструментів;
7. Набір гайкових ключів ГОСТ 2839-80;
8. Молоток ГОСТ 2310-77

При необхідності можливе використання іншого підручного слюсарного інструменту.

## 2.2 Контрольне пристосування для вимірювання сили затиску клешні

### 2.2.1 Опис контрольного пристрою вимірювання сили затиску об'єктів механічною рукою

Контрольне пристосування використовується для вимірювання сили затиску клешні механічної руки та представлено на кресленні ДПБР.ПБ5105.1702.006 (Додаток Г).

Воно складається з плити (2), на якій закріплюється механічна рука; чотирьох ніжок (1), на яких розміщується плита; тензодатчика Zemic H3-C3-25kg-3В (5), для вимірювання сили затиску клешні, у вигляді цифрового сигналу, який посилюється підсилювачем (7) та перетворюється аналогово-цифровим перетворювачем (8) в цифровий сигнал, з яким вже можна працювати на комп'ютері (9). Сам тензодатчик встановлюється на плиті (2) й притискається спеціальною планкою (4).

Перед початком процедури вимірювання, контролюючу механічну руку розмістити на плиті, встановивши основу механічної руки на три штифти контрольного пристосування. З'єднати тензодатчик, підсилювач, аналого-цифровий перетворювач та комп'ютер дротами. Підключити комп'ютер до мережі та відкрити програму для обробки цифрового сигналу від АЦП.

### 2.2.2 Принцип роботи контрольного пристосування

Початок роботи пристрою починається розімкнення клешні механічної руки, та підведення її до тензодатчика. Обхопивши тензодатчик з двох сторін, клешні механічної руки повинні стиснути краї тензодатчику, після чого й утвориться сигнал, який проходячи через підсилювач та АЦП, оператор бачить на екрані комп'ютера.

Спочатку проводиться тестовий замір для перевірки системи на працездатність, при отриманні помилки потрібно перевірити підключення всіх елементів системи та налаштування комп'ютера. Проводиться 5 основних замірів, з результатів яких отримуємо середнє значення сили затиску клешні.

Після виконання контрольного випробування, відвести клешню від тензодатчика у вільне положення та закрити її.

Якщо випробування виявилось неуспішним, знайти, по можливості, причину (місця неправильного з'єднання) та відправити на перескладання.

### 2.2.3 Опис та характеристика тензодатчика Zemic H3-C3-25kg



Рис.2.1. Загальний вигляд тензометричного датчику S - подібного типу Zemic H3-C3-25kg-3B [10]

Для контролю сили затиску використано S - подібний тип тензометричного датчику Zemic H3-C3-25kg-3B . Вибір зумовлений наступними міркуваннями. Високі метрологічні характеристики цього типу датчика знаходить широке застосування в багатьох промислових системах ваговимірювання. Корпус тензометричного датчику Zemic H3-C3-25kg-3B виконано зі сталі з нікелевим покриттям, клас захисту тензодатчика IP67.

Датчик додатково може комплектуватися шарнірними підвісами, що забезпечують захист від "зламів" і дозволяють істотно зменшити час установки.

Табл.2.1. Характеристики датчика Zemic H3-C3-25kg-3B [10]

Характеристика	Значення
Робоче навантаження	25 кг.
Загальна помилка	$\leq \pm 0.020\%$ FS.
Повзучість	$\leq \pm 0.016\%$ FS / 30min.
Вхідний опір	$350 \pm 3.5 \Omega$ .
Вихідний опір	$351 \pm 2.0 \Omega$ .
Робочий діапазон температур	$-35^\circ \text{C} - +65^\circ \text{C}$ .
Граничне навантаження	150% FS.
Руйнівне навантаження	300% FS.
Клас захисту по EN 60 529	IP67

## 2.3 Контрольне пристосування для вимірювання кута повороту механізму.

### 2.3.1 Опис контрольного пристосування для вимірювання кута повороту механічної руки навколо осі.

Контрольне пристосування призначене для вимірювання кута повороту механічної руки навколо осі та представлено на кресленні ДПБР.ПБ5105.1702.007 (Додаток Г).

Пристосування складається з плити (2), на якій закріплюється частина механічної руки; чотирьох ніжок (1), на яких розміщується плита (2); чотирьох стійок (3), на які встановлюється плита (4) для закріплення енкодера (7), який закріплюється трьома гвинтами(8) з нижньої частини плити. Вал енкодера встановлюється в спеціальний гвинт(6), який закріплюється на кришці за допомогою гайки (5). Сам датчик кута повороту підключається до

контролера(13), який в свою чергу рахує електронні імпульси від енкодера. Контролер під'єднується до комп'ютера (11), на екран (12) якого й виводяться дані про кут повороту на валу енкодера.

Перед початком процедури вимірювання, контролюючу частину механічної руки розмістити на плиті й встановити на три штифти контрольного пристосування. З'єднати енкодер, контролер та комп'ютер дротами. Підключити комп'ютер до мережі та відкрити програму для обробки цифрового сигналу контролера.

### **2.3.2 Принцип роботи контрольного пристосування**

Початок контрольного випробування починається з подачі напруги на двигун, на валу якого розміщується шестерня. Шестерня в свою чергу почне обертати кришку механічної руки з внутрішньої сторони, утворивши зубчасту передачу. Спеціальний гвинт, на який вставлено вал енкодера обертається разом з кришкою, в результаті чого обертається і вал енкодера. Утворені імпульси від енкодера передаються на контролер, який їх підраховує. В залежності від того скільки імпульсів прийшло на контролер, визначається на який кут повернувся вал енкодера, знаючи кількість імпульсів яка повинна прийти за повний оберт. Потім дані з контролера передаються до комп'ютера й виводяться на екрані комп'ютера для подальшої його обробки.

Отримані результати порівняти з вхідним кутом повороту. Порівнявши ці два значення можна зробити висновки чи на заданий кут повертається механічна рука навколо осі чи ні.

Якщо випробування виявилось неуспішним, знайти, по можливості, причину (перевірити встановлення кришки на основі та зачеплення в зубчатій передачі) та відправити на перескладання.

### 2.3.3 Опис та характеристика енкодера *OMRON E6B2-CWZ1X*



Рис.2.2 Загальний вигляд енкодера OMRON E6B2-CWZ1X [11]

Енкодер OMRON E6B2-CWZ1X відноситься до інкрементальних енкодерів та призначений для вимірювання кута повороту. Корпус виконано з ABS пластику, фланець алюмінієвий, вісь виготовлена зі сталі SUS420J2. Зазвичай постачається в комплекті з інструкцією, гнучкою муфтою(пластик) та ключем для муфти(шестигранний ключ).

Табл.2.2. Характеристики датчика OMRON E6B2-CWZ1X [11]

Характкристика	Значення
Тип	Інкрементальний
Напруга живлення	5...24В
Струм споживання	80 мА
Пусковий струм	9А (0.3мс)
Вихід	диференціальний
Клас захисту	IP50
Характеристики датчиків	Вісь 6мм
Робоча температура	-10...70°C
Максимальна частота обертання	6000 об/хв
Напрацювання на знос	100 млн. об.

## 2.4 Пристосування для загвинчування кріпильних елементів.

### 2.4.1 Опис пристрою для загвинчування кріпильних елементів.

Дане пристосування використовується для з'єднання деталей такими елементами як гвинт та представлено на кресленні ДПБР.ПБ5105.1702.008 (Додаток Г).

Двигун (16) який розміщується в основі (18) пристосування за допомогою шестерні (15) обертає кришку(14) приладу, що дає змогу здійснювати рух навколо осі. Сім сервоприводів (20, 22), які розміщуються на кожному лікті даного пристосування дають змогу здійснювати рух у будь-яку сторону в просторі, попередньо підключивши їх до плати (19). До плати також під'єднуємо потенціометри, щоб була змога керувати сервоприводами марок SG995 (22) та SG90 (20), та блок живлення, який і буде забезпечувати напругою дане пристосування. Через плату здійснюється й налаштування кожного сервопривода, попередньо підключивши її до комп'ютера. За допомогою сервопривода, до якого під'єднується блок загвинчування, маємо можливість обертати біту (1), таким чином з'єднати деталі кріпильним елементом. Параметри робочої зони: 450x500мм.

Перед початком роботи, розмістити пристосування на столі й встановити на три штифти. Підключити його до пульта керування та напруги, щоб оператор мав змогу керувати ним.

### 2.4.2 Принцип роботи контрольного пристосування

Дане розроблене пристосування встановлюється на робочому столі вздовж конвеєрної лінії. За допомогою пульта керування оператор використовує дане пристосування для загвинчування кріпильних елементів. Спочатку воно опускається до елемента, який потрібно загвинтити, і потім оператор, подавши оберти на сервопривід загвинчувального блоку, з'єднує між собою. Дане пристосування призначене для різних видів та форм кріпильних елементів. При необхідності біту для загвинчування можна легко замінити на іншу.

### 2.4.3 Опис та характеристика сервопривода SG90



Рис.2.3. Загальний вигляд сервоприводу SG90 [12]

Сервопривід SG90 - це мотор-редуктор, здатний повертати вихідний вал в задане положення (на заданий кут) і утримувати його в цьому положенні, всупереч опорам і збурень. Потрібно це в першу чергу моделістам, для управління положеннями різних закріпків, рулів і вертолітних лопатей.

Табл.2.3. Характеристики сервоприводу SG90 [12]

Характеристика	Значення
Швидкість без навантаження	0.12 сек / 60 град.
Крутний момент	2 кг / см
Температурний діапазон	0...50°C
Ширина мертвої зони	4 мікросекунди
Робоча напруга живлення	3.5-5 В
Споживаний струм в русі	50-80 мА
Споживаний струм в утриманні	5-10 мА
Кут повороту	180°
Розміри	3.3 см x 3 см x 1.3 см
Вага	9г

#### 2.4.4 Опис та характеристика сервопривода SG995



Рис.2.4. Загальний вигляд сервоприводу SG995 [12]

Сервопривід MG995 - один з популярних сервоприводів. Керування на аналоговій мікросхемі (як правило КС2462 або АА51880), за рахунок чого вдалося істотно знизити ціну. Потужний серво-мотор з металевим приводом. Крутний момент до 10 кг / см (при напрузі живлення 6В).

Табл.2.4. Характеристики сервоприводу SG995 [12]

Характеристика	Значення
Швидкість без навантаження	0.13 сек/60 градусів
Привід	металевий
Температурний діапазон	0...55°C
Пусковий момент	8.5 кг/см при 4.8В
Робоча напруга	4.8 - 7.2 В
Ширина мертвої зони	5 мілісекунд
Кут повороту	160°
Розміри	40.7 x 19.7 x43 мм
Вага	55г

## 2.5 Проектування дільниці цеху складання «Механічної руки»

### 2.5.1 Опис дільниці цеху

Планування спроектованої дільниці цеху складання «Механічної руки» представлено на кресленні ДПБР.ПБ5105.1702.008.(Додаток Е)

Вона містить 4 різні робочі місця для складання виробу, склад великогабаритних деталей, склад малогабаритних деталей, дільницю контролю кута повороту механічної руки навколо осі, дільницю для контролю сили затиску клешні та склад готових виробів.

На дільниці складання виробів призначене місце для працівника, столу ВТК, стелажа інструментів, стелажа складальних одиниць та місця для вагонетки.

### 2.5.2 Площа виробничих приміщень

Площа цеху за своїм призначенням підрозділяється на виробничу, допоміжну і службово-побутову.

До виробничої площі  $S^{BP}$  відноситься територія цеху, зайнята: виробничим устаткуванням; робочими місцями; транспортним обладнанням - конвеєрами, рольгангами, транспортерами та інше; заготовками, деталями і вузлами на робочих місцях і в обладнанні; робочими місцями майстрів, контролерів; дільницями консервації та пакування деталей; проходами і проїздами між рядами виробничого обладнання за винятком магістральних транспортних проїздів.

До допоміжної площі  $S^{ДОП}$  відноситься територія цеху, зайнята допоміжними відділеннями, а також магістральними і пожежними проїздами, які обслуговують кілька цехів або ділянок, розташованих в одному корпусі.

У розрахунках, виконуваних у процесі проектування цеху, враховується тільки виробнича і допоміжна площа. Сума виробничої і допоміжної площі називається загальною технологічною площею цеху  $S^Ц = S^{BP} + S^{ДОП}$ . Площа службово-побутових приміщень  $S^{С.П}$  враховується в будівельній частині проекту.

Точне значення площі визначається шляхом розміщення всього обладнання, робочих місць та інших пристроїв на плані цеху або корпусу з

урахуванням установлених норм розривів між устаткуванням і ширини проходів і проїздів.

Для визначення необхідної площі ділянки цеху необхідно розрахувати:

$$S^{BP} = \sum_{i=1}^N S_{\text{ПІТ}}^{BP},$$

де  $S_{\text{ПІТ}}^{BP}$  – питома виробнича площа на  $i$ -у одиницю робочого місця,

$N$  - кількість робочих місць на ділянці цеху.

Так як для складання середньогабаритних виробів площа, яка виділяється для складальника дорівнює  $10 \div 14 \text{ м}^2$  то

$$S^{BP} = \sum_{i=1}^4 10 = 40 \text{ м}^2;$$

Площа приміщень для контролю варіюється розміщенням в ній обладнанням і дорівнює  $10 \text{ м}^2$  для перевірки кута повороту та сили затиску клешні.

$S_{\text{КОНТР}}$  - загальна площа контрольного відділення. Площу контрольного приміщення приймаємо рівною  $8 \text{ м}^2$ . Місця контрольного приміщення обладнано стелажми для допоміжних інструментів, стелажми для перевірених і неперевірених виробів.

$S_{\text{СКЛ}}$  - загальна площа цехових складів заготовок, деталей, формувальних матеріалів, шихти, напівфабрикатів. Площа складського приміщення залежить від кількості і габариту виробів, які зберігаються [13].

## Загальні висновки по проекту

Під час виконання даного дипломного проекту було розглянуто пристрій «Механічна рука». Даний пристрій призначено для переміщення деталей невеликих розмірів та ваги.

Даний дипломний проект складається з двох розділів: технологічного та конструкторського. В першій частині було розглянуто будову механічної руки, принцип її роботи та основні характеристики. Виконано розрахунки на технологічність, в результаті якого отримали комплексний показник технологічності 0,5577 – технологічність добра. Були досліджені й інші виробничі показники, такі як програма випуску й форма складання, відповідно до яких отримали тип виробництва – середньо серійне, а форму складання – стаціонарно концентровану. Розроблено структурну та технологічну схеми складання виробу, в яких описано процес складання від комплектування деталей до готового виробу. Було розроблено також маршрутну та операційну карти складання. Також проведено розрахунки геометричної точності приладу, а саме визначали допуски замикаючої ланки трьома способами.

В конструкторській частині розроблено три пристосування. Два пристосування для контролю, та одне пристосування для загвинчування. Перше контрольне пристосування призначене для вимірювання кута повороту механізму, згідно із вхідним кутом повороту. Для цього дослідження був використаний датчик кута повороту – енкодера OMRON E6B2-CWZ1X. Друге контрольне пристосування призначене для вимірювання сили затиску клешні механічної руки, за допомогою тензодатчика Zemic H3-C3-25kg.

На підставі всіх проведених розрахунків в дипломному проекті спроектовано ділянку цеху для складання механічної руки, розраховано всі необхідні параметри та накреслено план ділянки цеху, який повністю відповідає розробленому маршруту складання виробу.

Також виконано розробку деталювання спроектованих пристосувань, яке складається з 4 деталей при заповненні формату A1.

## Список використаних джерел

1. Румбешта В. О. Технологія складання, регулювання та випробування приладів / В. О. Румбешта. – Київ, 2013. – 360 с.
2. Стельмах Н. В. Формування моделі опису структури складального виробу в приладобудуванні / Н. В. Стельмах. // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2013. – №1. – С. 106–110.
3. Яновский Г. А. Методика обработки конструкций на технологичность и оценки уровня технологичности изделий машиностроения и приборостроения [Текст] / Г. А. Яновский, С. И. Генкин. – Москва: Гос. ком. стандартов Совета Министров СССР. Всесоюз. науч.-исслед. ин-т по нормализации в машиностроении "ВНИИНмаш", 1973. – 102 с.
4. Пашков, Є.В. Транспортно-нагромаджувальні і завантажувальні системи в складальному виробництві. Загальна частина [Текст]: навч. посіб. / Є. В. Пашков, В. Я. Копп, А. Г. Карлов. – К.: НМК ВО, , 1992. – 520с.
5. Самчинська С. С. Електронний навчальний посібник з дисципліни: "Організація виробництва" / С. С. Самчинська. – Ковель, 2010.
6. Буловский П.И. Основы сборки приборов. - М.: Машстр., 1970, - 200с.
7. Штефан Є.В, Литвиненко О.А. Технологічні основи машинобудування : Конспект лекцій для студ. за напрямами підготовки 6.050502 «Інженерна механіка», 6.050503 «Машинобудування» денної та заочної форм навч. – К.: НУХТ, 2013. – 176 с.
8. Румбешта В.А. Основы технології складання приладів. - К. : ІДСО, 1993.- 303 с
9. Остафьев В.А., Румбешта В.А., и др. Основы технологической подготовки производства. - Киев : Вища школа, 1977. –
10. Сайт «Unipro» / Компанія Unipro промислові технології – Комплексна автоматизація виробництва. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://nordicasterling.com.ua/realzovan-proekti/robotizaczuya-zvaryvannya/zvaryvannya-ventilyatorv.html>

11. Сайт «Hi-ip» / Інтернет магазин електронних пристроїв – Автоматика та пристрої. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://hi-ip.com/industrial-automation/sensors/encoders/inkrementalni-jenkoder-omron-e6b2-cwz1x-1000-pr.html>

12. Сайт «Arduino» / Інтернет магазин мікросхем та контролерів – Плати, сервоприводи, реле. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://arduino.ua/prod416-servoprivod-sg90-2kg>

13. Гаврилов А.Н. Основы технологии приборостроения. М.: Высш. школа, 1976.-328 с.

# Додаток А

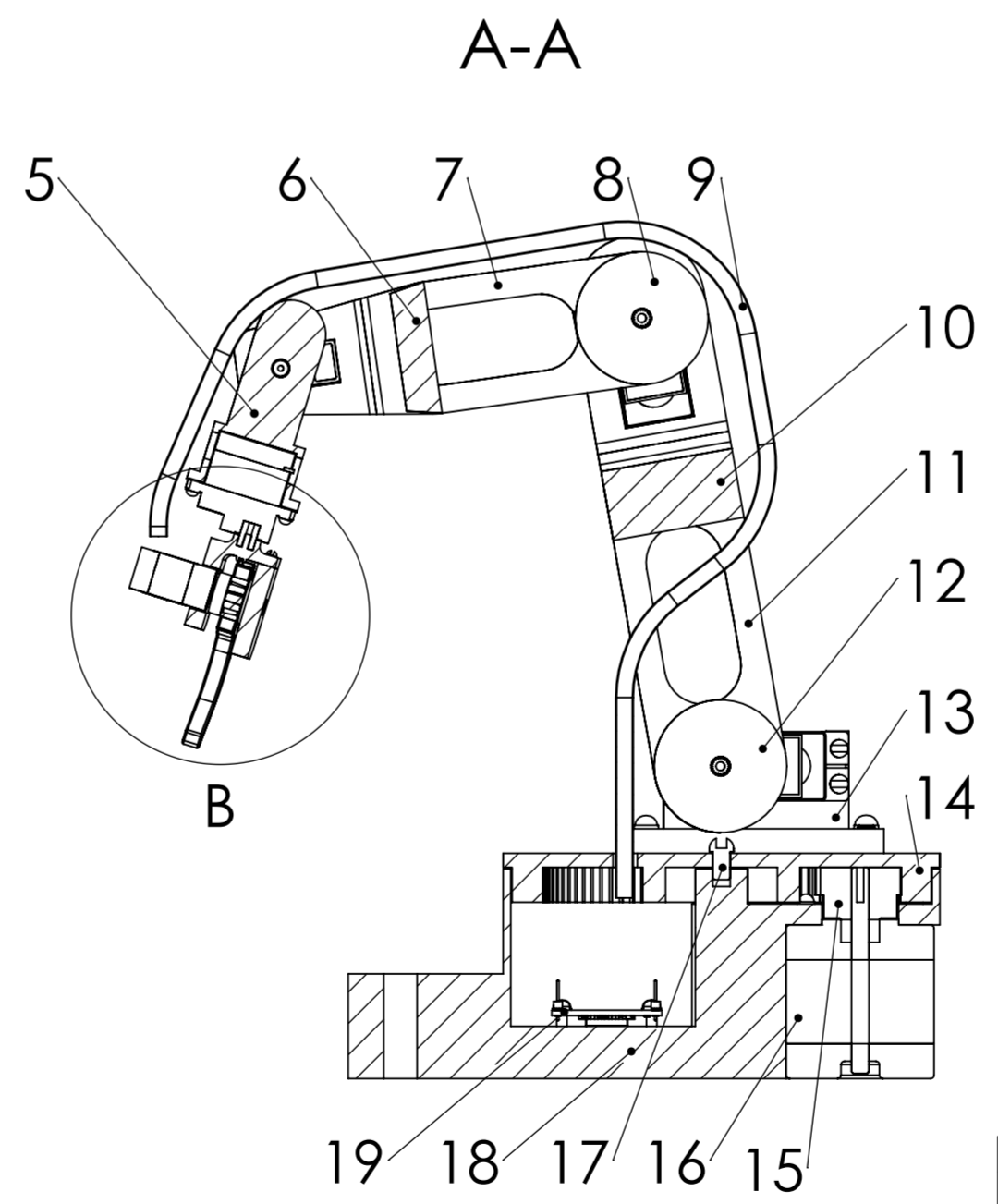
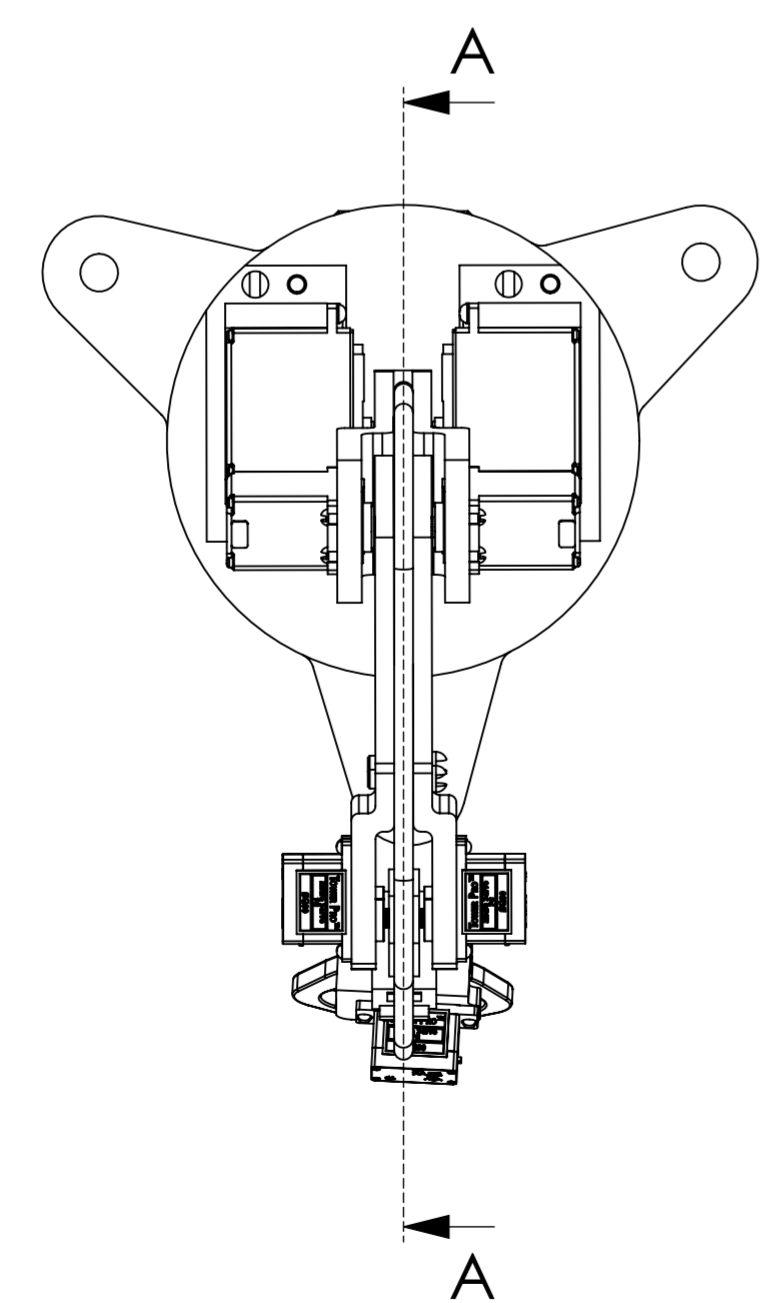
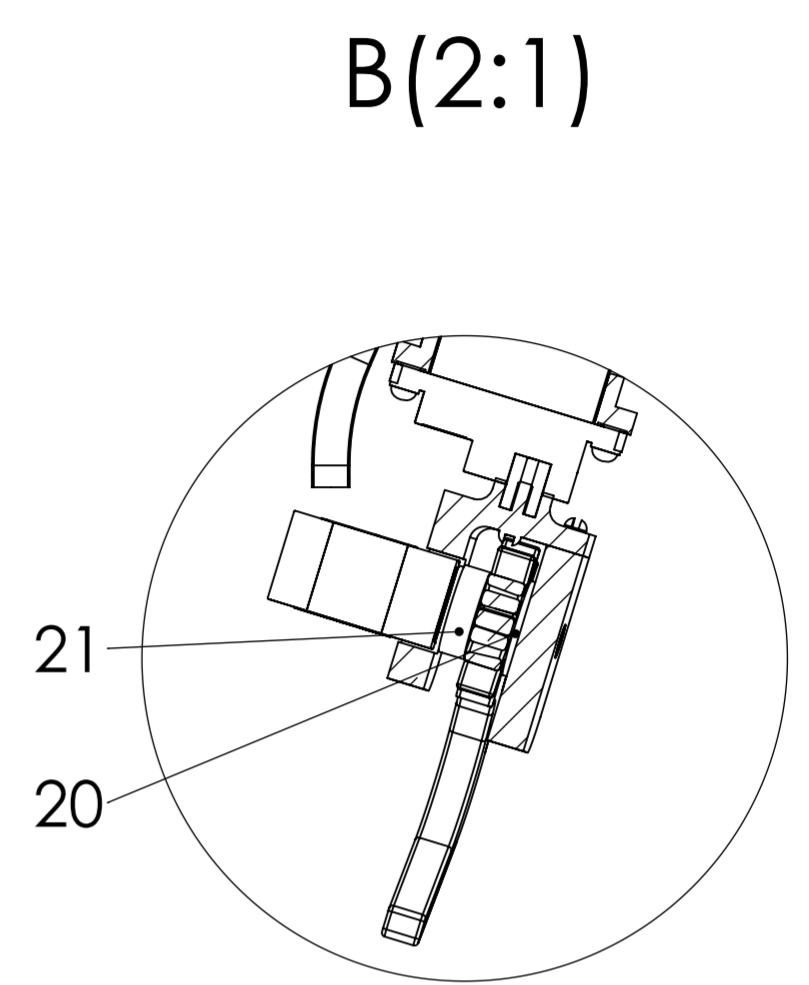
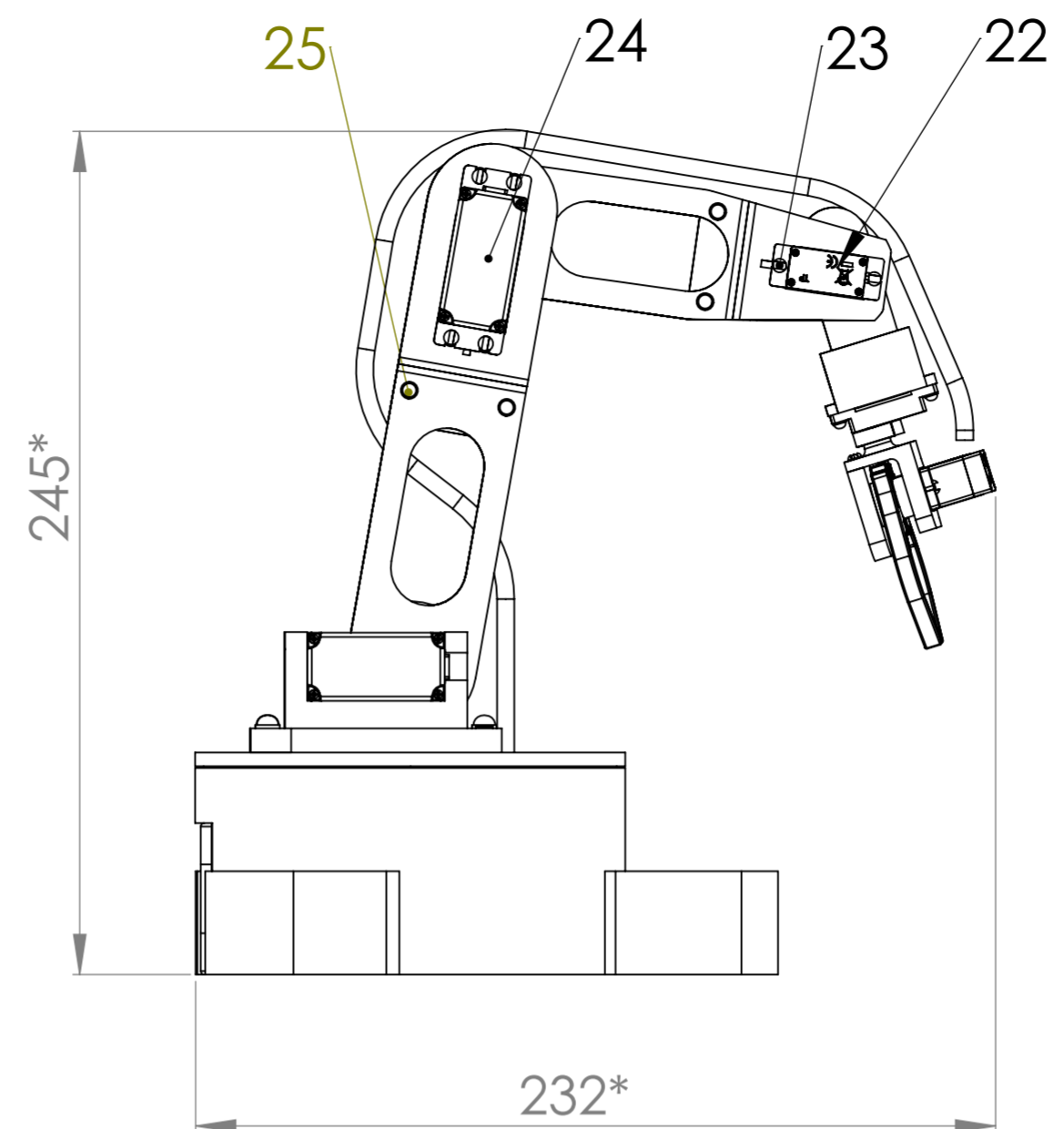
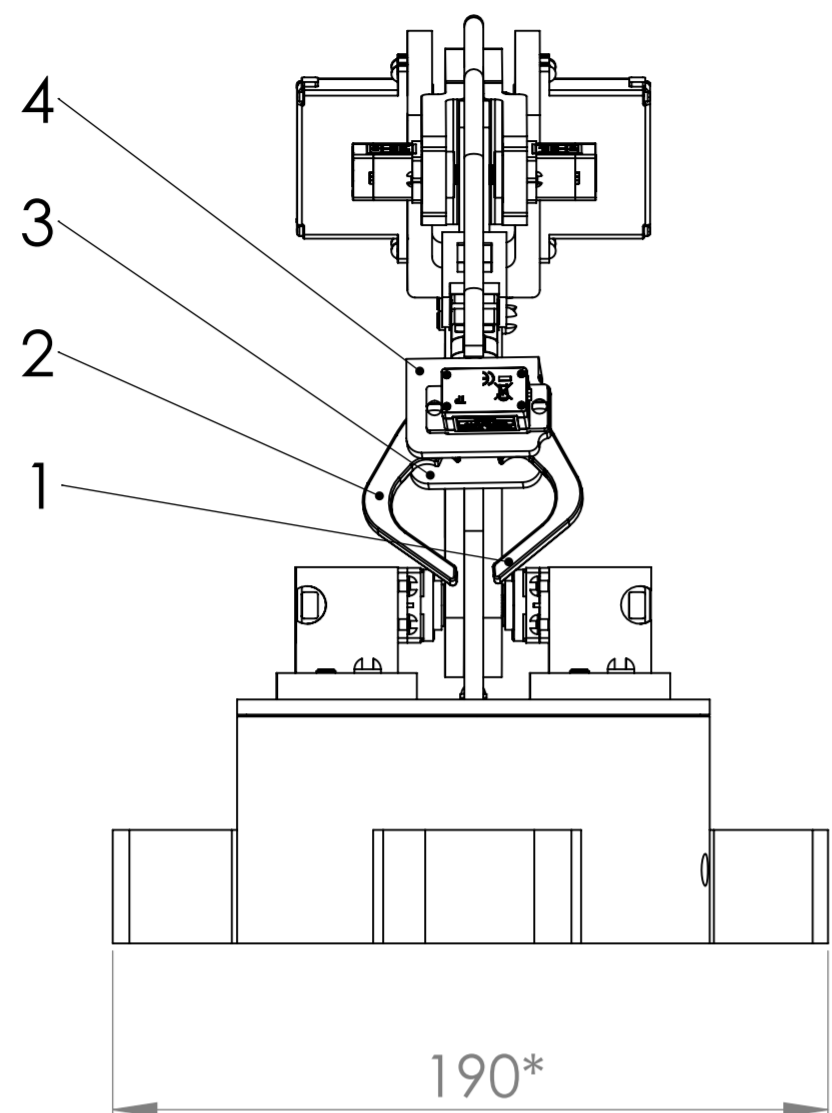
# Додаток Б

# Додаток В

# Додаток Г

# Додаток Д

# Додаток Е



1. \*Розміри для довідок.
2. Параметри робочої зони 450x500мм.
3. Напряга на сервоприводі SG90 3.5-5В, на сервопривод SG995 4.8-7.2В
4. Рухомі частини змастити мастилом EXUSTAR E-G02.
5. Маркувати в місці маркування.
6. Не розкручувати сервориводи без навантаження більш ніж 0,13сек/60градус.
7. Максимальна вантажопідємність 0,3 кг.

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

				ДПБР.ПБ5103.1702.001СК		
Механічна рука				Лит.	Масса	Масштаб
						1:2
				Лист 1	Листов 1	
				ПБФ, ПБ-51		
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.	Голодний О.С.					
Пров.	Барандич К.С.					
Т. контр.						
Н. контр.						
Утв.	Баранди К.С.					











Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №						<u>Документація</u>			
					ДПБР.ПБ5103.1702.001СК	Складальне креслення	1		
						<u>Складальні одиниці</u>			
					ДПБР.ПБ5103.1702.001.01	Стійка в складі	1		
					ДПБР.ПБ5103.1702.001.02	Великий ричаг в складі	1		
					ДПБР.ПБ5103.1702.001.03	Малий ричаг в складі	1		
					ДПБР.ПБ5103.1702.001.04	Плече в складі	1		
						<u>Деталі</u>			
				8	ДПБР.ПБ5103.1702.001.001	Прокладка	1		
				12	ДПБР.ПБ5103.1702.001.002	Прокалка	1		
		14	ДПБР.ПБ5103.1702.001.003	Кришка	1				
		16	ДПБР.ПБ5103.1702.001.004	Двигун	1				
		17	ДПБР.ПБ5103.1702.001.005	Гвинт спеціальний	1				
		18	ДПБР.ПБ5103.1702.001.006	Основа	1				
		19	ДПБР.ПБ5103.1702.001.007	Плата	1				
				<u>Стандартні вироби</u>					
		15		Шестерня ГОСТ 16531-83	1				
		21		Штифт ГОСТ 3128-70	4				
		22		Сервопривод MG90	2				
					<b>ДПБР.ПБ5103.1702.001СП</b>				
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
	Разраб.		Голодний О.С.			Лит.	Лист	Листов	
	Пров.		Барандич К.С.				1	2	
	Н.контр.					<b>Механічна рука</b>			
	Утв.		Барандич К.С.						<b>ПБФ, 4 курс</b>



Справ. №

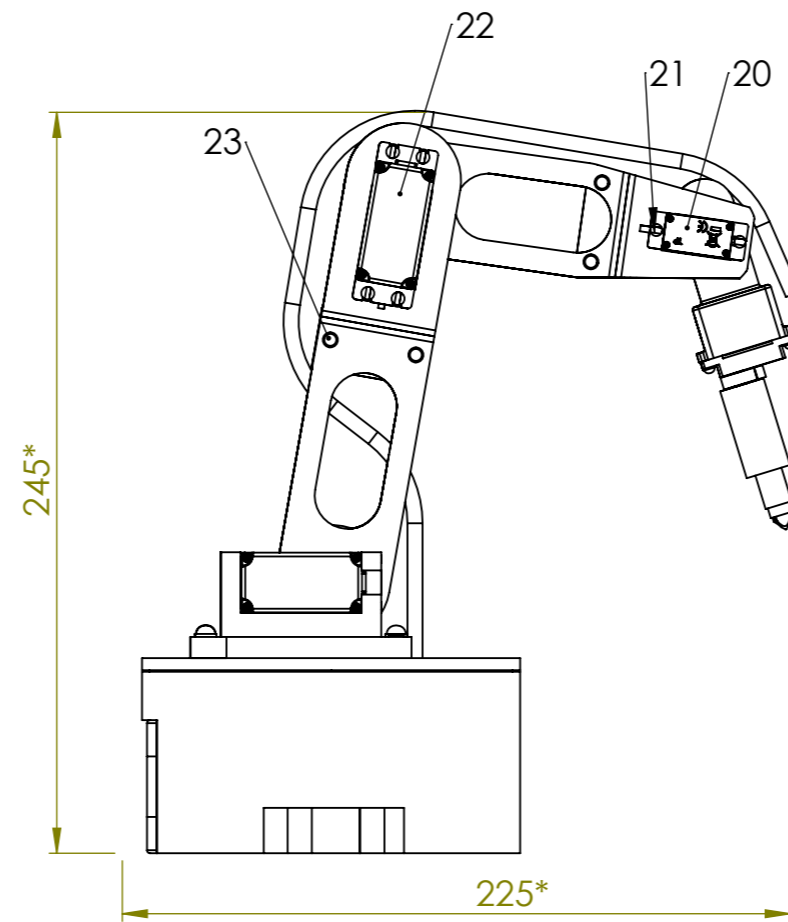
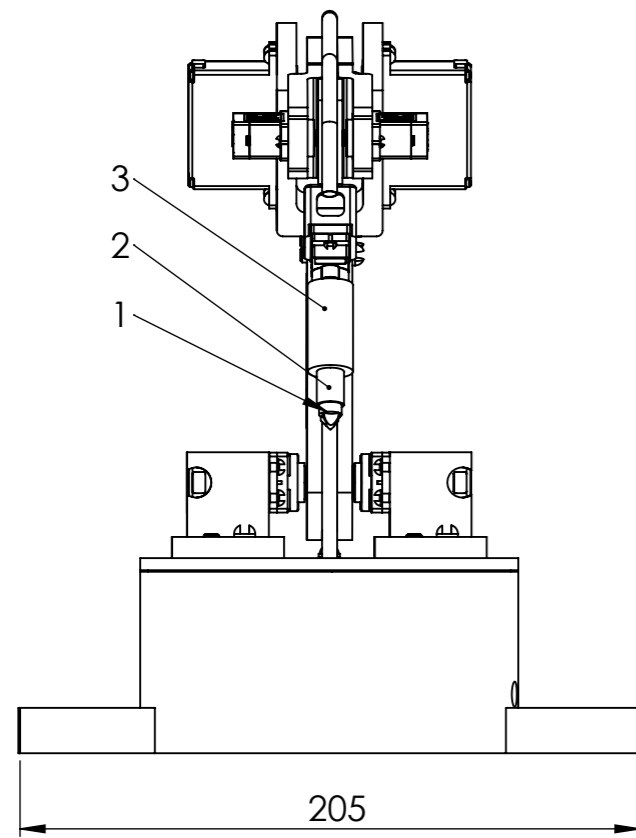
Подп. и дата

Инв. № дубл.

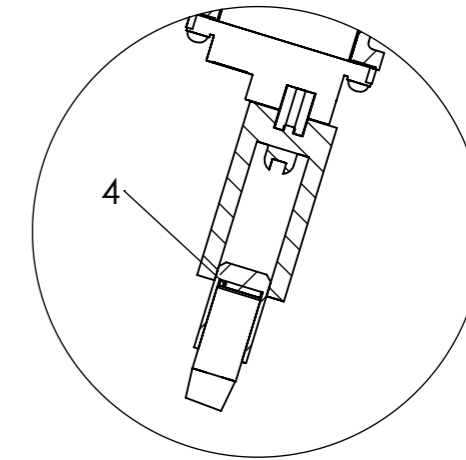
Взам. инв. №

Подп. и дата

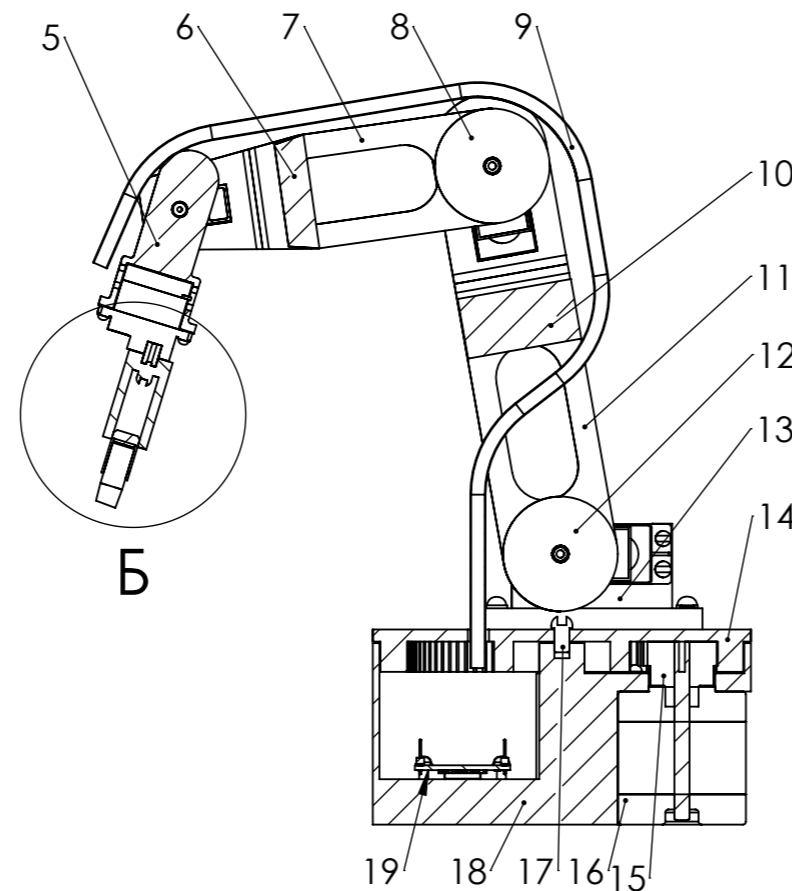
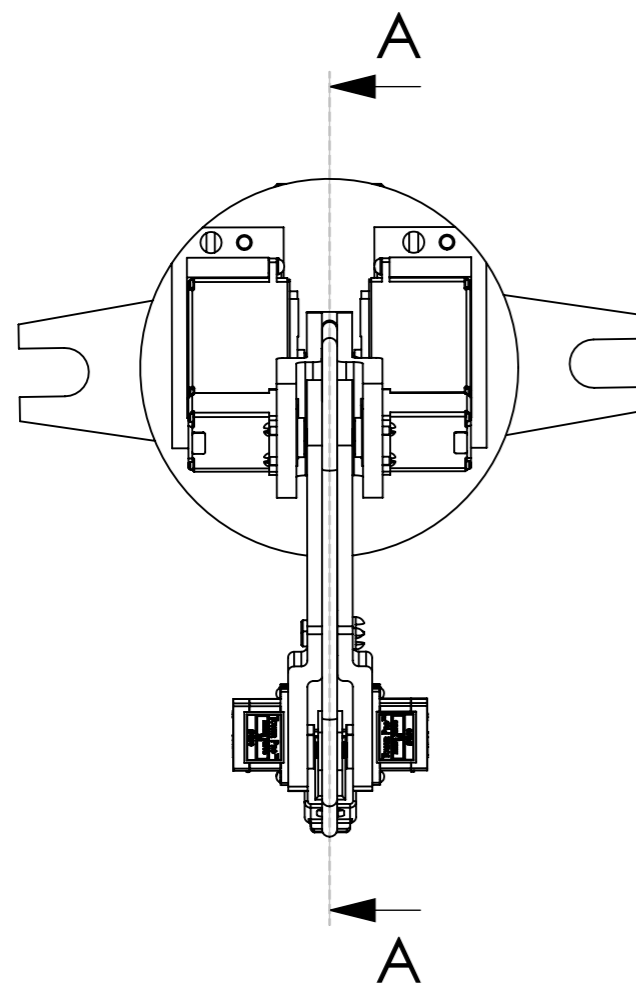
Инв. № подл.



Б 2:1



A-A



\*Розміри для довідок.

1. Параметри робочо зони 450x500мм.
2. Напряга на сервоприводі SG90 3.5-5В, на сервопривод SG995 4.8-7.2В
3. Рухомі частини змастити мастилом EXUSTAR E-G02.
4. Маркувати в місці маркування.
5. Не розкручувати сервориводи без навантаження більш ніж 0,13сек/60градус.
6. Максимальна швидкість обертання біти 183об/хв

				ДПБР.ПБ5103.1702.007СК				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Пристосування для загвинчування	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Голодний О.С.							1:2.5
Пров.	Барандич К.С.					Лист 1	Листов 1	
Т. контр.						ПБФ, ПБ-51		
Н. контр.								
Утв.	Барандич К.С.							



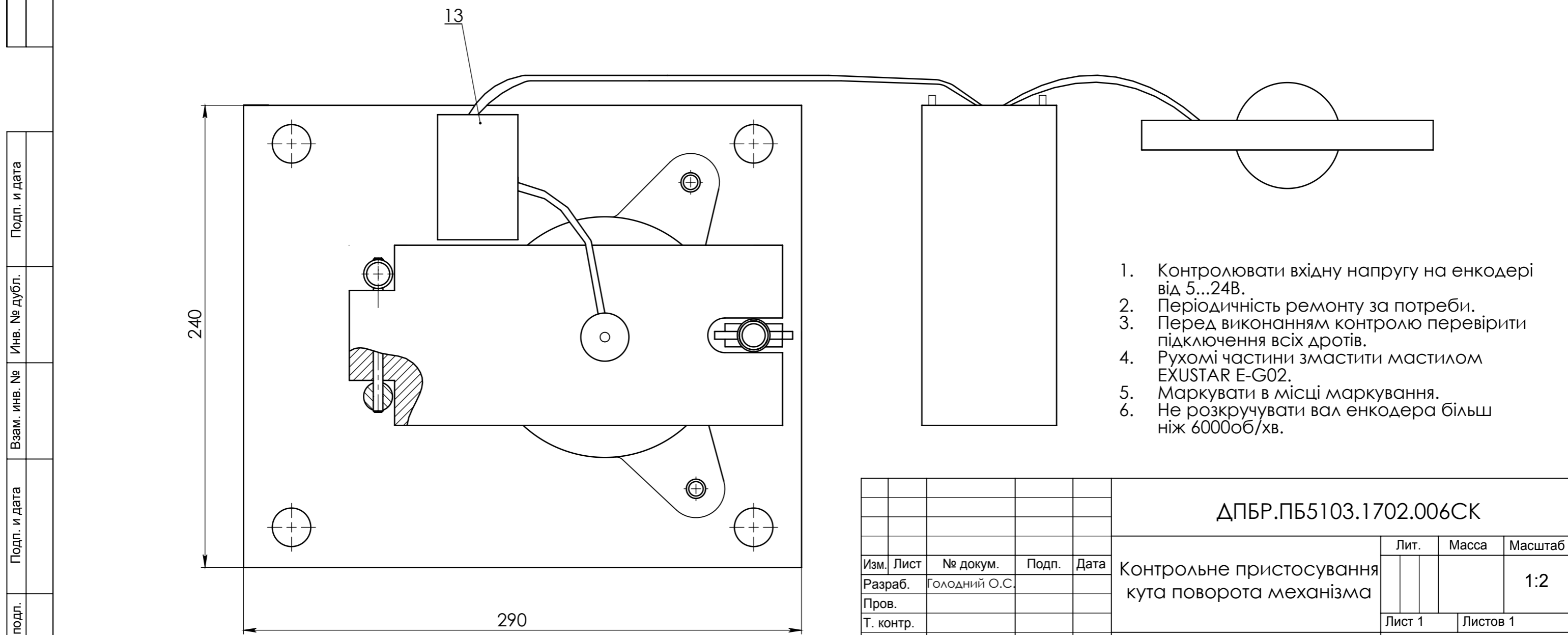
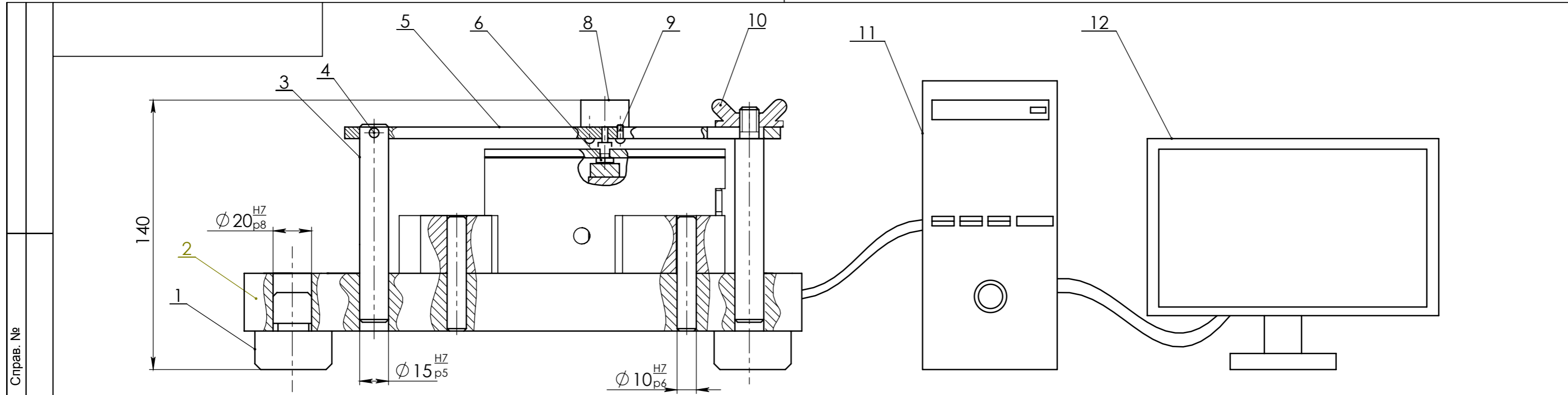




Формат		Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.					<u>Документація</u>		
Справ. №		АО		ДПБР.ПБ5103.1702.007.04	Плече в складі	1	
					<u>Деталі</u>		
			1	ДПБР.ПБ5103.1702.007.04.01	Біта хрестова	1	
			2	ДПБР.ПБ5103.1702.007.04.02	Корпус для біт	1	
			3	ДПБР.ПБ5103.1702.007.04.03	Корпус зазвинчування	1	
			4	ДПБР.ПБ5103.1702.007.04.04	Магніт		
					<u>Стандартні вироби</u>		
			22		Гвинт М20х40 ГОСТ 21332-75	1	
Підп. і дата		Підп. і дата		Підп. і дата		Підп. і дата	
Взам. інв. №		Інв. № дідл.		Інв. № дідл.		Інв. № дідл.	
Підп. і дата		Підп. і дата		Підп. і дата		Підп. і дата	
Інв. № подл.		Інв. № подл.		Інв. № подл.		Інв. № подл.	
Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Дата	
Разраб.		Голодний О.С.					
Пров.		Барандич К.С.					
Н.контр.							
Утв.		Барандич К.С.					
ДПБР.ПБ5103.1702.007.04 СП							
Плече в складі						Лит.	Лист
ПБФ, 4 курс							

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инд. № дѣл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инд. № подл.	Лит.	Лист	Листов
				<u>Документація</u>												
			ДПБР.ПБ5103.1702.007СК	Складальне креслення	1											
				<u>Складальні одиниці</u>												
			ДПБР.ПБ5103.1702.007.01	Стійка в складі	1											
			ДПБР.ПБ5103.1702.007.02	Великий ричаг в складі	1											
			ДПБР.ПБ5103.1702.007.03	Малий ричаг в складі	1											
			ДПБР.ПБ5103.1702.007.04	Плече в складі	1											
				<u>Деталі</u>												
		8	ДПБР.ПБ5103.1702.007.001	Прокладка	1											
		12	ДПБР.ПБ5103.1702.007.002	Прокалка	1											
		14	ДПБР.ПБ5103.1702.007.003	Кришка	1											
		16	ДПБР.ПБ5103.1702.007.004	Двигун	1											
		17	ДПБР.ПБ5103.1702.007.005	Гвинт спеціальний	1											
		18	ДПБР.ПБ5103.1702.007.006	Основа	1											
		19	ДПБР.ПБ5103.1702.007.007	Плата	1											
				<u>Стандартні вироби</u>												
		15		Шестерня ГОСТ 16531-83	1											
		20		Штифт ГОСТ 3128-70	2											
		21		Сервопривод MG90	2											
			<b>ДПБР.ПБ5103.1702.007СП</b>													
			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Пристосування для загвинчування</b>				Лит.	Лист	Листов		
			Разраб.	Голодний О.С.											1	
			Пров.	Барандич К.С.												
			Н.контр.													
			Утв.	Барандич К.С.				<b>ПБФ, 4 курс</b>								



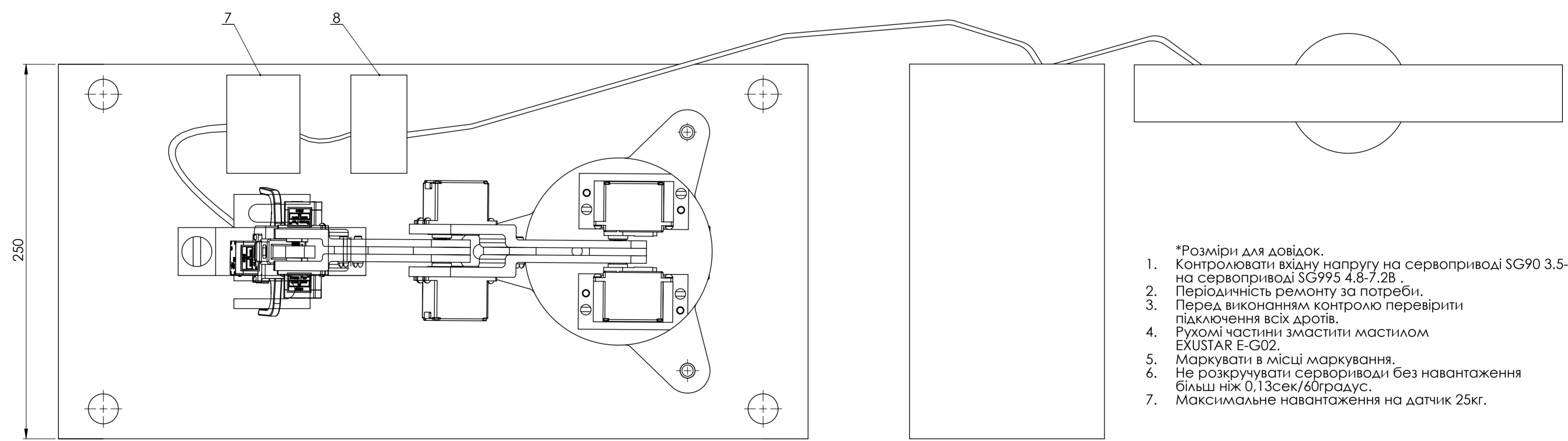
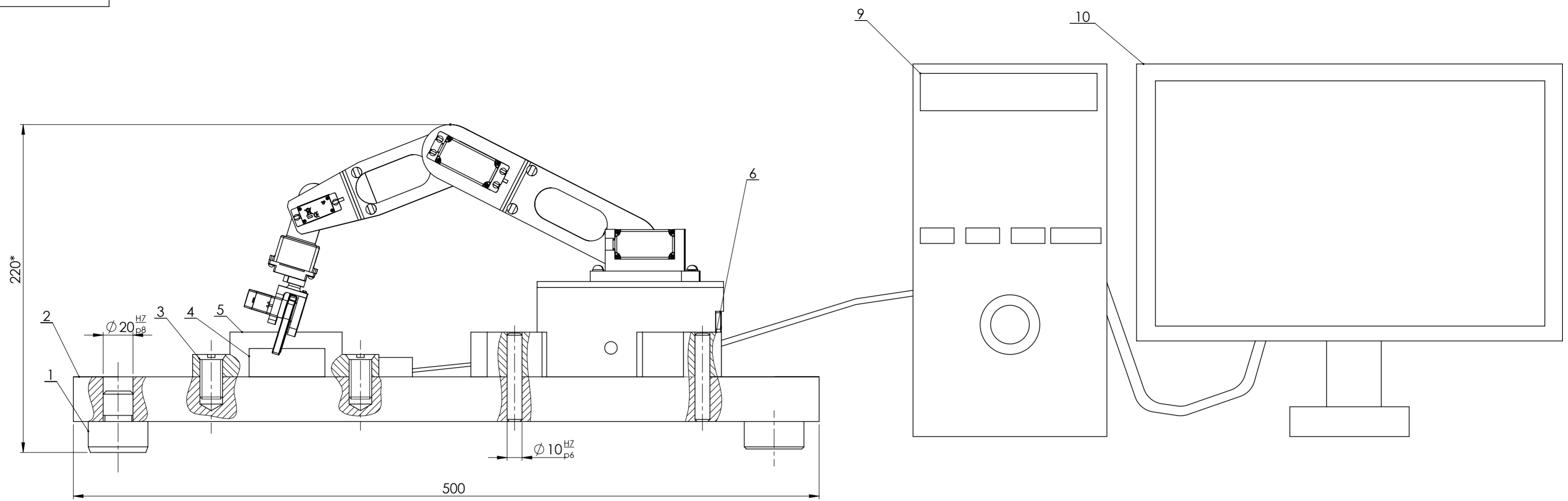


1. Контролювати вхідну напругу на еncoderі від 5...24В.
2. Періодичність ремонту за потреби.
3. Перед виконанням контролю перевірити підключення всіх дротів.
4. Рухомі частини змастити мастилом EXUSTAR E-G02.
5. Маркувати в місці маркування.
6. Не розкручувати вал еncoderа більш ніж 6000об/хв.

Справ. №	
Подп. и дата	
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

					<b>ДПБР.ПБ5103.1702.006СК</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Контрольне пристосування кута поворота механізма	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Голодний О.С.						1:2
Пров.						Лист 1	Листов 1	
Т. контр.						ПБФ, ПБ-51		
Н. контр.								
Утв.		Барандич К.С.						

Формат		Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Перв. примен.	Справ. №				<u>Документація</u>			
				ДПБР.ПБ5103.1702.006	Складальне креслення	1		
					<u>Деталі</u>			
			1	ДПБР.ПБ5103.1702.006.01	Ніжка	4		
			2	ДПБР.ПБ5103.1702.006.02	Плита	1		
			3	ДПБР.ПБ5103.1702.006.03	Стійка	3		
			4	ДПБР.ПБ5103.1702.006.04	Вал	1		
			5	ДПБР.ПБ5103.1702.006.05	Опорна планка	1		
			7	ДПБР.ПБ5103.1702.006.07	Гвинт спеціальний	1		
			10	ДПБР.ПБ5103.1702.006.010	Барашик	1		
Підп. и дата	Инд. № дідл.		6		Гайка ГОСТ 5915-70	1		
			8		Енкодер	1		
			9		Гвинт ГОСТ 21332-75	3		
			11		Компютер	1		
			12		Монітор	1		
			13		Контроллер	1		
Підп. и дата	Инд. № подл.	ДПБР.ПБ5103.1702.006СП						
		Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов
		Разраб.	Голодний О.С.					1
		Пров.	Барандич К.С.			Контрольне пристосування кута повороту механізма		
		Н.контр.				ПБФ, 4 курс		
		Утв.	Барандич К.С.					



- \*Розміри для довідок.
1. Контролювати вхідну напругу на сервоприводі SG90 3.5-5В, на сервоприводі SG995 4.8-7.2В .
  2. Періодичність ремонту за потреби.
  3. Перед виконанням контролю перевірити підключення всіх дротів.
  4. Рухомі частини змастити мастилом EXUSTAR E-G02.
  5. Маркувати в місці маркування.
  6. Не розкручувати сервориводи без навантаження більш ніж 0,13сек/60градус.
  7. Максимальне навантаження на датчик 25кг.

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инов. № дубл.

Взам. инов. №

Подп. и дата

Инов. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Голодний О.С.		
Пров.		Барандич К.С.		
Т. контр.				
Н. контр.				
Утв.		Барандич К.С.		

ДПБР.ПБ5103.1702.005СК

Приспособлення для вимірювання сили затиску механізму

Лит.	Масса	Масштаб
		1:2
Лист 1	Листов 1	

ПБФ, ПБ-51

Формат		Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.	Справ. №				<u>Документація</u>		
				ДПБР5103.1702.03.	Складальне креслення	1	
					<u>Деталі</u>		
			1	ДРБП5103.1702.001.01	Ніжка	4	
			2	ДРБП5103.1702.001.02	Плита	1	
			5	ДРБП5103.702.001.03	Прижимна планка	1	
					<u>Стандартні вироби</u>		
			3		Гвинт	2	
			4		ГОСТ 21332-75		
			6		Тензодатчки Zetis H3-C3-25KG	1	
Підп. и дата	Инд. № дідл.		6		Штифт	3	
					ГОСТ 3128-70		
			7		Підсилювач	1	
			8		АЦП	1	
			9		Компютер	1	
			10		Монітор	1	
Підп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дідл.	ДПБР.ПБ5103.1702.005СП				
			Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
			Разраб.	Голодний О.С.			
			Пров.	Барандич К.С.			
Инд. № подл.	Лит.	Лист	Листов	Контрольне пристосування			
				сили затиску клешні			
				ПБФ, 4 курс			
				1			
				Копировав			
				Формат А4			

Механічна рука

Плече в складі 1

Корпус захвата в складі 1

- 4 Корпус захвата 1
- 3 Кришка захвата 1
- 23 Гвинт 2
- 5 Плече 1
- 2 Клешня права 1
- 1 Клешня ліва 1
- 20 Прокладка 2
- 23 Гвинт 5
- 21 Штифт 2

22 Сервопривід SG90 2

Малій ричаг в складі 1

- 7 Малій ричаг 2
- 6 Планка 1
- 25 Гвинт 2
- 11 Великий ричаг 2
- 10 Планка 1
- 25 Гвинт 2

Великий ричаг в складі 1

- 23 Гвинт 8
- 13 Стійка 2

Стійка в складі 2

24 Сервопривід SG995 2

- 18 Основа 1
- 14 Кришка 1
- 8 Прокладка 1
- 12 Прокладка 1
- 15 Шестерня 1
- 19 Плата 1
- 17 Гвинт спеціальний 1
- 21 Штифт 4
- 23 Гвинт 16
- 25 Гвинт 8

16 Двигун 1

22 Сервопривід SG90 2

24 Сервопривід SG995 2

						ДПБР.ПБ5103.1702.002			
Изм.	Колір	Лист	№рек.	Подп.	Дата	Структурна схема складання	Стандія	Масса	Масштаб
Разработ	Головний ОК								
Пров.	Барандич КС						Лист	Листов	
Н. контр.							ПБФ, ПБ-51		
Утв.	Барандич КС								

18 Основа 1

16 Двигун 1  
23 Гвинт 4  
Закріпити

19 Плата 1  
9 Грудка 1  
25 Гвинт 4  
Встановити

15 Шестерня 1  
Встановити

14 Кришка 1  
17 Гвинт спеціальний 1  
Закріпити

25 Гвинт 2  
21 Штифт 2  
Встановити

25 Гвинт 2  
21 Штифт 2  
Встановити

23 Гвинт 8  
Закріпити

1

1

23 Гвинт 2  
Закріпити

Плече в складі 1  
2 Сервопривід SG90 2

23 Гвинт 2  
Закріпити

21 Штифт 1  
Встановити

21 Штифт 1  
Встановити

23 Гвинт 1  
Закріпити

23 Гвинт 2  
Закріпити

5 Плече 1

22 Сервопривід SG90 1  
1 Клешня ліва 1

20 Прокладка 1

20 Прокладка 1  
2 Клешня права 1

Корпус в складі 1

22 Сервопривід SG90 1

3 Кришка захвата 1

23 Гвинт 2  
Закріпити

4 Корпус захвата 1

Контроль  
Регулювання  
Випробування

Механічна рука

23 Гвинт 8  
Закріпити

13 Стійка 2

25 Гвинт 2  
Закріпити

24 Сервопривід SG995 2

2 Стійка в складі 2

11 Великий ричаг 1

10 Планка 1  
11 Великий ричаг 1

Великий ричаг в складі 1

12 Прокладка 1

25 Гвинт 2  
Закріпити

24 Сервопривід SG995 2

7 Малий ричаг 1

6 Планка 1  
7 Малий ричаг 1  
Встановити

Малий ричаг в складі 1

8 Прокладка 1

ДПБР.ПБ5103.1702.003						Стадія	Масштаб	Масштаб
Технологічна схема складання						Лист	Листів	
Ім'я	Кваліф.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
Розробив	Головний ДС							
Пров.	Барондич К.С.							
Т. контр.								
Н. контр.								
Утв.	Барондич К.С.							
						ПБФ, ПБ-51		
						Формат А1		

005 Підготовча  
1 Підготувати деталі згідно креслення та специфікації

010 Промивка  
1 Промити деталі поз.1-8, поз.10-14, поз.18,

015 Сушка вакуумна  
1 Сушити деталі поз.1-8, поз.10-14, поз.18

020 Складання  
1 Закріпити двигун поз.16 в основу поз.18 чотирма гвинтами поз.23.  
2 Протягнути дроти сервоприводів через трубку поз.9 і вставити в плату поз.19  
3 Закріпити плату в складі на основу поз.18 чотирма гвинтами поз.25  
4 Встановити шестерню поз.15 на вал двигуна поз.16.  
5 Закріпити кришку поз.14 спеціальним гвинтом поз.17

025 Контроль  
1 Контролювати кут повороту кришки поз.14

030 Складання  
1 Закріпити сервопривід SG995 поз.24 на стійку поз.13 чотирма гвинтами поз.23  
2 Закріпити стійку в складі на кришку поз.14 двома гвинтами поз.25 і двома штифтами поз.21  
3 З'єднати два великих ричага поз.11 планкою поз.10 і двома гвинтами поз.25  
4 Встановити Великий ричаг в складі та прокладку поз.12 на сервопривід SG995 поз.24  
5 Закріпити сервопривід SG995 поз.24 на стійку поз.13 і в Великий ричав в складі.  
6 Закріпити стійку в складі на кришку поз.14 двома гвинтами поз.25 і двома штифтами поз.21  
7 Закріпити сервопривід SG995 поз.24 на Великий ричав в складі.  
8 З'єднати два малих ричага поз.11 планкою поз.10 і двома гвинтами поз.25.

9 Встановити Малий ричаг в складі і прокладку поз.8 на сервопривід SG995 поз.24.  
10 Закріпити сервопривід SG995 поз.24 на Великий ричаг в складі.  
11 Закріпити сервопривід SG90 поз.22 в плече поз.5 двома гвинтами поз.23.  
12 Закріпити кришку захвата поз.3 на корпусі захвата поз.4 двома гвинтами поз.23.  
13 Закріпити Корпус захвата в складі гвинтом поз.23 в сервопривід SG90 поз.22.  
14 Встановити праву клешню поз.2, штифт поз.21 і прокладку поз.20 в Корпус захвата в складі.  
15 Встановити ліву клешню поз.1, штифт поз.21 і прокладку поз.20 в Корпус захвата в складі.  
16 Закріпити сервопривід SG90 поз.22 на Корпусі захвата в складі двома гвинтами поз.23.  
17 Закріпити сервопривід SG90 поз.22 на Малий ричав в складі двома гвинтами поз.23.  
18 Встановити Плече в складі на сервопривід SG90 поз.22.  
18 Встановити Плече в складі на сервопривід SG90 поз.22.  
19 Закріпити сервопривід SG90 поз.22 Малий ричав в складі двома гвинтами поз.23.

035 Контроль  
1 Контролювати силу затиску клешні.

040 Регулювання, налаштування, юстирування.  
1 Відрегулювати кути повороту сервоприводів і силу затиску клешні.

045 Виробування  
1 Виробувати зібраний пристрій на працездатність.

ДПБР.ПБ5103.1702.004				Лист	Маса	Масштаб
Ізм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Технологічний процес виготовлення розподільчого щита потоку повітря	
Розроб.	Головний О.С.				Лист	Листів 1
Пров.	Барандич К.С.				ПБФ, ПБ-51	
Т.контр.						
Н.контр.						
Утв.	Барандич К.С.					



































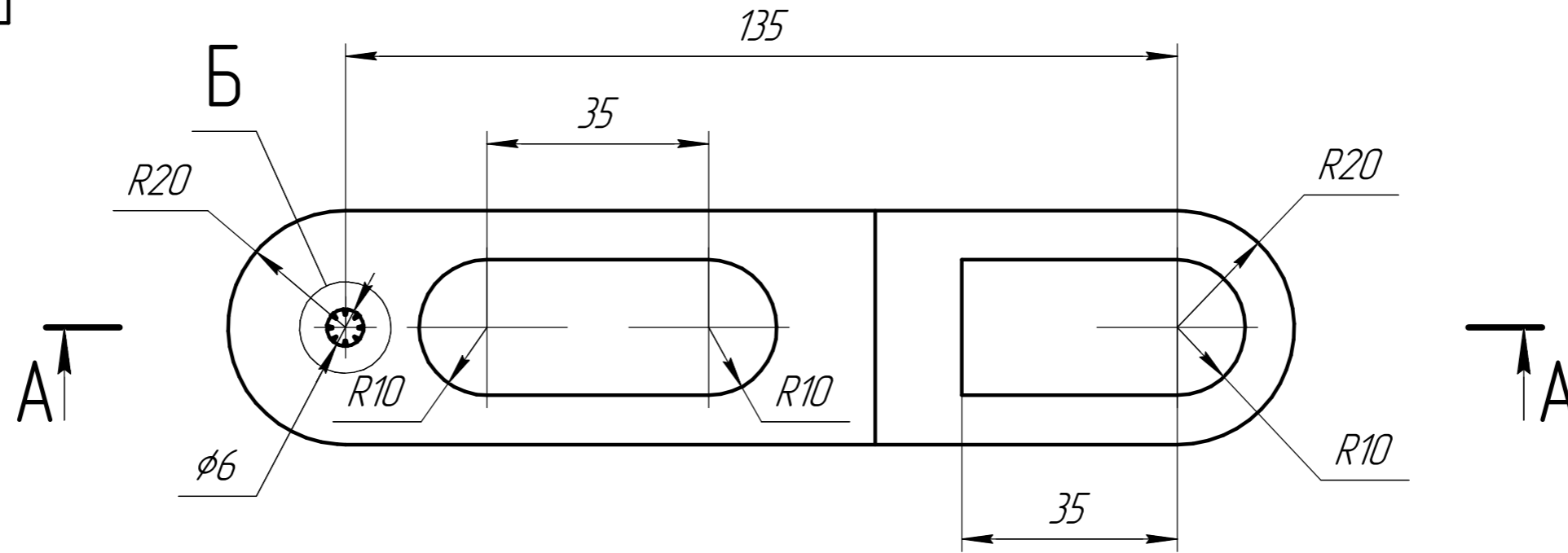




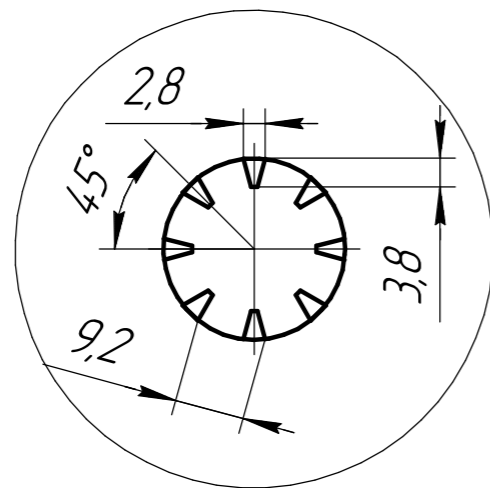


ДПБР5103.1702.009.002

√ Ra3.2(√)



Б(2:1)



1. Невказані граничні відхилення  $H10, h10, \pm \frac{IT10}{2}$ .
2. Гострі кромки притупити.
3. HRC 35...40.
4. Невказані радіуси скруглення 2мм.
5. Покриття хім.окс.прм.

				ДПБР5103.1702.009.002			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Голодний О.С.					1:1
Проб.		Барандич К.С.					
Т.контр.					Лист	Листов	1
Н.контр.					Сталь 45 ДСТУ7809:2015 ПБФ, ПБ-51		
Утв.		Барандич К.С.			Формат А3		

Копировал

Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дщл.

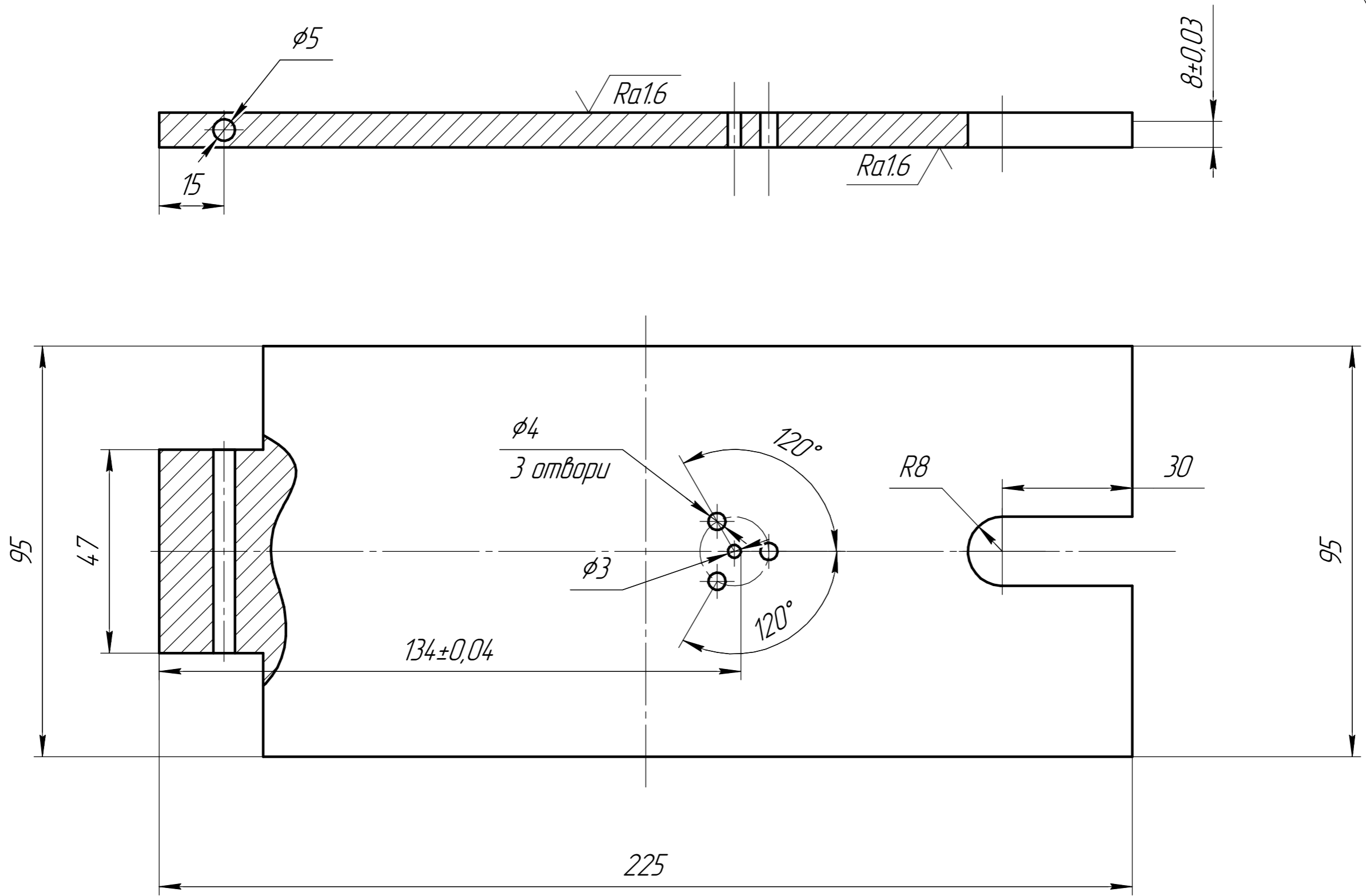
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

ДПБР.ПБ5103.1702.009.003

$\sqrt{Ra3.2(\sqrt{1})}$



1. Невказані граничні відхилення Н10, н10,  $\pm \frac{IT10}{2}$ .
2. Гострі кромки притупити.
3. НВ 205...210.
4. Покриття хім.окс.прм.

				ДПБР.ПБ5103.1702.009.003				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Планка відкидна</b>	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.		Голодний О.С.						1:1
Проб.		Барандич К.С.				Лист	Листов	1
Т.контр.								
Н.контр.					Сталь 45 ДСТУ7809:2015	ПБФ, ПБ-51		
Утв.		Барандич К.С.			Копировал			Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дробл.

Взам. инв. №

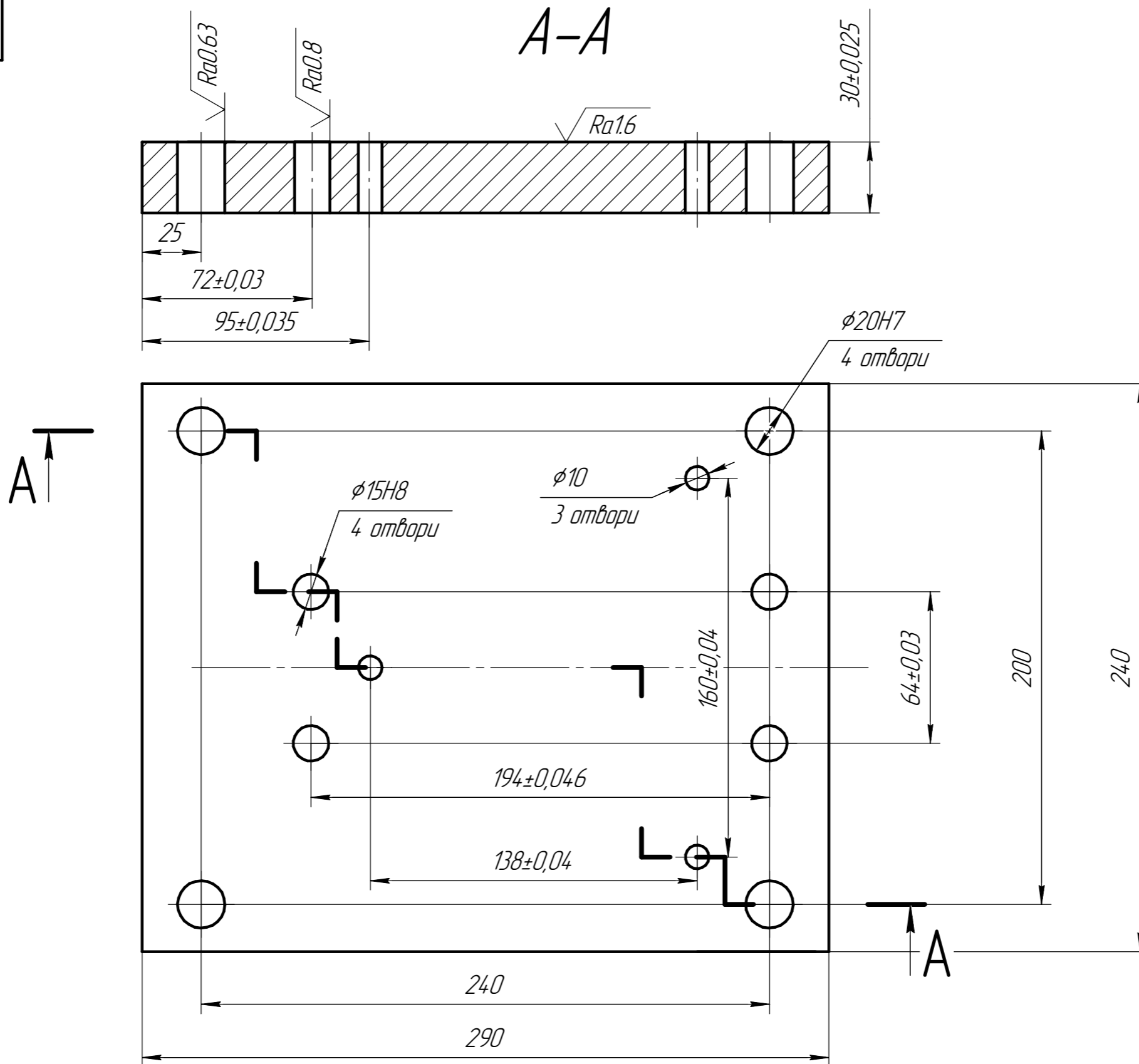
Подп. и дата

Инв. № подл.

ДПБР.ПБ5103.1702.009.004

A-A

$\sqrt{Ra3.2(\sqrt{1})}$



- Невказані граничні відхилення H10, h10,  $\pm \frac{IT10}{2}$ .
- Гострі кромки притупити.
- HRC 35...40.
- Покриття хім.окс.прм.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Голодний О.С.		
Проб.		Барандич К.С.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.		Барандич К.С.		

ДПБР.ПБ5103.1702.009.004

Плита

Сталь 45 ДСТУ7809:2015

Лист	Масса	Масштаб
		1:2
Лист	Листов	1

ПБФ, ПБ-51

Копировал

Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

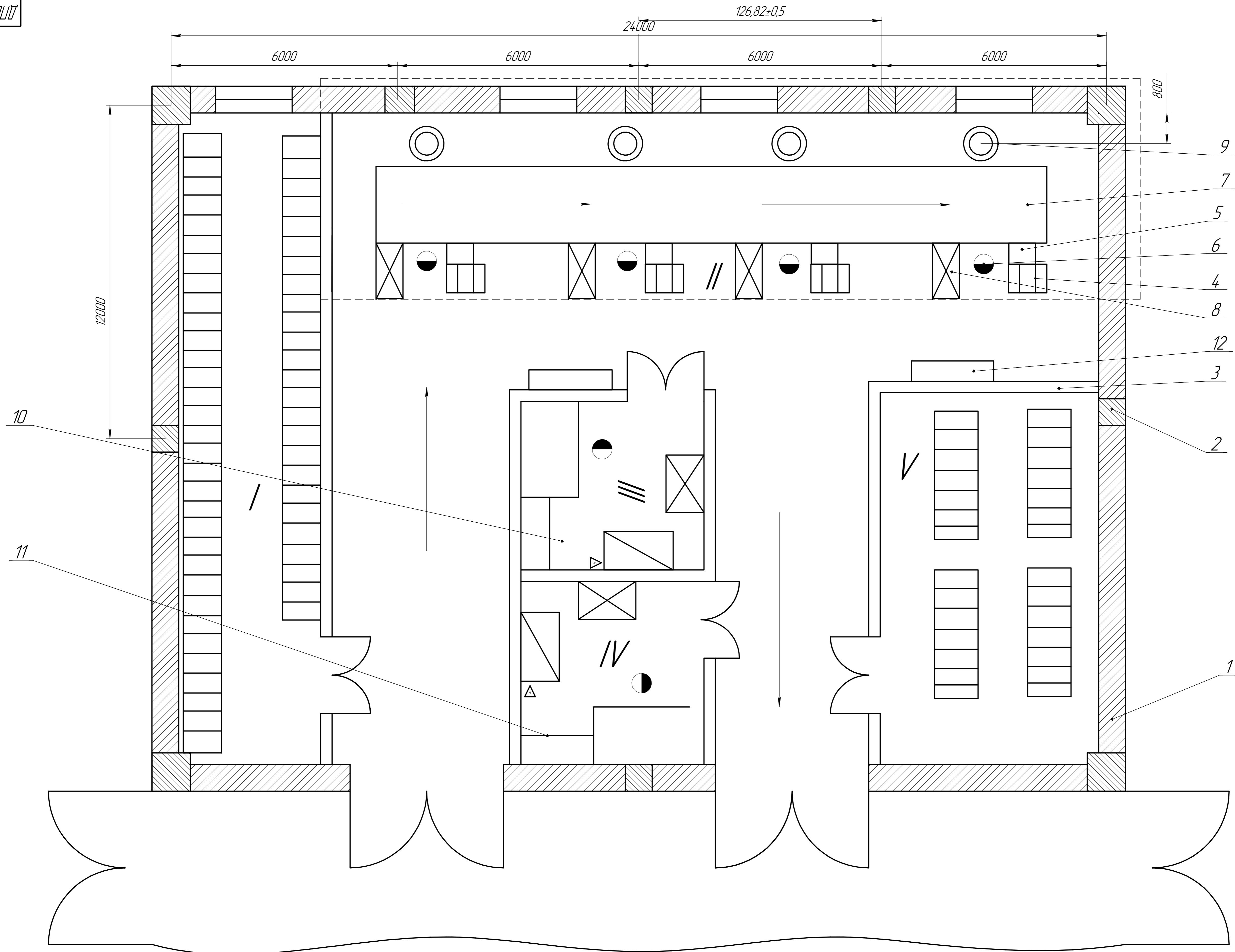
Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



Позначення ділянок

- Склад деталей I
- Ділянка складання виробів II
- Місце для контролю кута повороту механізму III
- Місце для контролю сили затиску клешні IV
- Склад готових виробів V

Позначення елементів

- 1. Стіна капітальна
- 2. Колона
- 3. Перегородка
- 4. Стелаж інструментів
- 5. Пульта керування загвинчувальним пристосуванням
- 6. Робоче місце складальника
- 7. Конвеєрна стрічка
- 8. Стелаж для готових виробів
- 9. Пристосування для загвинчування
- 10. Контроль кута повороту механізму
- 11. Контроль сили затиску клешні
- 12. Пожежний щит.

Умовні позначення

Машрут руху заготовки ←

ДПБР.ПБ5103.1702.008				Лист	Масштаб
Ізв.	Лист	№ док.	Підп.	Дата	150
Розроб.	Головний О.С.				
Проб.	Барандич К.С.				
Т.контр.					
Н.контр.					
Утв.	Барандич К.С.				
Ділтниця цеху складання механічної руки				Лист	Листів 1
ПБФ, ПБ-51					