

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

Єрошенко Андрій Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

"\_20\_" червня 2024 р.

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

*Розробка технологічного процесу складання дотискача видувної машини та  
технологічного процесу механічної обробки диска*

(назва роботи)

освітній ступінь бакалавр спеціальності 131 Прикладна механіка

освітньої програми «Комп'ютерні системи проектування»

Виконавець:

студент гр. КСП-201

Омелянець Владислав

Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник:

доцент кафедри технологій

машинобудування і деревообробки

(посада)

канд. техн. наук, доцент

(науковий ступінь, вчене звання)

Сапон Сергій Петрович

(прізвище, ім'я, по батькові,)

(підпис)

Я, Омеянець Владислав Олександрович, підтверджую, що дана робота є моєю власною письмовою роботою, оформленою з дотриманням цінностей та принципів етики і академічної доброчесності відповідно до Кодексу академічної доброчесності Національного університету «Чернігівська політехніка». Я не використовував/ла жодних джерел, крім процитованих, на які надано посилання в роботі.

---

*Дата*

---

*Підпис*

**Національний університет «Чернігівська політехніка»**

Навчально-науковий інститут механічної інженерії, технологій та транспорту

(повне найменування інституту)

Кафедра технологій машинобудування та деревообробки

(повна назва кафедри)

**Пояснювальна записка**

до кваліфікаційної роботи

бакалавр

(освітній ступінь)

на тему: Розробка технологічного процесу складання дотискача видувної машини та технологічного процесу механічної обробки диска

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу,  
групи КСП-201

Спеціальність 131- Прикладна механіка  
освітньо-професійна програма «Комп'ютерні  
системи проектування»

(код і назва спеціальності)

Омелянecь В.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник Сапон С.П.

(прізвище та ініціали)

2024 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Навчально-науковий інститут механічної інженерії, технологій та транспорту

Кафедра технологій машинобудування і деревообробки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 131 Прикладна механіка

Освітня-професійна програма «Комп'ютерні системи проектування»

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Завідувач кафедри ТМД

\_\_\_\_\_ Єрошенко А.М.

„ 08 ” \_\_\_\_\_ 02 \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Омелянцю Владиславу Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка технологічного процесу складання дотискача видувної машини та процесу механічної обробки диска

керівник роботи Сапон Сергій Петрович, кандидат технічних наук, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “22” 03 \_\_\_\_\_ 2024 року №203-с/вс

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи \_\_\_\_\_ 20 червня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи: матеріали переддипломної практики

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Загальний розділ. 2. САЕ – аналіз дотискача. 3. Розмірний аналіз. 4. Технологічний процес складання дотискача 5. Технологічний процес механічної обробки диска. 6. Спеціальний розділ

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) \_\_\_\_\_

Дотискач (формат А2), Диск (формат А2), Функціональний аналіз систем (формат А1),

Силовий аналіз дотискача (формат А1), Топологічна оптимізація диска (формат А1),

Розмірний аналіз (формат А1), Технологічна схема складання дотискача (формат А1),

Вибір вихідної заготовки (A1), Вибір технологічних баз (A1), Операційні ескізи (формат A1) 6. Дата видачі завдання 08.02.2024

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів КР	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Ознайомлення з завданням, креслениками, методичними посібниками, підбір літератури	09.02.24	
2	Аркуш 1 «Функціональний аналіз систем»	13.05.24	
3	Функціональне призначення складальної одиниці і деталі	13.05.24	
4	Визначення типу виробництва та його організаційної форми	13.05.24	
5	Аналіз технологічності конструкції	13.05.24	
6	Силовий аналіз дотискача	16.05.24	
7	Оптимізація конструкції диска	24.05.24	
8	Аркуш 2 «Диск»	13.05.24	
9	Аркуш 3 «Силовий аналіз дотискача»	25.05.24	
10	Аркуш 4 «Топологічна оптимізація диска»	25.05.24	
11	Розмірний аналіз конструкції дотискача	15.06.24	
12	Аркуш 5 «Розмірний аналіз»	24.06.24	
13	Розробка технологічного процесу складання	20.05.24	
14	Аркуш 6 «Технологічна схема складання дотискача»	28.05.24	
15	Вибір можливих варіантів отримування та проєктування вихідних заготовок	21.06.24	
16	Вибір вихідної заготовки	21.06.24	
17	Виявлення основних розмірних зв'язків поверхонь деталі	28.05.24	
18	Основні технологічні задачі, які вирішуються в процесі обробки деталі	20.06.24	
19	Вибір методів і кількості переходів обробки поверхонь	24.06.24	
20	Вибір і обґрунтування технологічних баз	24.26.24	
21	Вибір послідовності обробки поверхонь	24.06.24	
22	Розробка і обґрунтування маршруту обробки деталі	24.06.24	
23	Аркуш 7 «Вибір вихідної заготовки»	24.06.24	
24	Аркуш 8 «Вибір технологічних баз»	24.06.24	
25	Аркуш 9-10 «Операційні ескізи»	24.06.24	
26	Загальне оформлення пояснювальної записки і графічної частини роботи	26.06.24	
27	Оформлення технологічної документації технологічного процесу складання	26.06.24	
28	Підготовка до захисту роботи	26.06.24	

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ Омелянець В.О.  
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ Сапон С.П.  
(підпис)

Формат	Зона	Лист.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				<i>Документація</i>		
					1	
A4		1	КР.КСП.201.009.001	Завдання	1	
A4		2	КР.КСП.201.009.002	Відомість випускної роботи	1	
A4		3	КР.КСП.201.009.003	Пояснювальна записка		
A2		4	КР.КСП.201.009.004	Дотискач	1	
A2		5	КР.КСП.201.009.004.002	Диск	1	
A1		6	КР.КСП.201.009.005	Функціональний аналіз систем	1	
A1		7	КР.КСП.201.009.006	Силловий аналіз дотискача	1	
A1		8	КР.КСП.201.009.007	Топологічна оптимізація диска	1	
A1		9	КР.КСП.201.009.008	Размірний аналіз	1	
A1		10	КР.КСП.201.009.009	Технологічна схема складання	1	
A1		11	КР.КСП.201.009.010	Вибір вихідної заготовки	1	
A1		12	КР.КСП.201.009.011	Вибір технологічних баз	1	
A1		13	КР.КСП.201.009.012	Операційний ескіз	1	

Підп. і дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Підп. і дата	
Инв. № подл.	

<i>КР.КСП.201.009.002</i>					
Изм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	
Разроб.		Омелянець В.О.			
Перев.		Сапон С.П.			
Н.контр.		Ізнатенко О.А.			
Утв.		Ерошенко А.М.			
<i>Відомість кваліфікаційної роботи</i>			Лит.	Аркуш	Аркушів
				1	1
			<i>Ну "Чернігавська політехніка</i>		

## АНОТАЦІЯ

Омелянecь В.О. Розробка технологічного процесу складання дотискача видувної машини та технологічного процесу механічної обробки диска. Кваліфікаційна робота. / В. О. Омелянecь – Чернігів: НУЧП, 2024. – 82 с., 67 ілюстрацій, 10 таблиць, 8 аркушів формату А1, 2 аркуші формату А2.

В кваліфікаційній роботі розроблено технологічний процес складання дотискача видувної машини та технологічний процес механічної обробки диска.

В першому розділі виконано функціональний аналіз, сформульовано функціональне призначення, проаналізовано технологічність конструкції дотискача і диска. У другому розділі здійснено силовий аналіз дотискача та топологічна оптимізація конструкції диска. У третьому розділі проаналізовано норми точності та виконано розмірний аналіз конструкції дотискача. У четвертому розділі розроблено технологічний процес складання дотискача з нормуванням процесу та визначенням організаційних параметрів. В п'ятому розділі розроблено технологічний процес механічної обробки диска. В шостому розділі приведено рекомендації щодо підвищення технологічності конструкції деталей.

					КР КСП 201.009.003			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Літ.	Арк.	Аркуші
Розроб.		Омелянecь В.О.					1	
Перевірив		Сапон С.П.						
Н. контр.		Ігнатенко О.А.			Анотація	НУ «Чернігівська політехніка		
Затвердж.		Єрошенко А.М.						



## ANNOTATION

Omelianets.V.O. Development a technological process for assembling the blow molding machine's clamp and a technological process for machining a disc. Qualification work. / V. O. Omelianets - Chernihiv: NUCP, 2024. 82 p., 67 illustration, 10 tables, 8 sheets of A1 format, 2 sheets of A2 format.

In the qualification work, the technological process of assembling the presser of the blowing machine and the technological process of mechanical processing of the disk were developed.

In the first section, a functional analysis was performed, the functional purpose was formulated, and the manufacturability of the press and disc design was analyzed. In the second chapter, force analysis of the presser and topological optimization of the disk design is carried out. In the third section, the accuracy standards are analyzed and the dimensional analysis of the press design is performed. In the fourth chapter, the technological process of assembly of the press was developed with process standardization and determination of organizational parameters. The technological process of disk mechanical processing was developed in the fifth chapter. The sixth chapter provides recommendations for improving the manufacturability of parts.

					КР КСП 201.009.003			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Annotation	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
Розроб.		Омелянєць В.О						
Перевірив		Сапон С.П.					2	
Н. контр.		Ігнатенко О.А.						
Затвердж.		Єрошенко А.М.						
						НУ «Чернігівська політехніка»		

## Зміст

### Зміст

1.	Загальний розділ .....	5
1.1	Функціональне призначення складальної одиниці і деталі .....	5
1.1.1	Опис конструкції та роботи видувної машини.....	5
1.1.2	Функціональне призначення видувної машини.....	6
1.1.3	Опис конструкції та роботи дотискача.....	7
1.1.5	Функціональне призначення диска.....	10
1.1.6	Функції поверхонь диска.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.2	Тип виробництва і його організаційна форма.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.3	Аналіз технологічності конструкції.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.3.1	Технологічний аналіз дотискача .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
1.3.2	Технологічний аналіз конструкції диска.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.	САЕ – аналіз дотискача .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.1	Силовий аналіз дотискача .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.1.1	Аналітичне визначення експлуатаційних навантажень.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.1.2	САЕ – аналіз дотискача.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.2	Оптимізація конструкції диска .....	20
3.	Розмірний аналіз .....	22
3.1	Визначення параметрів якості дотискача .....	22
3.2	Вплив недотримання параметрів якості дотискача.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
3.3	Виявлення складальних розмірних ланцюгів .....	25
3.4	Розрахунок складальних розмірних ланцюгів.....	29

					КР.КСП.201.009.003		
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Омелянець В.О.			<b>Зміст</b>  НУ «Чернігівська політехніка»		
Перевірив		Сапон С.П.					
Н. контр.		Ігнатенко О.А.					
Затвердж.		Єрошенко А.М.					

3.4.1 Розрахунок складального розмірного ланцюгів методом максимуму-мінімуму.....	29
3.4.2 Розрахунок складального розмірного ланцюгів ймовірнісним методом.....	31
4 Технологічний процес складання дотискача.....	35
4.1 Розробка технологічної схеми складання.....	35
4.2 Розробка структури технологічного процесу складання.....	37
4.3 Нормування технологічного процесу складання.....	40
4.4 Визначення організаційних параметрів.....	43
5 Технологічний процес механічної обробки деталі.....	45
5.1 Вибір вихідної заготовки.....	45
5.2 Розробка технологічного маршруту механічної обробки деталі.....	46
5.2.1 Виявлення основних розмірних зв'язків поверхонь деталі.....	47
5.2.2 Основні технологічні задачі, які розв'язуються в процесі обробки деталі.....	47
5.2.3 Вибір методів і кількості переходів обробки поверхонь.....	48
5.2.4 Вибір і обґрунтування технологічних баз.....	48
5.2.5 Вибір послідовності обробки поверхонь.....	51
5.1.6 Розробка структури маршруту обробки диска.....	51
6 Спеціальний розділ.....	53
Список використаної літератури.....	80

					<b>КР.КСП.201.009.003</b>	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.1 Функціональне призначення складальної одиниці і деталі

### 1.1.1 Опис конструкції та роботи видувної машини МПФ-5

Видувна машина МПФ-5, застосовується для видування ПЕТ пляшок певної форми яка формується у порожнині матриці.

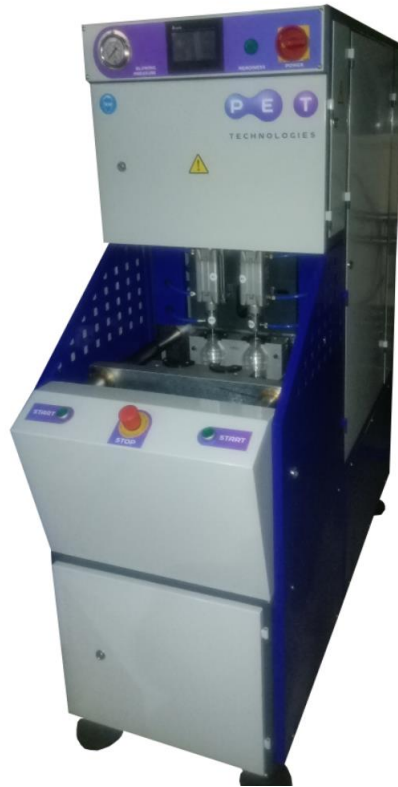
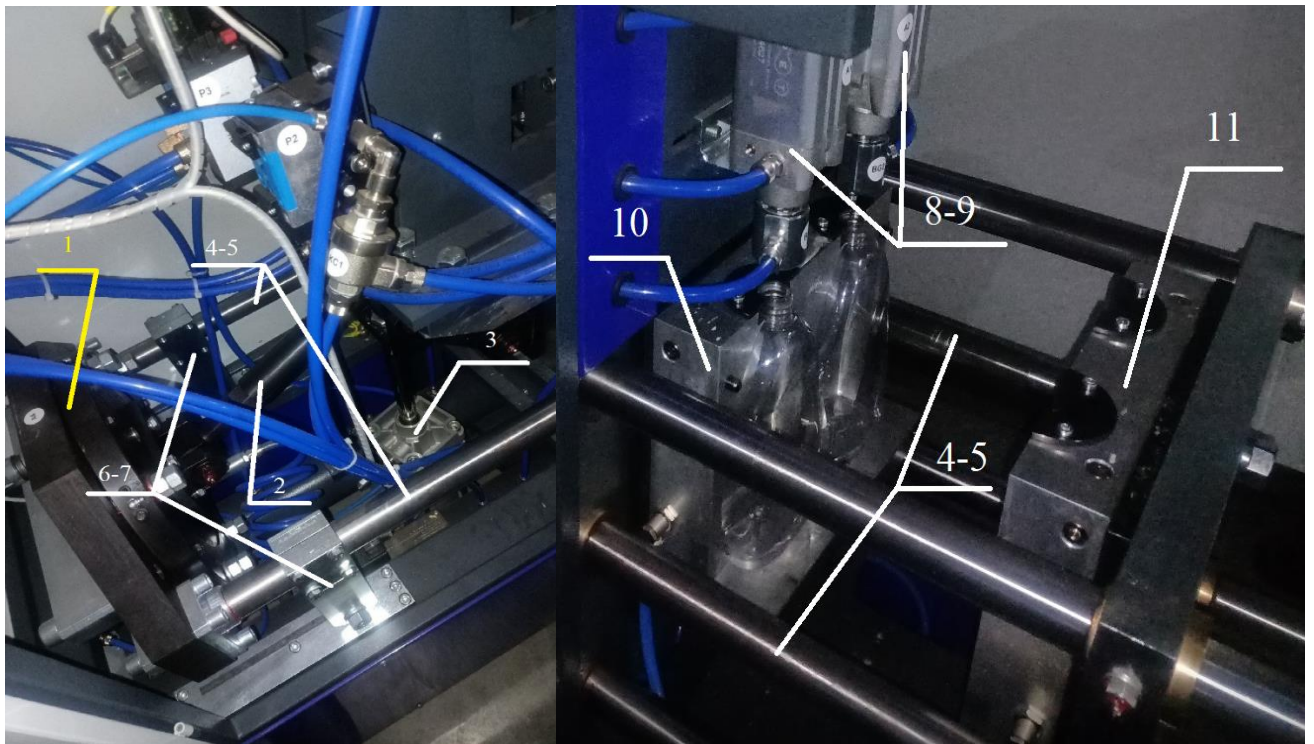


Рисунок 1.1 – Видувна машина МПФ-5

Принцип роботи видувної машини (рисунок 1.2) наступний. Оператор, закріплює в притискаючій матриці 11 ПЕТ преформу. Впевнившись в її надійному закріпленні, одночасним натисканням двох кнопок Start, оператор запускає подачу повітря в пневмоциліндр 3, тим самим випрямляючи кронштейн 2, який в свою чергу відводить назад дожим 1, який кріпиться на кінці направляючих 4-5. Позиціювання направляючих та їх підтримку виконують тримачі направляючих 6-7. На протилежній стороні направляючих 4-5 закріплена притискаюча матриця 11, яка за рахунок випрямлення кронштейну 2 притискається до лицевої матриці 10.

					КР.КСП.201.009.003			
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Омелянєць В.О				<b>Загальний розділ</b>	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Сапон С.П							
Н. контр.	Ігнатенко О.А.							
Затвердж.	Єрошенко А.М.							
						НУ «Чернігівська політехніка»		



1 – дотискач, 2 – кронштейн, 3 – пневмоциліндр, 4,5 – направляючі,  
 6,7 – тримачі направляючих, 8,9 – вприскувачі повітря, 10 – матриця лицева,  
 11 – матриця притискаюча

Рисунок 1.2 – До опису принципу роботи видувної машини

Інжектор вприскувачів повітря 8-9 опускається і вприскує повітря під тиском 1,5-2,5 МПа, для запобігання розходження матриць 10-11. Дотискач 1 забезпечує додаткове притискання матриці 11. Після виконання процесу пневмоциліндр 3 повертає систему в початкове положення і цикл запускається заново.

#### **Основні технічні характеристики видувної машини МПФ-5:**

- продуктивність 600-800 пляш/год при об'ємі 0,2 - 3,0 л 300-350 пляшок/год при об'ємі 5,0 - 6,0 л;
- тиск повітря для пневмоциліндрів  $p=1,0$  МПа;
- тиск повітря для видуву 1,5-2,5 МПа;
- витрата стисненого повітря низького та високого тиску складає  $0,8$  м<sup>3</sup>/хв;
- напруга мережі живлення 400 В / 50 Гц;
- потужність 7,5 кВт;
- габаритні розміри: 1600 х 600 х 2200 мм;
- вага ~ 500 кг.

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 1.1.2 Функціональне призначення видувної машини

Видувна машина МПФ-5 (див. рисунок 1.1) призначена для видування ПЕТ пляшок певної форми яка формується у порожнині матриці.

#### Основна функції видувної машини:

Ф<sub>01</sub> – видування пляшок

#### Допоміжні функції видувної машини:

Ф<sub>д1</sub> – Забезпечення продуктивності 600-800 пляш/год при об'ємі 0,2 - 3,0 л  
300-350 пляшок/год при об'ємі 5,0 - 6,0 л

Ф<sub>д2</sub> – Забезпечення вимог безпечності і ергономічності

Ф<sub>д3</sub> – Забезпечення тиску повітря для видуву 1.5-2.5 МПа

Ф<sub>д4</sub> – Забезпечення потужності в 7.5кВт

Ф<sub>д5</sub> – Автоматизація процесу (див. пункт 1.1.1) при видування пляшки

Планове технічне обслуговування видувної машини МПФ-5 через кожні 7 днів експлуатації. Середній термін експлуатації при періодичному режимі роботи не менше 2000±50 годин. Рекомендована температура навколишнього середовища при експлуатації машини від 18 С° до 40 С°.

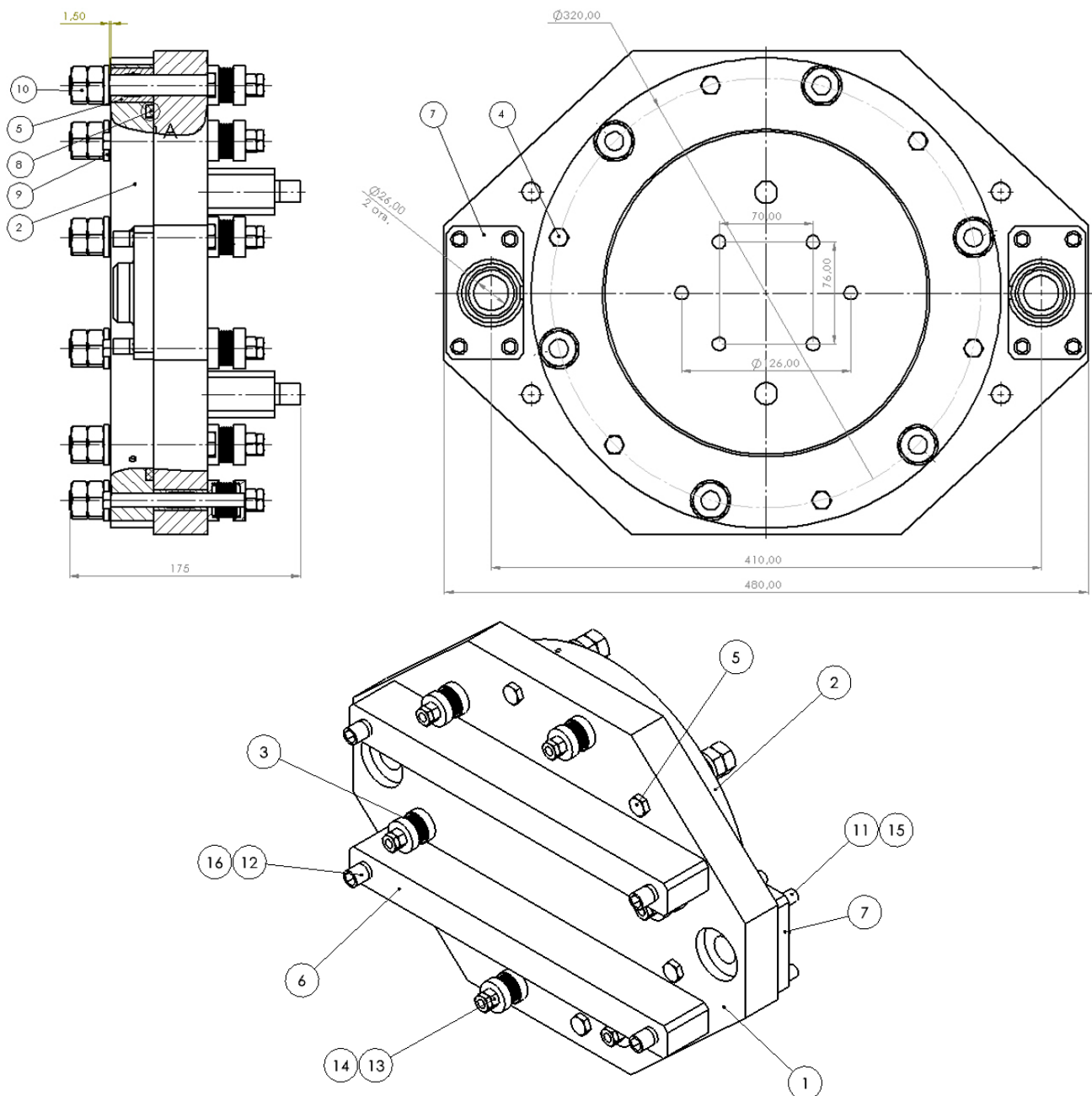
Для змащення поверхонь деталей повітряного насоса, що піддаються тертю використовувати мастило ЦИАТИМ 201 ГОСТ 6267-74. Періодичність змащення через кожні 24 години експлуатації.

### 1.1.3 Опис конструкції та роботи дотискача

Дотискач (рисунок 1.3) призначений для запобігання розходження матриць 10-11 (див. рисунок 1.2). Дотискач забезпечує додаткове притискання матриці 11.

Основні конструктивні частини дотискача: диск в зборі 2 та плита в зборі 1 встановлюються на осях 5 амортизатори встановлюються на направляючі 4. Закріплюється дотискач на напрямляючих 4 в кондукторах з двох сторін, кронштейн 2 (рис 1.2) позиціонується завдяки штифтам 2 (рис 1.4) і закріплюється гвинтами 3.

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

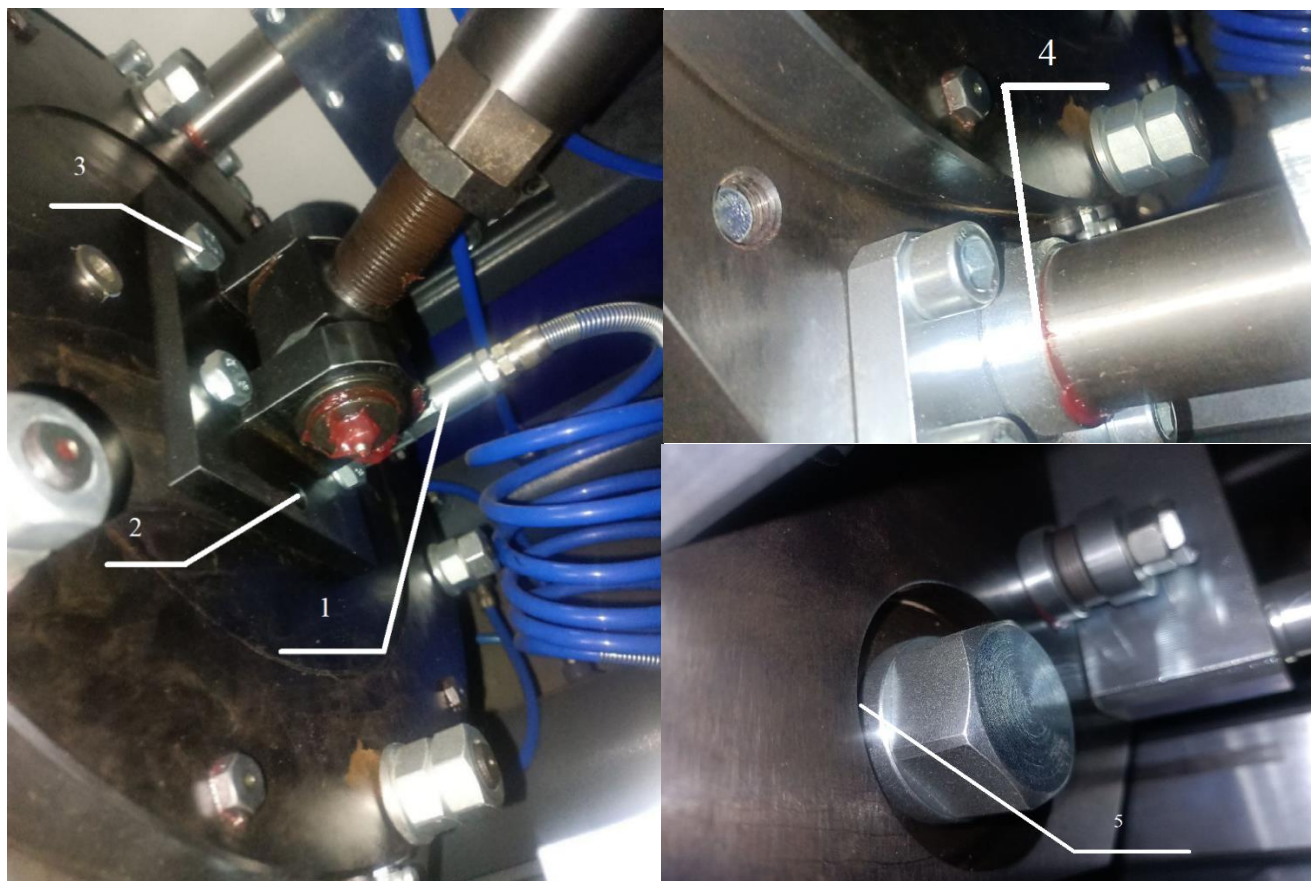


- 1 – плита в зборі; 2 – диск в зборі; 3 – амортизатор в зборі; 4 – направляюча;  
 5 – вісь; 6 – ребро; 7 – кондуктор; 8 – ущільнювач; 9 – шайба; 10 – гайка;  
 11 – гвинт М12х35 ГОСТ 11738-84; 12 – гвинт М16х90 ГОСТ 11738-84;  
 13 – гайка М10х1,5 ГОСТ 5915-70; 14 – гайка М10х1,5 ГОСТ 5916-70;  
 15 – шайба 12 ГОСТ 6402-70; 16 – шайба 16 ГОСТ 6402-70

Рисунок 1.3 – До опису конструкції дотискача

Робота дотискача здійснюється за допомогою подачі повітря через трубку 1 (рисунок 1.4), що в свою чергу приводить до притискання плитою 1 (див. рисунок 1.3) амортизаторів 3, і додатково відводить направляючі, що створює притискання матриці.

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1 – трубка подачі повітря, 2 – штифти позиціонування кронштейна 2 (див. рисунок 1.2) і дотискача, 3 – кріпильні гвинти, 4 – закріплення направляючих 4–5 (див. рисунок 1.2) в кондукторі 7 (див. рисунок 1.3), 5 – кріпильний болт для направляючих

Рисунок 1.4 – Закріплення дотискача

### 1.1.4 Функціональне призначення дотискача

#### Функціональне призначення дотискача

#### Основні функції дотискача:

$\Phi_{01}$  – додаткове притискання матриць;

$\Phi_{02}$  – забезпечення точності розташування направляючих 4-5 (рис. 1.2) і кронштейну 2

#### Допоміжні функції дотискача:

$\Phi_{д1}$  – забезпечення рухомості плити, без заклинювання;

$\Phi_{д2}$  – витримування навантаження 2.5 МПа;

$\Phi_{д3}$  – забезпечення вимог безпеки та ергономічності.

$\Phi_{д4}$  – забезпечення жорсткості конструкції дотискача.

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



**Основна функція** дотискача додаткове притикання матриць реалізується за допомогою подачі повітря через трубку 1 (рисунок 1.4), що в свою чергу приводить до прижиму плитою 1 (рис. 1.3) амортизаторів 3, і додатково відводить направляючі, що створює притискання матриці.

**Основна функція** - забезпечення точності розташування направляючих 4-5 (рис. 1.2) і кронштейну 2 реалізується за рахунок закріплення направляючих в кондукторах з двох сторін плити і закріплення кронштейна 2 (рис 1.2) на болти з попереднім позиціонуванням штифтами

Забезпечення рухомості плити, без заклинювання визначається плавністю ходу осей в напрямних втулках. Витримування навантаження 2.5 МПа забезпечується міцністю і жорсткістю конструкції дотискача, вірним вибором матеріалу та конструкцій деталей.

### 1.1.5 Функціональне призначення диска

Диск (рисунок 1.5) – призначений для з'єднання деталей дотискача між собою.

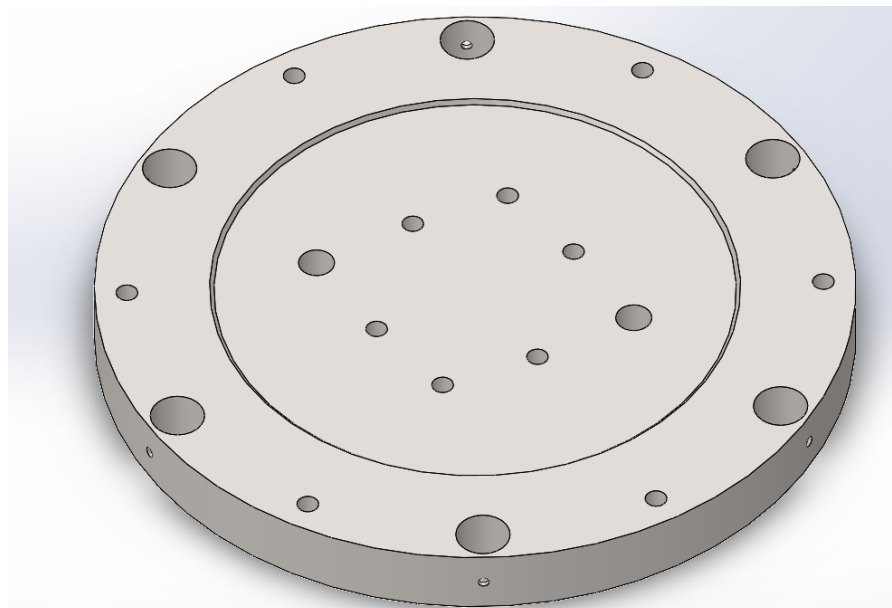


Рисунок 1.5 – 3D модель диска

**Основна функція диска:**  $\Phi_{01}$  – забезпечення точності відносного розташування плити 1, направляючих 4, кронштейну 2 ( див. рисунок 1.2)

**Допоміжні функції диска:**

$\Phi_{д1}$  – забезпечення міцності і надійності конструкції;

$\Phi_{д2}$  – забезпечення плавності ходу направляючих 4;

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ф<sub>д3</sub> – забезпечення безпечності в експлуатації;

Ф<sub>д4</sub> – забезпечення показників надійності протягом заданого періоду експлуатації.

Диск повинен бути достатньо міцним і жорстким. Міцність і жорсткість досягається відповідним конструктивним виконанням диску та фізико-механічними властивостями матеріалу Ст3кп ГОСТ 380-2005, з якого він виготовлений.

Диск повинен бути достатньо міцним для витримування навантаження в 2.5 МПа. На поверхні диска мають бути відсутні гострі кромки та кути для забезпечення безпеки при складанні. Для змащування вісей 5 використовується отвори по контуру диска. Покриття Хім Окс. (S=0.26 м<sup>2</sup>)

### 1.1.6 Функції поверхонь диска

Функції поверхонь диска дотискача формуються на основі функціонального призначення дотискача. Поверхні диска показані та позначені на рисунку 1.6.

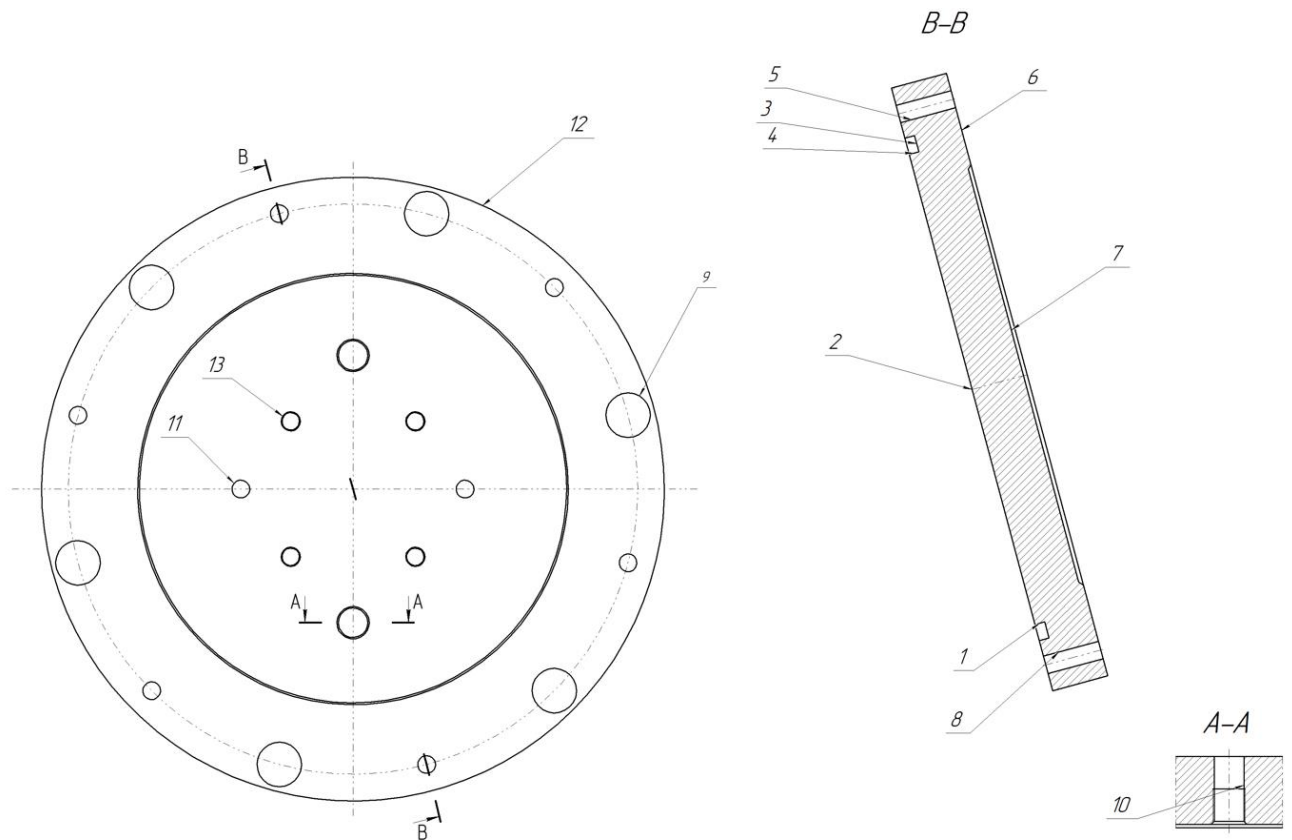


Рисунок 1.6 – До визначення функцій поверхонь диска

Види та функції поверхонь диска наведено в таблиці 1.1.

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 – Види та функції поверхонь диска

Функції поверхонь	Вид поверхні	Позначення поверхонь
Сприймання тиску	Виконавчі поверхні	2
Вхід і вихід повітря з конструкції		10
Визначення положення диска	Основні бази	2, 5, 8
Визначають положення втулок	Допоміжні бази	9
Визначення положення ущільнювача		3, 4, 1
Визначення положення кронштейна	Допоміжні бази	11,13, 7

## 1.2 Тип виробництва і його організаційна форма

Тип виробництва – дрібносерійний. На рік виготовляється 100 штук.

Кількісно тип виробництва визначається коефіцієнтом закріплення операцій  $K_{30}$  — що характеризує рівень спеціалізації робочих місць.

Коефіцієнт закріплення операцій дорівнює відношенню всіх різноманітних технологічних операцій, які виконані або повинні бути виконані протягом місяця на даній ділянці або в цеху до числа робочих місць

$$K_{3.0} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{P} \quad (1.1)$$

де  $n$  – кількість найменувань виробів, які виготовляються на даній групі робочих місць (на ділянці, в цеху) за місяць;

$m_i$  – кількість операцій, що їх проходить  $i$ -й виріб у процесі обробки на даній групі робочих місць;

$P$  – кількість робочих місць

Для дрібносерійного виробництва  $20 < K_{30} \leq 40$ .

Форму організації виробництва приймають на основі ГОСТ 14.312-74. Для серійного виробництва визначають величину партії  $n$  виробів (заготовок, деталей, складальних одиниць) за таким спрощеним алгоритмом:

Визначимо місячну програму випуску виробів:

$$N_M = \frac{N_p}{k \cdot 12}, \text{шт.} \quad (1.3)$$

де  $N_p$  – річний випуск виробів (річна програма), шт;

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$k$  – кількість робочих змін на добу (для одиничного і дрібносерійного виробництва рекомендується приймати  $k=1$ , для решти типів виробництва  $k=2$ ).

$$N_M = \frac{100}{12} = 8,33$$

Визначимо розрахункову величину партії виробів  $n_p$

$$n_p = \frac{I_H \cdot N_M}{22} \quad (1.4)$$

де  $I_H$  – нормативне значення періодичності повторення партії деталей, днів,  $I_H$  приймаємо рівним 15 – для вузлів і деталей середньої складності.

$$n_p = \frac{15 \cdot 8.33}{22} = 5,68$$

Розрахункова величина партії виробів  $n_p = 6$

### 1.3 Аналіз технологічності конструкції

#### 1.3.1 Технологічний аналіз дотискача

Сукупність властивостей конструкції, яка визначає її пристосованість до досягнення оптимальних витрат при виготовленні, експлуатації та ремонті для конкретних умов виробництва називають технологічністю конструкції.

Конструкція дотискача технологічна за наступними критеріями:

1. Існує можливість поділу складальної одиниці на СО більш високого порядку входження з метою забезпечення їх незалежного паралельного вузлового і загального складання.

2. Існує можливість виконання складання з використанням простого технологічного обладнання та слюсарного інструменту.

3. Є вільний доступ до кріпильних з'єднань та інших частин складальної одиниці слюсарно-складальним інструментом.

4. Наявність у базовій деталі зручних складальних технологічних баз.

5. Наявність найкоротшого кінематичного ланцюга для реалізації складальною одиницею своєї основної функції.

6. Наявність вільного доступу до місць контролю і регулювання, в тому числі вимірювальним інструментом.

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Обґрунтованість призначеної точності обробки спряжених поверхонь

8. Можливість, виходячи із функціонального призначення складальної одиниці (СО) її заміни стандартною складальною одиницею

Конструкція не технологічна за такими ознаками:

1. не можливість складання СО при незмінному установленні.

2. Рівень ремонтпридатності (забезпечення оптимальних витрат праці при експлуатації і ремонті) – 3 точки зору можливості ремонту певних деталей є досить трудомісткою, так як у разі проблем з втулками, або деталлю в якій вони встановлюються їх заміна є трудомісткою.

3 точки зору аналізу технологічності, конструкція дотискача є не технологічною в частині ремонту і заміни основних деталей, але дана проблема компенсується наявністю сервісного центру з обслуговування, і високою зносостійкістю важко замінних елементів вузла.

### 1.3.2 Технологічний аналіз конструкції диска

Деталь диск технологічний за наступними вимогами:

1. Тип деталі диск

2. Наявність поверхонь, зручних для базування і закріплення при встановленні на верстатах на всіх операціях. Можливість скорочення числа установів при обробці.

3. Оброблюваність різанням матеріалу деталі, покриття Хім Окс

4. Доступність всіх поверхонь деталі для обробки на металорізальних верстатах та безпосереднього вимірювання.

5. Наявність технологічних елементів для вільного підведення та виходу інструменту для підвищення продуктивності і точності обробки.

6. Відсутність великої різностінності та незамкнутих контурів, які викликають деформацію деталі при термообробці та закріпленні при обробці на верстаті.

7. Жорсткість деталі, яка б дозволяла не зменшувати режимів обробки та застосування високопродуктивних методів механічної обробки

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Відсутність місць різких змін форми, гострих країв, буртиків, які є концентраторами напружень

9. Відсутність специфічних вимог до деталі

10. Наявність мінімальної кількості типорозмірів оброблюваних поверхонь, максимальної кількості однакових елементів (фаски, отвори, посадки тощо) та поверхонь, що оброблюються однаковими технологічними методами.

11. Відсутність площин і отворів розташованих не під прямим кутом.

12. Оброблювані поверхні, розташовуються паралельно або перпендикулярно одна до одної та основних баз деталі.

13. Розташування отворів дає можливість використання інструменту нормальної довжини.

14. Відсутність співвісних отворів, оброблюваних з різних боків.

Диск є нетехнологічним через: наявність глухого штифтового отвору.

Отже виходячи з аналізу технологічності конструкції, можна зробити висновок, що диск є досить технологічним і змін в конструкції не потребує.

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 САЕ – аналіз дотискача

### 2.1 Силовий аналіз дотискача

#### 2.1.1 Аналітичне визначення експлуатаційних навантажень, що діють на деталі дотискача

Проведемо розрахунок дотискача в зборі. Визначимо навантаження, якому піддається складальна одиниця в процесі експлуатації – 2,5 МПа. Для розрахунку, переведемо МПа – Н/м<sup>2</sup>.

$$2.5 \text{ МПа} = 2.5 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$$

На рисунку 2.1 зображена розрахункова схема дотискача.

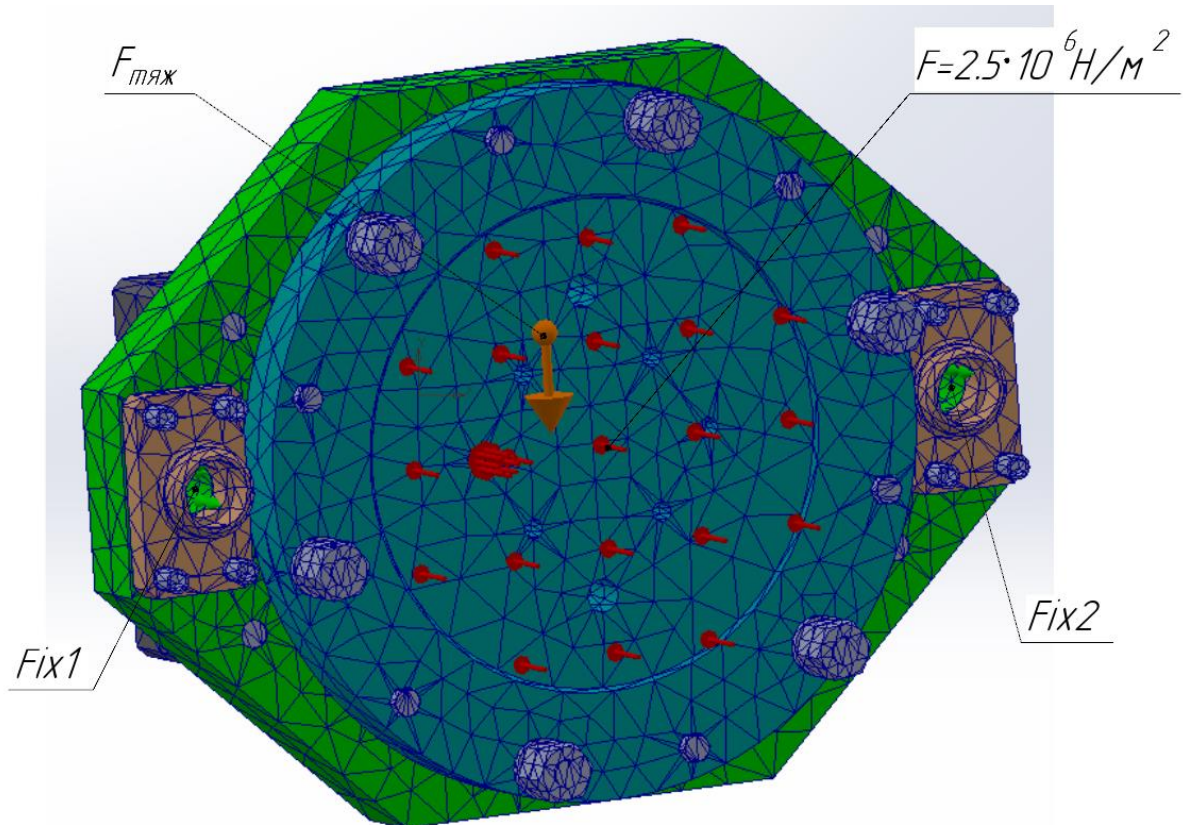


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема дотискача

					КР.КСП. 201.009.003			
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Омелянець В.О						
Перевірив		Сапон С.П						
Н. контр.		Ігнатенко О.А.			<b>САЕ – Аналіз дотискача</b> НУ «Чернігівська політехніка»			
Затвердж.		Єрошенко А.М.						

## 2.1.2 Результати САЕ – аналізу дотискача

На рисунку 2.2, зображена епюра напружень, які виникають в процесі роботи дотискача, а саме в момент притискання матриці.

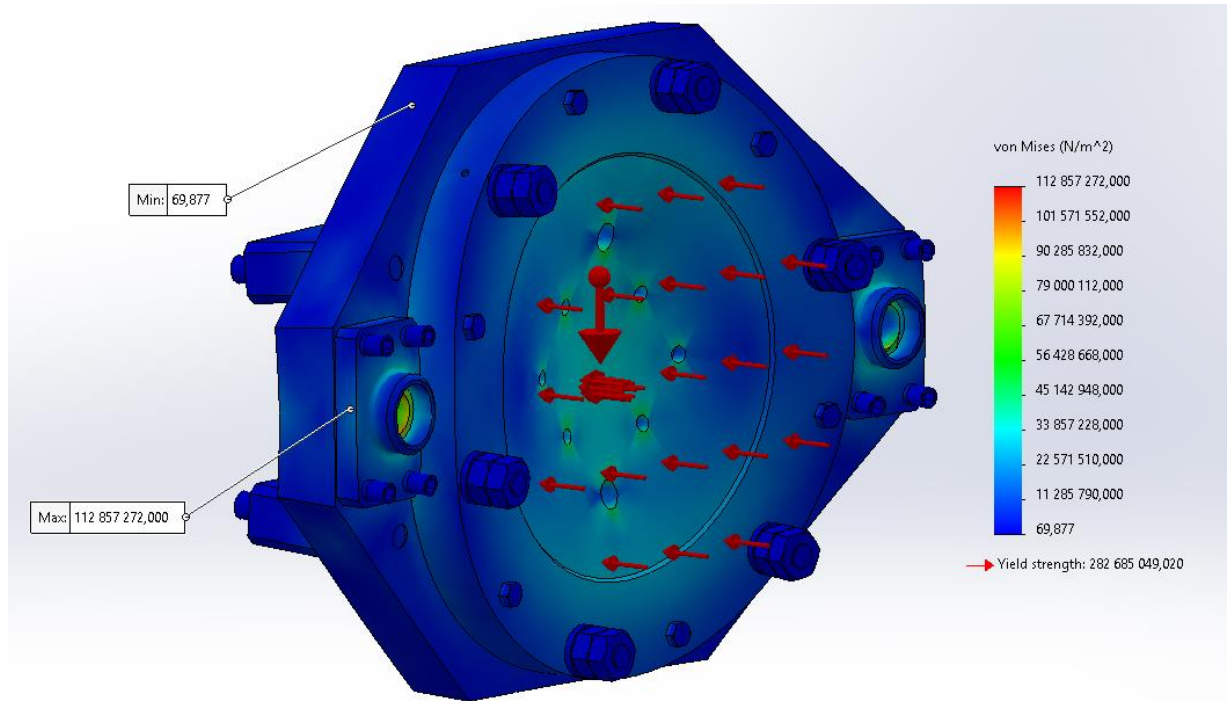


Рисунок 2.2 – Епюра напружень

На рисунку 2.3, зображена епюра переміщень.

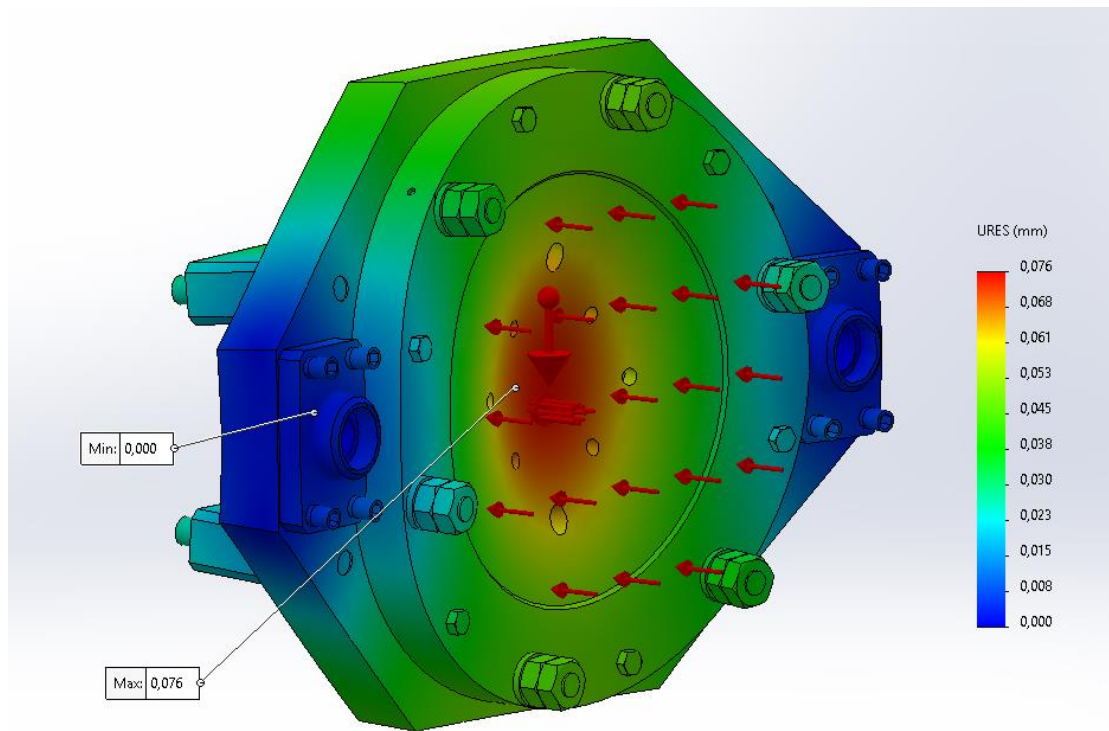


Рисунок 2.3 – Епюра переміщень

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



На рисунку 2.4, зображена епюра деформацій

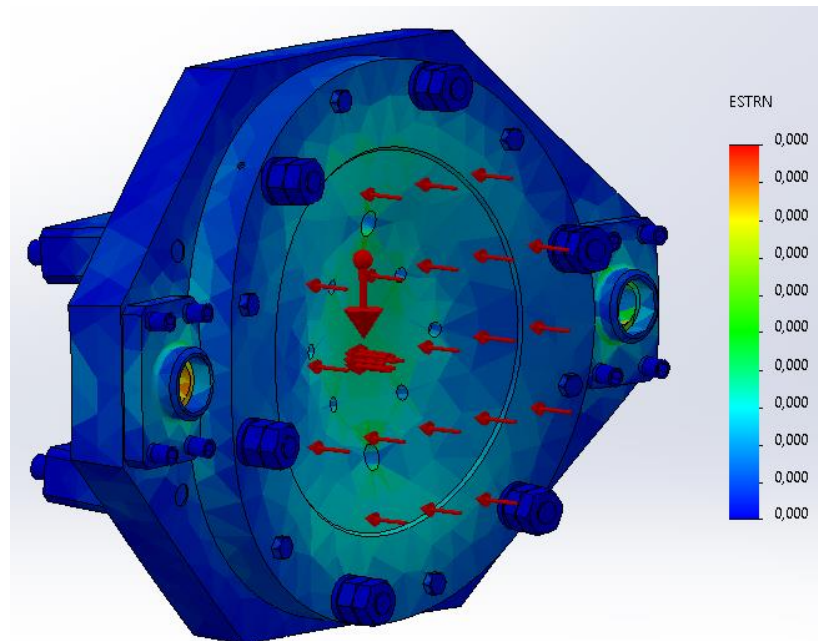


Рисунок 2.4 – Епюра деформацій

На рисунку 2.5, зображена епюра коефіцієнта запасу міцності (КЗМ)

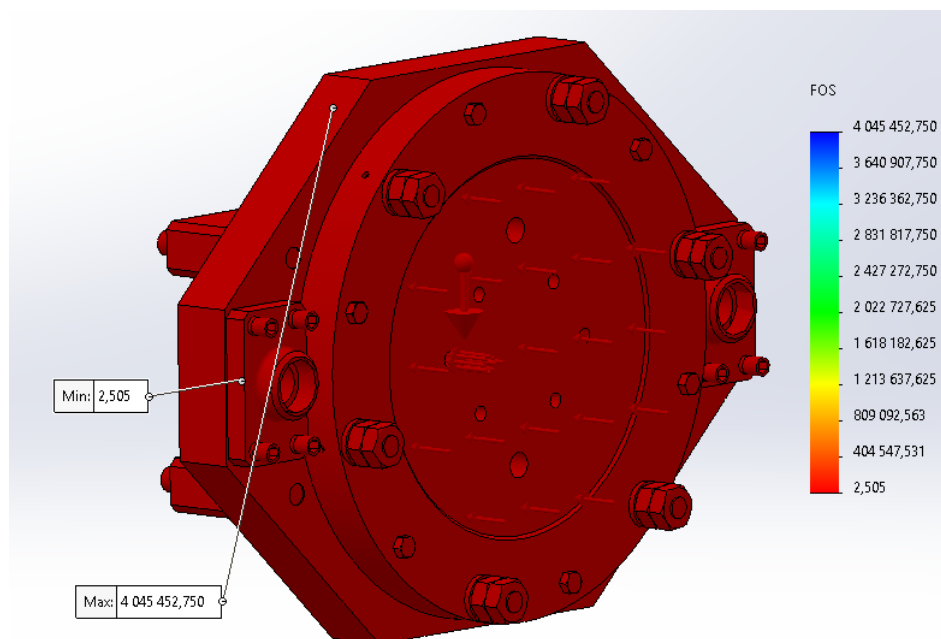


Рисунок 2.5 – Коефіцієнт запасу міцності

**Висновок:** результат проведених розрахунків показує, що дана конструкція дотискача витримує визначені функціональним призначенням експлуатаційні навантаження без руйнування. Мінімальне значення КЗМ становить 2,505, що є прийнятним результатом. Отримані результати, наведені на плакаті «Силовий аналіз дотискача».

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.2 Оптимізація конструкції дотискача

Згідно проведених в попередньому пункті розрахунків задана складальна одиниця, дотискач, витримує визначені функціональним призначенням експлуатаційні навантаження з мінімальним КЗМ 2,505.

Виходячи з топологічного аналізу, маси матеріалу (рис. 2.6) диску можна зробити висновок що зменшення матеріалу диску неможливе оскільки це призведе до невірних деформацій деталі (рис. 2.7)

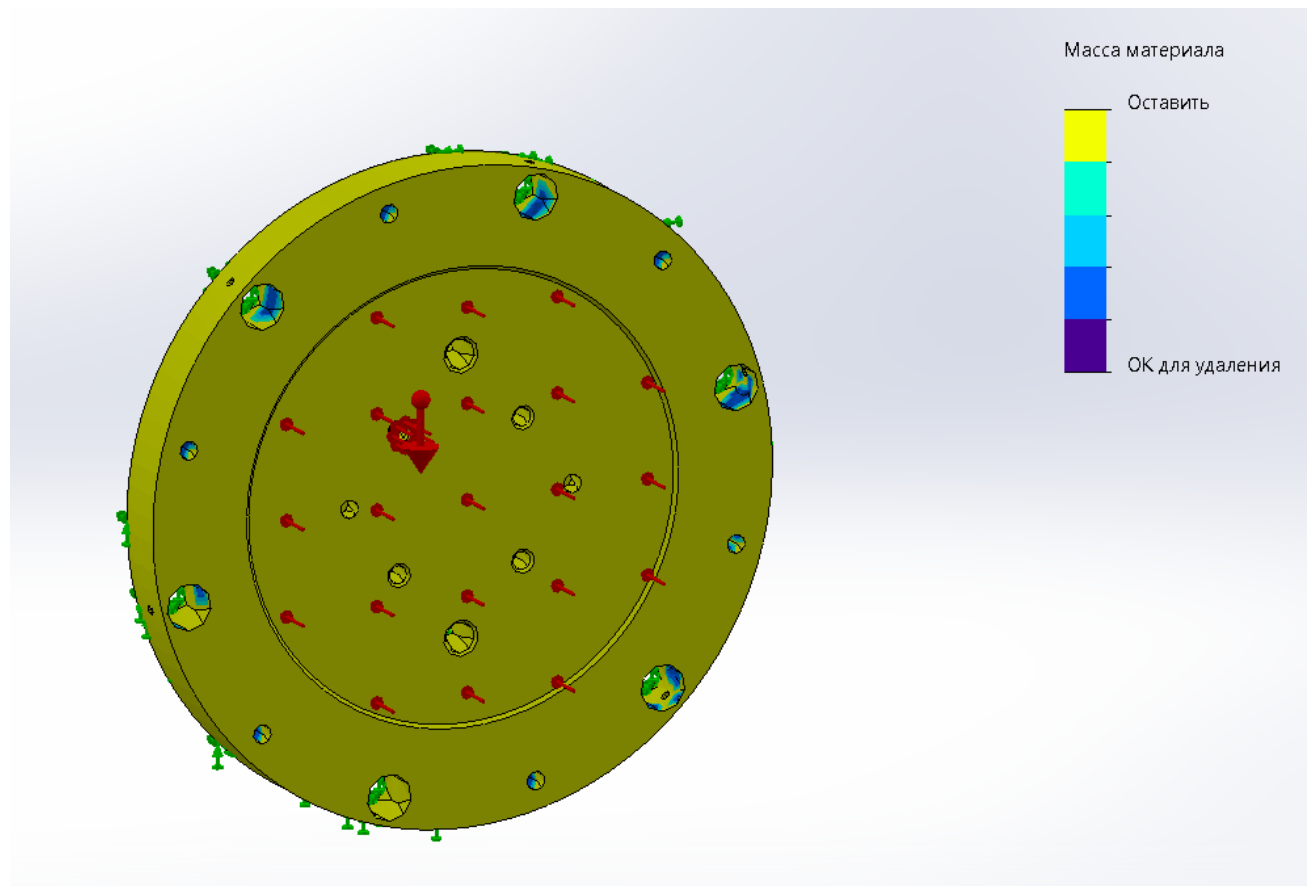


Рисунок 2.6 – Топологічний аналіз зміни маси матеріалу

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

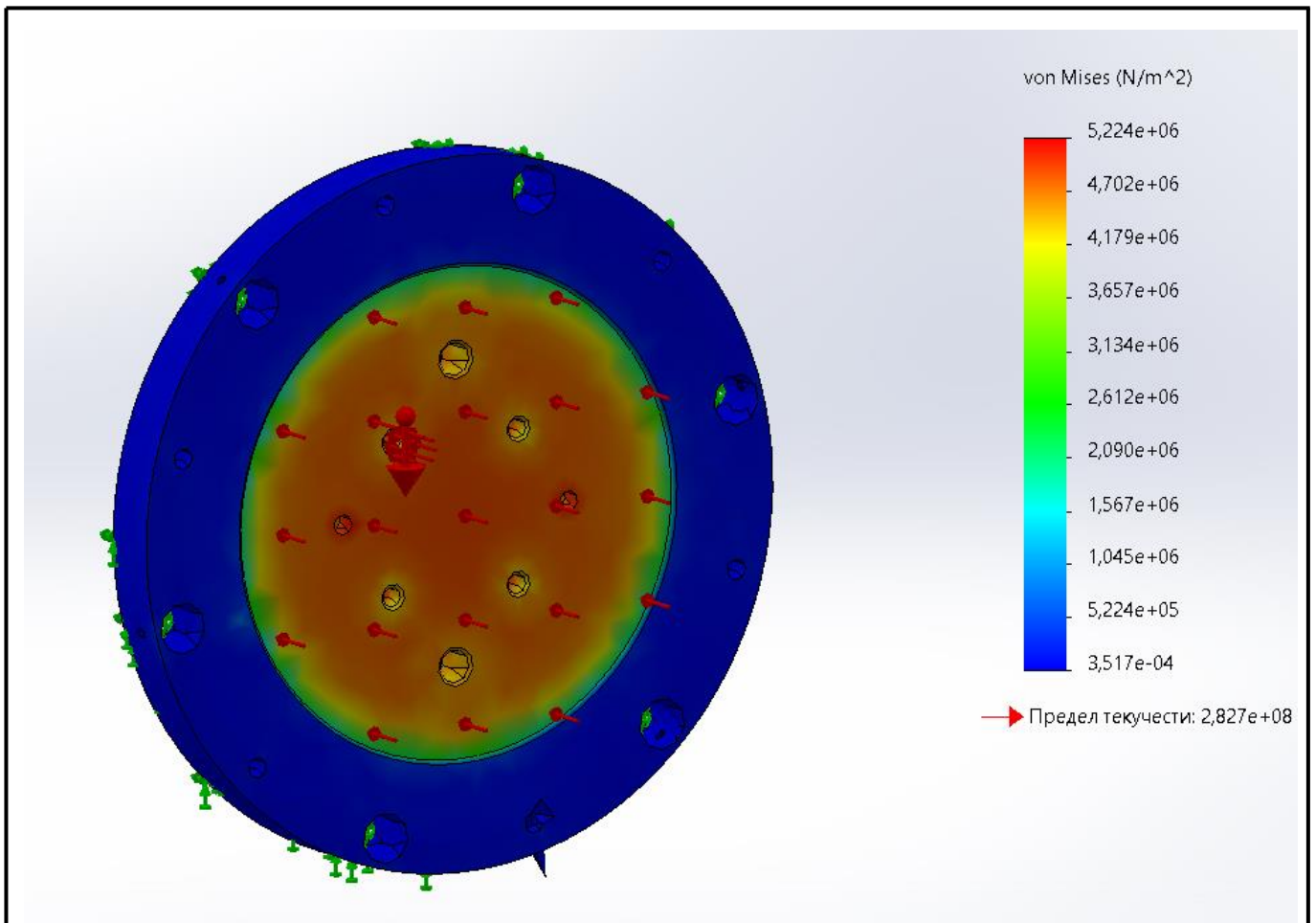


Рисунок 2.7 – Змінне навантаження топології

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. Розмірний аналіз конструкції дотискача

#### 3.1 Визначення параметрів якості дотискача

Для забезпечення нормальної роботи дотискача, необхідно забезпечити такі параметри якості (рисунок 3.1):

$A_{\Delta}$  – зазор між диском та шайбою;

$\delta_{\Delta}$  – паралельність отворів кондуктора та плити;

$\beta_{\Delta}$  – паралельність отворів кондукторів;

$\gamma_{\Delta}$  – паралельність отвору в диску та напрямній втулці плити.

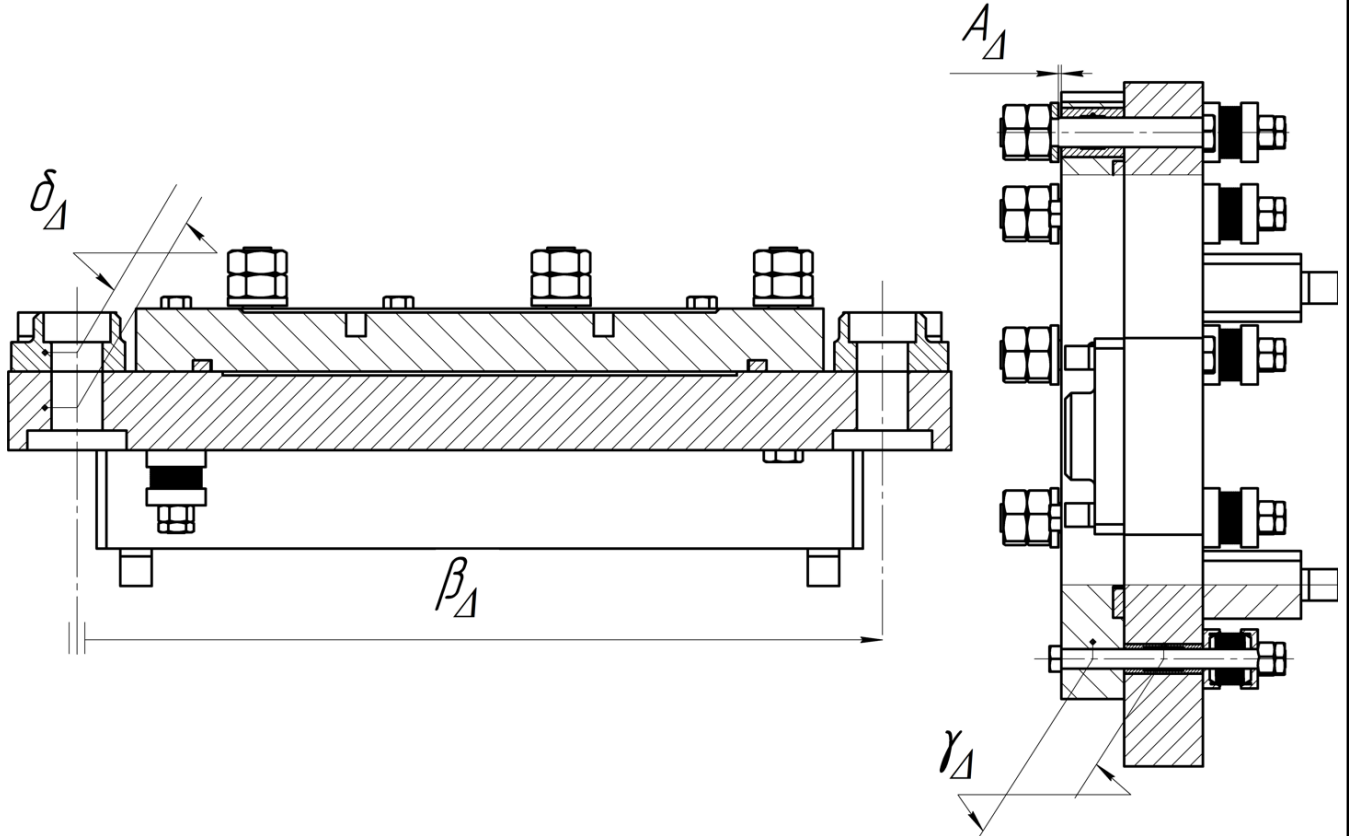


Рисунок 3.1 – Параметри якості дотискача

					<b>КР.КСП.201.009.003</b>					
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>Розмірний аналіз конструкції дотискача</b>					
Розробив	Омелянець В.О.							Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Сапон С.П.									
Н. контр.	Ігнатенко О.А.							НУ «Чернігівська політехніка»		
Затвердж.	Єрошенко А.М.									

### 3.2 Вплив недотримання параметрів якості дотискача

Після проведеного аналізу складального креслення і креслення деталі, зрозуміло, що для виконання свого функціонального призначення, даний механізм повинен відповідати наступним технічним умовам:

1. Забезпечити зазор  $A_{\Delta} = 1,5 \pm 0,1$  мм між диском та шайбою. Не виконання даної умови призведе до недотискання матриці видувної машини, що не відповідає її функціональному призначенню (рисунок 3.2).

*Зазор відсутній  
умова не виконується*

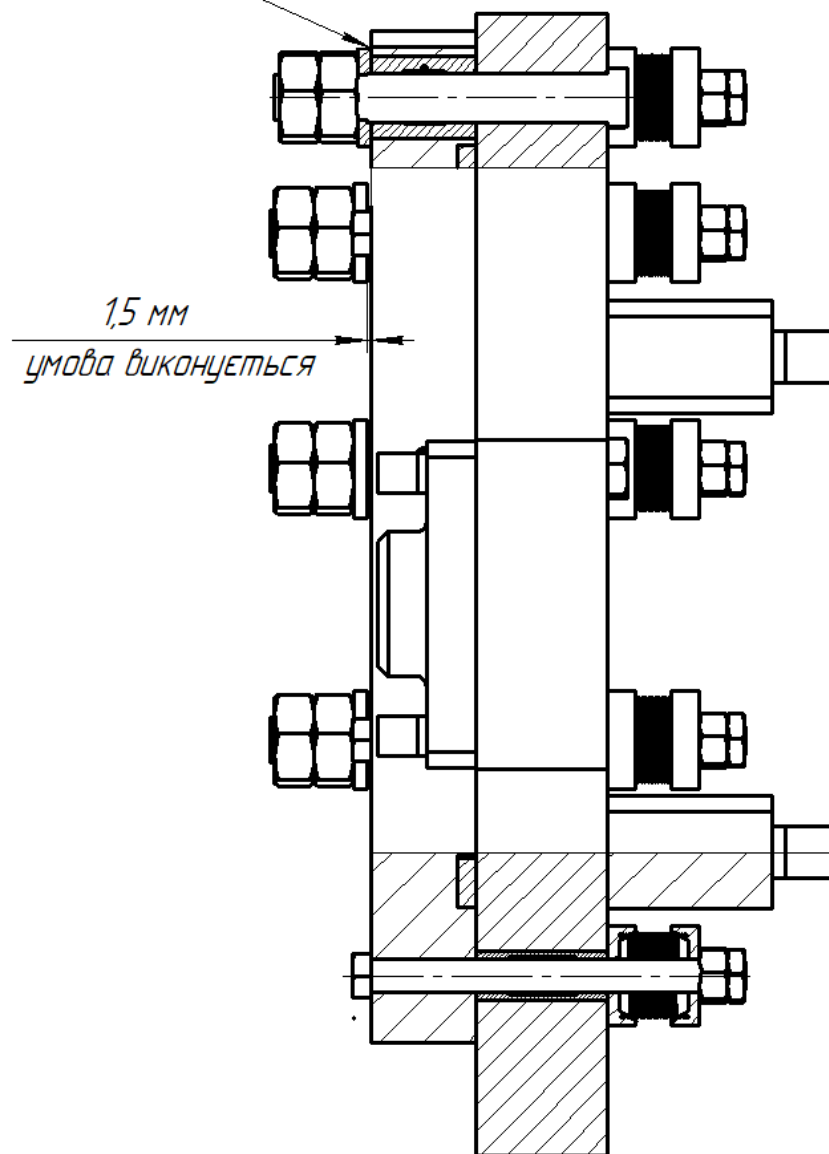


Рисунок 3.2 – Проблема, яка виникає при недотриманні зазору  $A_{\Delta}$ , між шайбою та диском

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Забезпечити паралельність отворів кондукторів  $\beta_{\Delta}$  в межах допуску 0.1 мм. Не виконання даної умови призведе до зміщення отвору кондуктора та неможливості встановлення дотискача в механізм видувної машини (рисунок 3.3).

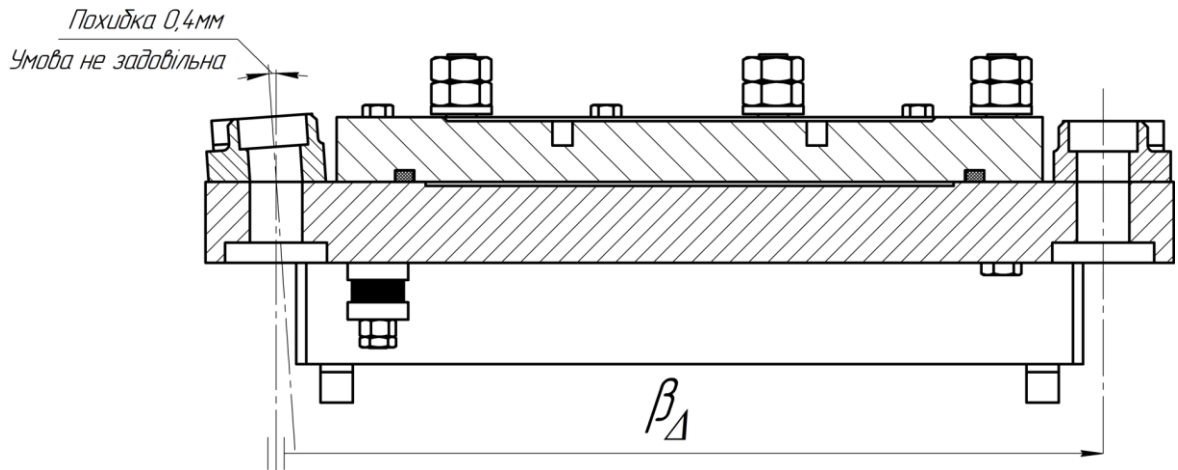


Рисунок 3.3 – Проблема, яка виникає при недотриманні паралельності  $\beta_{\Delta}$  між отворами кондукторів.

3. Забезпечити паралельність отворів диска та плити  $\gamma_{\Delta}$  в межах допуску 0,1 мм. Не виконання даної умови, призведе до неможливості закріплення диска на плиті й подальшого складання механізму (рисунок 3.4).

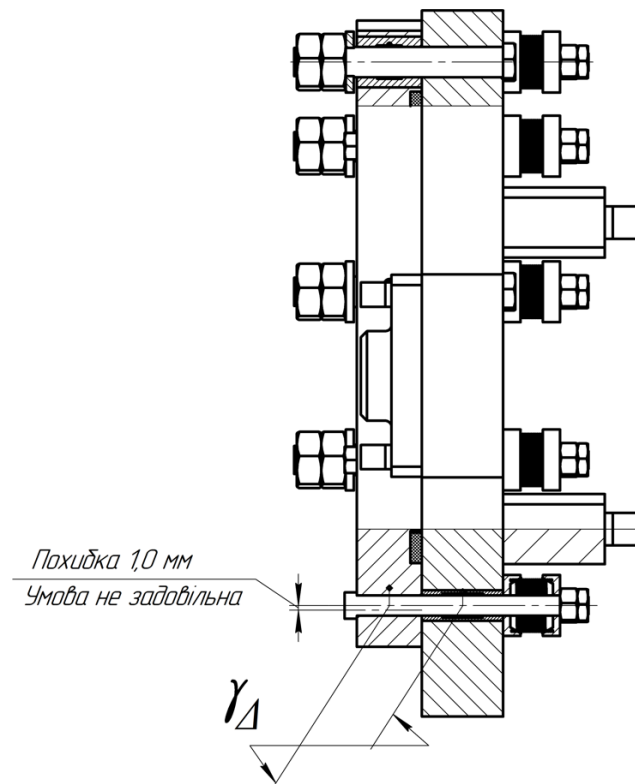


Рисунок 3.4 – Проблема, яка виникає при недотриманні паралельності отворів прямої втулки та плити  $\gamma_{\Delta}$

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.3 Виявлення складальних розмірних ланцюгів

Виявимо складальний розмірний ланцюг  $A_{\Delta}$ , що забезпечує зазор  $1,5 \pm 0,1$  мм між диском та шайбою (рисунок 3.5).

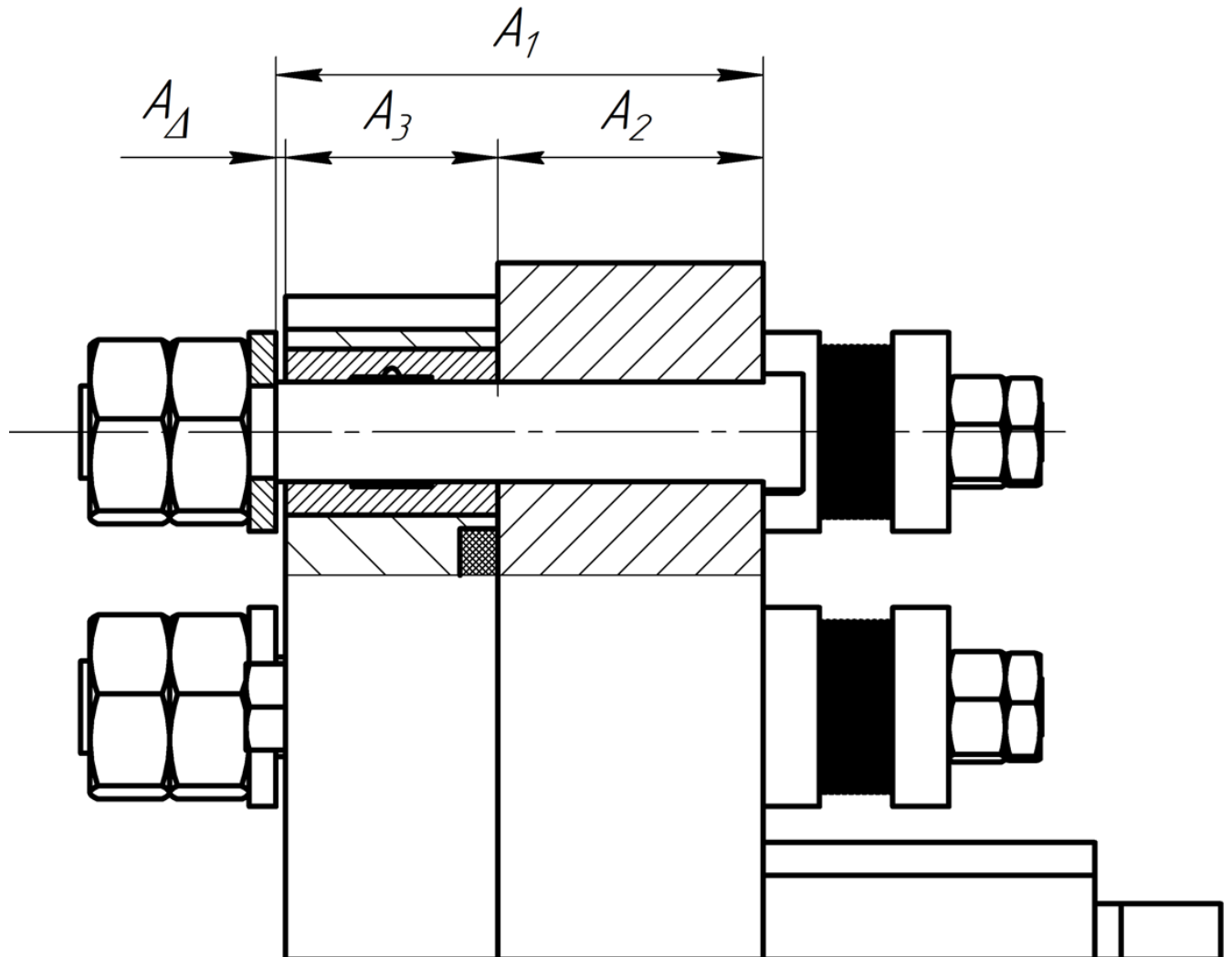


Рисунок 3.5 – Складальний розмірний ланцюг, що визначає зазор  $A_{\Delta}$ , між торцевими поверхнями шайби та плити

$A_{\Delta}$  – Замикальна ланка (відстань між торцевими поверхнями шайби та диска).

$A_1$  – Забезпечує відстань між торцевими поверхнями шайби та направляючого гвинта.

$A_2$  – Забезпечує відстань між торцевими поверхнями направляючого гвинта та плити

$A_3$  – Забезпечує відстань між торцевими поверхнями плити та диска

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виявимо складальний розмірний ланцюг  $\delta_{\Delta}$ , що забезпечує паралельність отворів кондуктора та плити

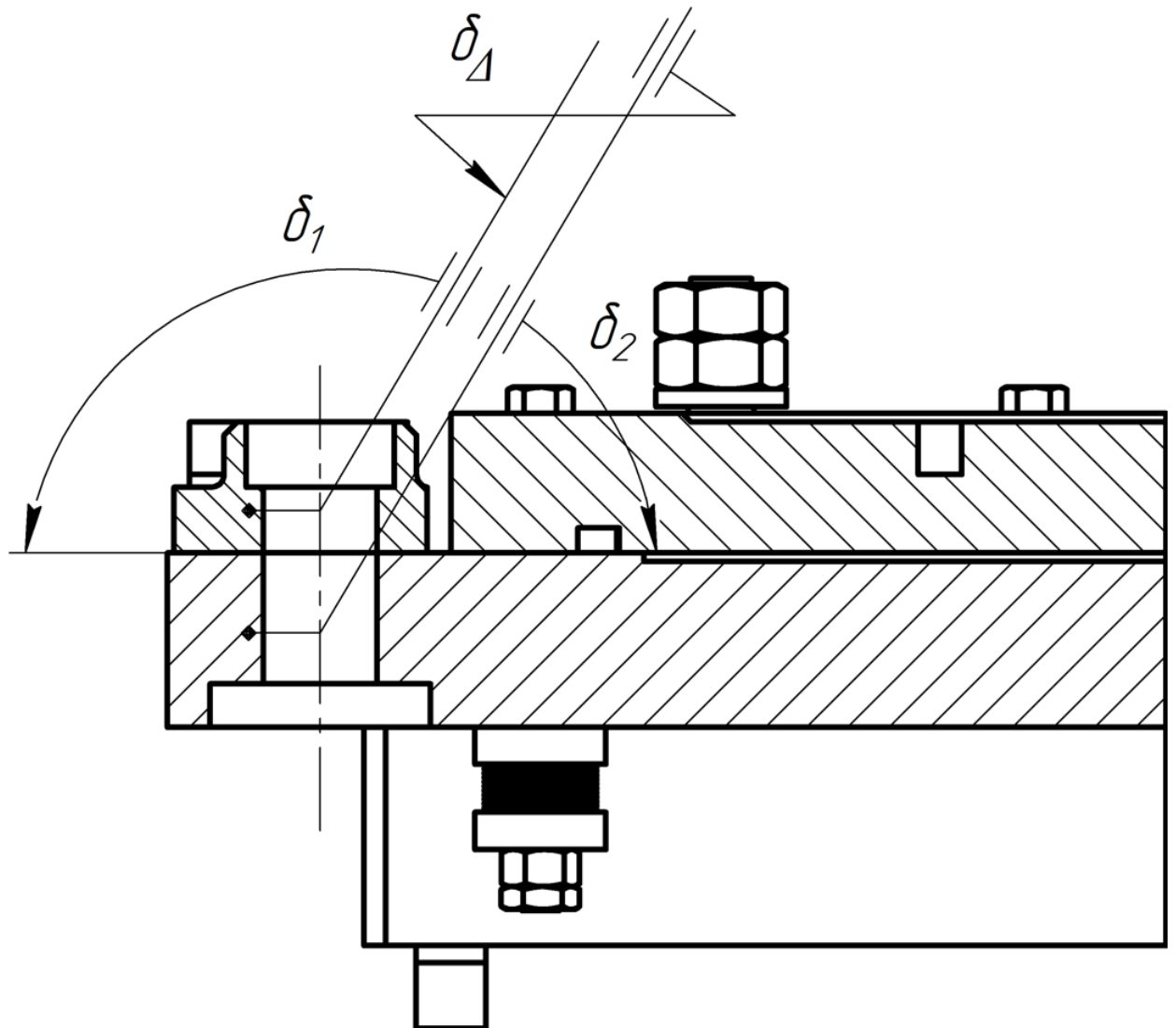


Рисунок 3.6 – Складальний розмірний ланцюг, що визначає паралельність отворів кондуктора та плити

$\delta_{\Delta}$  – замикаюча ланка (паралельність отворів кондуктора та плити).

$\delta_1$  – ланка, що визначає перпендикулярність отвору та торцевої поверхні кондуктора.

$\delta_2$  – ланка, що визначає перпендикулярність отвору плити відносно торцевої поверхні.

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Виявимо складальний розмірний ланцюг  $\beta_{\Delta}$ , що забезпечує паралельність отворів кондукторів (рисунок 3.7)

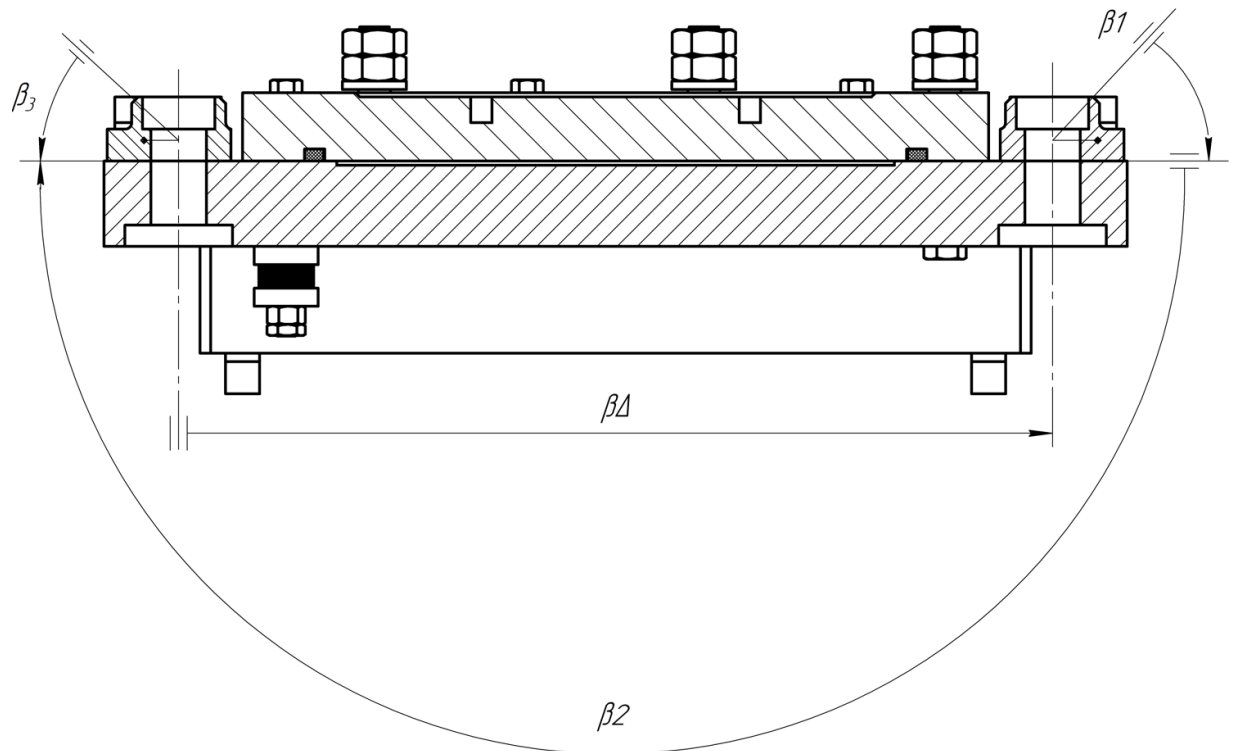


Рисунок 3.7 – Складальний розмірний ланцюг  $\beta_{\Delta}$ , що визначає паралельність отворів кондукторів

$\beta_{\Delta}$  – замикаюча ланка (паралельність отворів кондукторів).

$\beta_1$  – ланка, що визначає перпендикулярність отвору відносно торцевої поверхні першого (правого) кондуктора;

$\beta_2$  – ланка, що визначає паралельність торцевих поверхонь плити, до яких прилягають торці кондукторів;

$\beta_3$  – ланка, що визначає перпендикулярність отвору відносно торцевої поверхні другого (лівого) кондуктора.

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виявимо складальний розмірний ланцюг  $\gamma_{\Delta}$ , що визначає паралельність отвору в диску та напрямній втулці плити (рисунок 3.8).

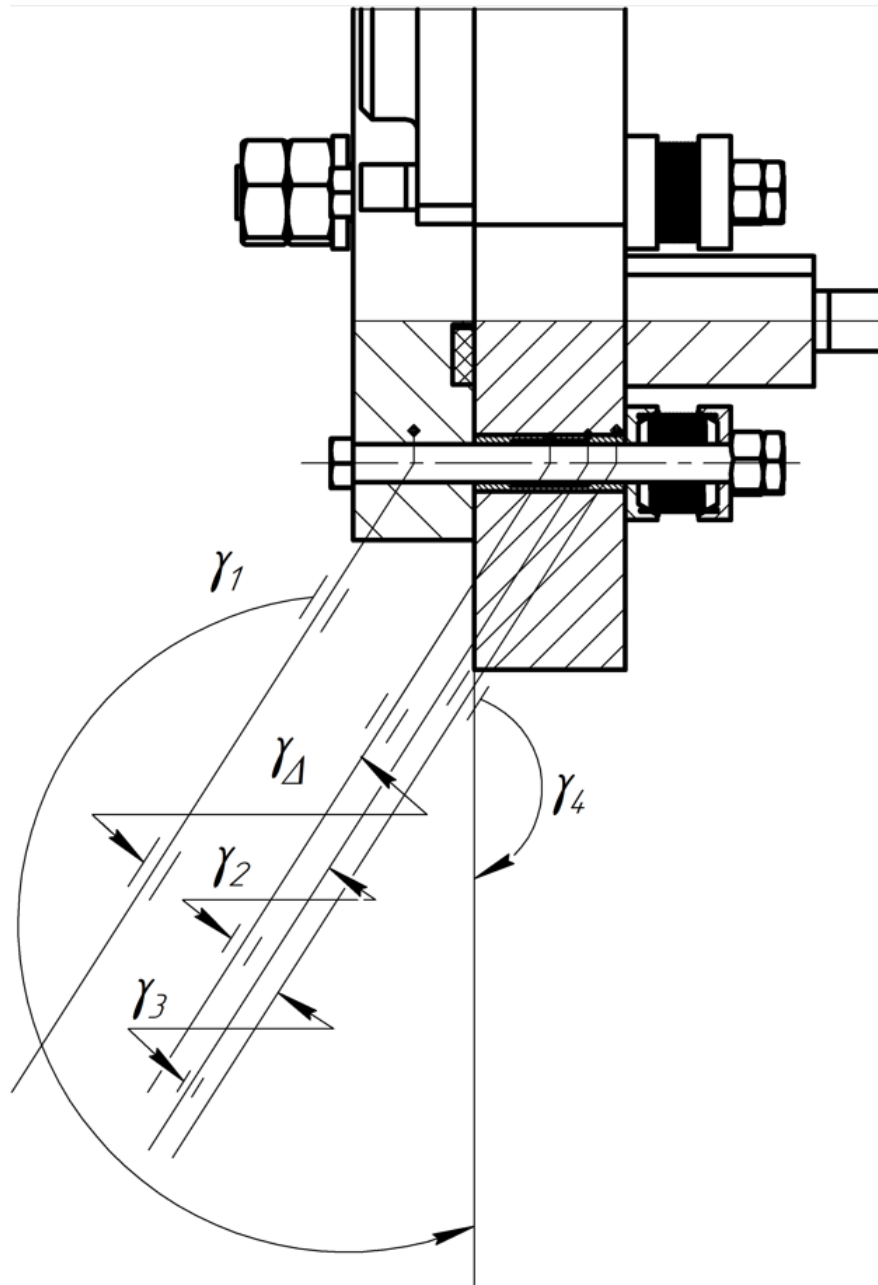


Рисунок 3.8 – Складальний розмірний ланцюг  $\gamma_{\Delta}$ , що визначає паралельність отвору в диску та напрямній втулці плити

$\gamma_{\Delta}$  – замикаюча ланка (паралельність отворів диска та напрямної втулки).

$\gamma_1$  – Забезпечує перпендикулярності отвору та торцевої поверхні диска.

$\gamma_2$  – Забезпечення паралельності отвору втулки до зовнішньої поверхні втулки

$\gamma_3$  – Забезпечення паралельності зовнішньої поверхні втулки до отвору плити

$\gamma_4$  – Забезпечує перпендикулярність торцевої поверхні плити та отвору плити

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.4 Розрахунок складальних розмірних ланцюгів

Здійснимо розрахунок складального розмірного ланцюга ( $A_{\Delta}$ ), що забезпечує відстань між торцевими поверхнями шайби та диску

На рисунку 3.9 зображена розрахункова схема складального розмірного ланцюга.

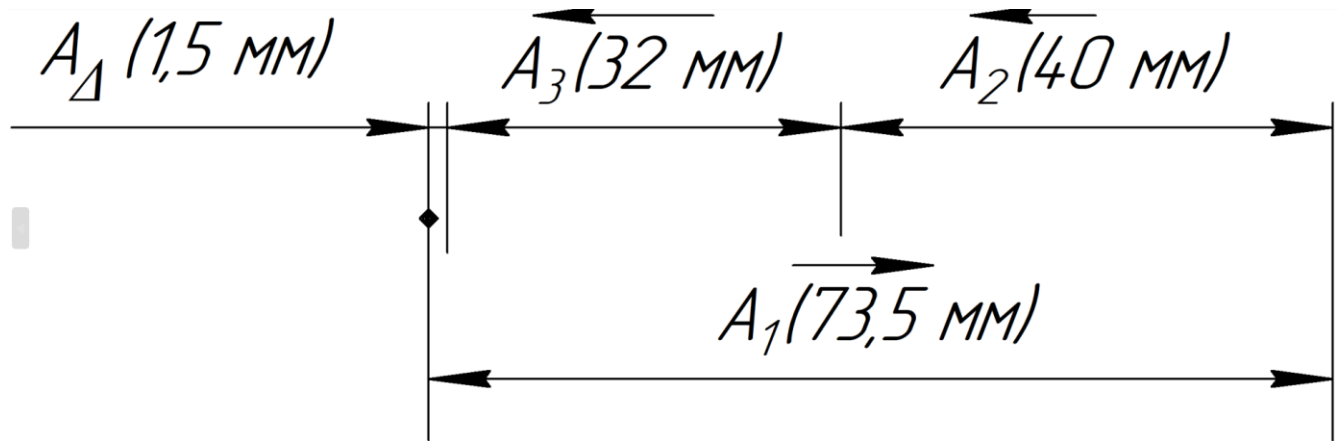


Рисунок 3.9 – Розрахункова схема складального розмірного ланцюга  $A_{\Delta}$

1) Допуск замикаючої ланки  $A_{\Delta} = 0,2$  мм

2) Визначимо граничні відхилення:

$$\Delta_{в A_{\Delta}} = 0 \text{ мм}$$

$$\Delta_{н A_{\Delta}} = -0,2 \text{ мм}$$

3) Визначимо координати середини поля допуску замикаючої ланки:

$$\Delta_0 A_{\Delta} = 0,5(\Delta_{в A_{\Delta}} + \Delta_{н A_{\Delta}}) = 0,5(0 + (-0,2)) = -0,1 \text{ мм}$$

4) Визначимо номінальне значення замикаючої ланки:

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^m C_i \cdot Z_i = 73,5 - 40 - 32 = 1,5 \text{ мм}$$

5) Визначаємо стандартизовані ланки розмірного ланцюга:

– стандартизованих ланок немає.

6) Визначаємо одиницю допуску, параметр ( $i$ ) для не стандартизованих ланок:

Даний параметр визначаємо за формулою:

$$i := 0,45 \cdot \sqrt[3]{D_n} + 0,001 \cdot D_n$$

$$i_1 = 0,45 \cdot \sqrt[3]{73,5} + 0,001 \cdot 73,5 = 1,958$$

$$i_2 = 0,45 \cdot \sqrt[3]{40} + 0,001 \cdot 40 = 1,579$$

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$i_3 = 0.45 \cdot \sqrt[3]{32} + 0.001 \cdot 32 = 1.571$$

Після розрахунків, було визначено параметр (i) для не стандартизованих ланок.

$$i_1 = 1,958; i_2 = 1,579; i_3 = 1,571;$$

7) Визначаємо параметр а (число одиниць допуску):

$$a = \frac{T_{\Delta} - \sum_{i=1}^{n_c} T_{ic}}{\sum_{i=1}^{m-n_c-1} i_i} = \frac{200}{1.958 + 1.579 + 1.571} = 39.154$$

8) За [1,ст.33] Визначимо квалітет точності якому відповідає значення параметра а=39.154, найближче значення 40, відповідає 9 квалітету точності.

Отже, остаточно приймаємо – IT9.

9) Визначаємо допуски не стандартизованих ланок за 9 квалітетом точності.

Значення допусків беремо з [1,табл.2.4]

Дані значення становлять:  $T_{A1} = 74\text{мкм}$ ,  $T_{A2} = 62\text{мкм}$ ,  $T_{A3} = 62\text{мкм}$

10)Визначаємо розрахункове значення допуску замикаючої ланки:

$$T_{\Delta p} = \sum_{i=1}^{m-1} T_i = 74 + 62 + 62 = 198 \text{ мкм}$$

Після підрахунку було виявлено, що розрахункове значення не співпадає з вибраним допуском замикаючої ланки, неузгодженість допусків складає 2 мкм

Проведемо узгодження ланки  $A_1$

$$T_{A1} = 74+2 = 76 \text{ мкм}$$

$$\text{Робимо перевірку: } T_{\Delta p} = \sum_{i=1}^{m-1} T_i = 76 + 62 + 62 = 200 \text{ мкм} = 0,2 \text{ мм}$$

$$T_{\Delta} = T_{\Delta p} = 0,2 \text{ мм}$$

Визначимо середину поля допуску складових ланок:

$$\Delta_{0A1} = 0,5(\Delta_{в A\Delta} + \Delta_{н A\Delta}) = 0,5 ( 0 - 0,076 ) = - 0,038 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{0A2} = 0,5(\Delta_{в A\Delta} + \Delta_{н A\Delta}) = 0,5 ( 0 - 0,062 ) = - 0,031 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{0A3} = 0,5(\Delta_{в A\Delta} + \Delta_{н A\Delta}) = 0,5 ( 0 - 0,062 ) = - 0,031 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{0A} = \Delta_{0A1} + \Delta_{0A2} + \Delta_{0A3} = - 0,038 + ( - 0,031 ) + ( - 0,031 ) = - 0,1$$

$$\Delta_{0 F\Delta} = \Delta_{F\Delta} = - 0,1$$

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, аналіз проведених розрахунків та отриманих результатів показує, що для забезпечення точності замикаючої ланки в заданих межах  $A_{\Delta} = 1,5_{-0.2}$  мм необхідно забезпечити точність не стандартизованих ланок в межах граничних значень, які становлять:  $A_1 = 73,5_{-0.076}$  мм,  $A_2 = 40_{-0.062}$  мм,  $A_3 = 32_{-0.062}$

Занесемо дані розрахунків до таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Результати розрахунків методом максимум-мінімум

Ланка	A1 мм	A2 мм	A3 мм
Номінальний розмір	73,5	40	32
Середина поля допуску	- 0.038	- 0.031	- 0.031
Величина допуску	0.076	0.062	0.062
Нижнє відхилення	- 0.076	- 0.062	- 0.062
Верхнє відхилення	0	0	0

Розрахунок проводимо для ланцюга ( $A_{\Delta}$ ), який забезпечує відстань торцевих поверхонь шайби та диска. Розрахункова схема ланцюга зображена на (рис. 3.9)

**Розрахунок проводимо ймовірносним методом:**

1) Допуск замикаючої ланки  $A_{\Delta} = 0,2$  мм

2) Визначимо граничні відхилення:

$$\Delta_{в A_{\Delta}} = 0 \text{ мм}$$

$$\Delta_{н A_{\Delta}} = - 0,2 \text{ мм}$$

3) Визначимо координати середини поля допуску замикаючої ланки:

$$\Delta_0 A_{\Delta} = 0,5(\Delta_{в A_{\Delta}} + \Delta_{н A_{\Delta}}) = 0,5(0 - 0,2) = - 0,1 \text{ мм}$$

4) Визначимо номінальне значення замикаючої ланки:

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^m C_i \cdot A_i = 73,5 - 40 - 32 = 1,5 \text{ мм}$$

5) Визначаємо стандартизовані ланки розмірного ланцюга:

– стандартизованих ланок немає.

6) Розраховуємо допуски складових ланок за методом рівного квалітету. За [1,ст.53] приймаємо ступінь ризику  $p=0,27$  % і коефіцієнт ризику  $t=3$ . За [1,ст.69]

					<b>КР.КСП.201.009.003</b>	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

визначаємо коефіцієнти відносного розсіювання  $K_i$  та відносної асиметрії  $\alpha_i$ . Для всіх складових ланок  $K_i = 1,2$ ,  $\alpha_i = 0,1$

7)Визначаємо коефіцієнт відносного розсіювання  $\lambda_i$ :

$$\lambda_i = \frac{K_i}{t} = \frac{1,2}{3} = 0,4$$

8) Параметр  $i$  для не стандартних складових ланок складає:  $i_1 = 1.86$  мкм,  $i_2 = 1.56$  мкм,  $i_3 = 1.56$  мкм

9) Визначаємо коефіцієнт точності складових ланок:

$$\alpha = \frac{1000 \cdot \sqrt{T_{\Delta}^2 - \sum_{i=1}^{n_c} t^2 \lambda_i^2 T_{ic}^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m-1-n_c} t^2 \cdot \lambda_i^2 \cdot i_i^2}}$$

$$\alpha := \frac{\sqrt{200^2}}{3 \cdot \sqrt{\left(\frac{1}{3}\right)^2 \cdot [1.86^2 + (1.56)^2 + 1.56^2]}}$$

$$\alpha = 69,3$$

10) За [1,ст.33] визначаємо квалітет точності – IT10

11) За [1,ст.34] визначаємо допуски складових ланок, що відповідають 10–му квалітету точності: :  $A_1 = 120$  мкм,  $A_2 = 100$  мкм,  $A_3 = 100$  мкм.

12) Визначаємо розрахункове значення  $T_{\Delta A}$  замикаючої ланки:

$$T_{\Delta A} = \frac{1}{\lambda_{\Delta}} \sqrt{\sum_{i=1}^{m-1} C_i^2 \lambda_i^2 T_i^2}$$

де,  $\lambda_{\Delta}$ - коефіцієнт відносного розсіювання замикаючої ланки:

$$\lambda_{\Delta} = \frac{1}{3} + \frac{0,183}{\sum_{i=1}^{m-1} |C_i| T_i} \cdot \left( t \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^{m-1} C_i^2 \lambda_i^2 \cdot T_i^2} - \sqrt{\sum_{i=1}^{m-1} C_i^2 T_i^2} \right)$$

Значення  $C_i$  та  $C_i^2$  дорівнюють 1, тоді формула матиме вигляд:

$$\frac{1}{3} + \frac{0.183}{120 + 100 + 100} \cdot [3 \cdot \sqrt{0.4^2 \cdot (120^2 + 100^2 + 100^2)} - \sqrt{120^2 + 100^2 + 100^2}] = 0.355$$

$$\lambda_{\Delta} = 0,355$$

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\frac{1}{0.355} \cdot \sqrt{0.4^2 \cdot (120^2 + 100^2 + 100^2)}$$

$$T = 209$$

13) Неузгодженість допусків  $r_T = 200 - 209 = 9$  мкм

14) Проводимо узгодження ланок ,у якості узгоджуючої вибираємо ланку

$$A_1 = 120 - 9 = 108$$

$$\frac{1}{0.355} \cdot \sqrt{0.4^2 \cdot (108^2 + 100^2 + 100^2)}$$

$$T = 200.001$$

Як бачимо неузгодженість допусків відсутня

15) Визначаємо відхилення розмірів:  $A_1 = 73,5_{-0.108}$  мм,  $A_2 = 42_{-0.1}$  мм,  $A_3 = 20_{-0.1}$ ,

16) Визначаємо координати середини поля допуску замикаючої ланки:

$$\Delta_{0T_{\Delta A}} = 0.5 \cdot (-0,108 - 0,1 - 0,1) = -0.154 \text{ мм}$$

Визначимо неузгодженість:  $0,1 - 0,154 = 0.054$

Проведемо узгодження ланок:

В якості узгоджуючи приймаємо ланки  $A_1, A_2, A_3$

$$T_{A1} = 108 + (-0,5) \cdot 54 = 81 \text{ мкм}$$

$$T_{A2} = 100 + (-0,5) \cdot 54 = 73 \text{ мкм}$$

$$T_{A3} = 100 + (-0,5) \cdot 54 = 73 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{0S_{\Delta A}} = 0.5 \cdot (-0,081 - 0,073 - 0,073) = 0.227 \text{ мм}$$

Визначимо неузгодженість:  $0,1 - 0,11 = 0.01$  мм

Як бачимо далі неузгодженість проводити немає сенсу. Приймаємо значення :

$$A_1 = 73,5_{-0,081} \text{ мм}, P_2 = 60_{-0,073} \text{ мм}, P_3 = 20_{-0,073} \text{ мм}$$

Розрахуємо координату середини поля допуску:

$$\Delta_{0P_{\Delta}} = 0,5(\Delta_{B P_{\Delta}} + \Delta_{H P_{\Delta}}) = 0,5(-0,081 - 0,073 - 0,073) = -0,11 \text{ мм}$$

Як бачимо неузгодженість в межах допустимої

Занесемо дані розрахунків за ймовірнісним методом до таблиці 3.2

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2 – Результати розрахунків ймовірнісним методом

Ланка	A1 мм	A2 мм	A3 мм
Номинальний розмір	73,5	40	32
Середина поля допуску	- 0.0405	- 0.0365	- 0.0365
Величина допуску	0.081	0.073	0.073
Нижнє відхилення	- 0.081	- 0.073	- 0.073
Верхнє відхилення	0	0	0

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 4 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС СКЛАДАННЯ ДОТИСКАЧА

### 4.1 Розробка технологічної схеми складання

Від того, як буде проведений технологічний розподіл виробу на складові частини залежить організація всього технологічного процесу складання. Послідовність складання визначається конструкцією виробу, компонованням деталей і методами досягнення потрібної точності.

Для наочного уявлення структури та послідовності процесу складання розробляється технологічна схема, яка представляє собою умовне графічне зображення послідовності входження деталей і складальних одиниць у машину чи її частину, із зазначенням контрольних і додаткових операцій, що виконуються при складанні. Вона будується так, щоб складальні одиниці і деталі були подані на ній в порядку їх введення в технологічний процес складання. Технологічна схема складання пристосування для фрезерування наведена на рисунку 3.1

На основі технологічної схеми встановлюють склад необхідних складальних, регулювальних, приганяльних, підготовчих і контрольних робіт, визначають структуру і зміст технологічних операцій і переходів, послідовність їх виконання для вузлового і загального складання.

					<b>КР.КСП.201.009.003</b>			
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Омелянець В.О			<b>Технологічний процес складання дотискача</b>	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Сапон С.П.						
Н. контр.		Ігнатенко О.А.				<b>НУ «Чернігівська політехніка»</b>		
Затвердж.		Єрошенко А.М.						

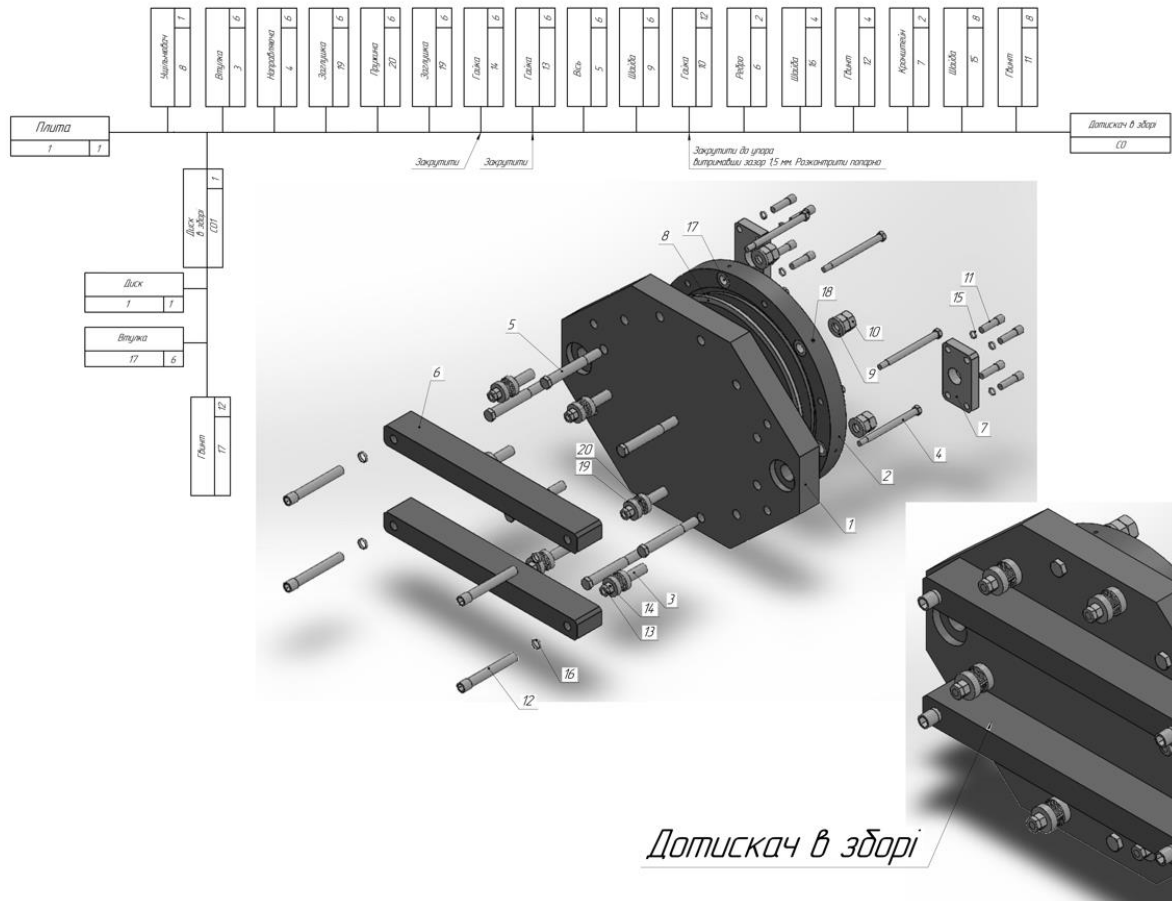


Рисунок 4.1 – Технологічна схема складання дотискача

#### 4.2 Розробка технологічного процесу складання

В процесі складання дотискача, попередньо відбувається складання **диска в зборі (CO1)**. Наступним етапом відбувається загальне складання дотискача.

#### Операція 005 Слюсарно – складальна

**Мета операції:** складання диска в зборі

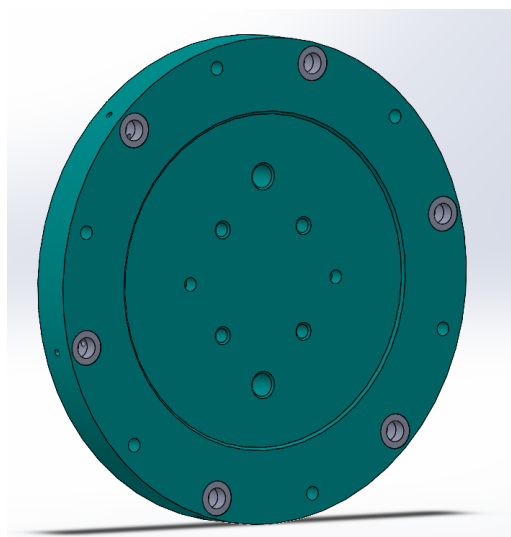


Рисунок 4.2 – 3D зображення диска в зборі

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Зміст: Складання диска в зборі (СО1)**

Встановити диск 2. Встановити втулку 17 в отвори диска в к-ті 6 шт.  
Загвинтити гвинт 18 в к-ті 6 шт.

**Операція 010 Слюсарно – складальна**

**Мета операції: загальне складання дотискача.**

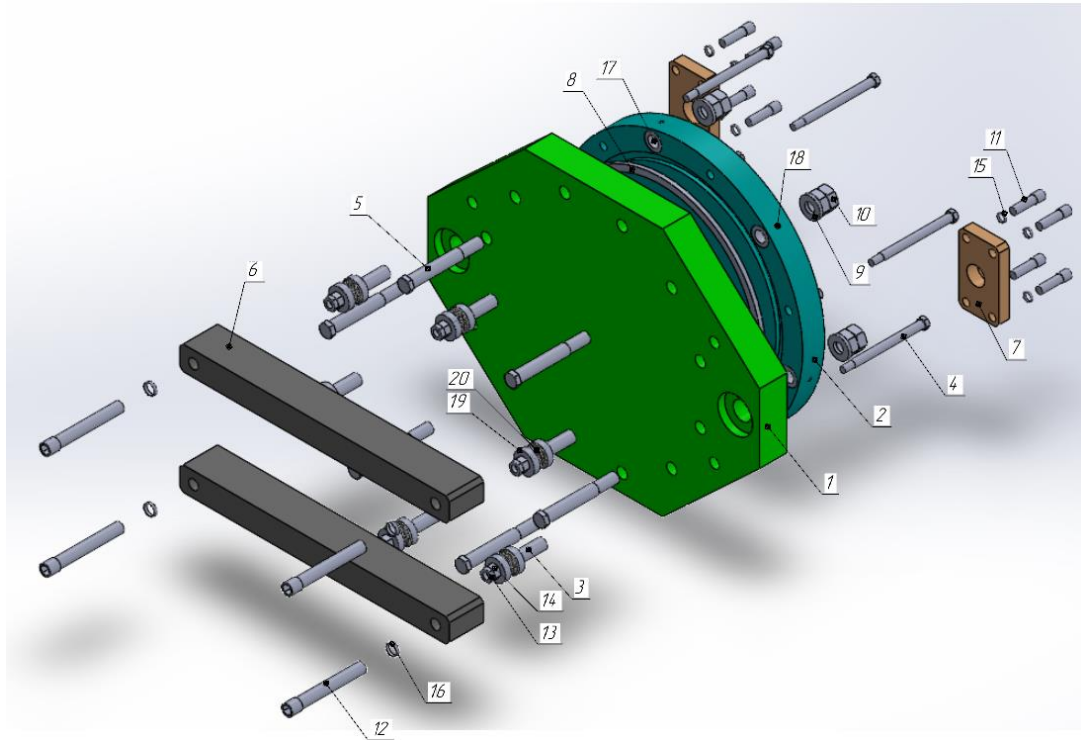


Рисунок 4.3 – 3D зображення загального складання дотискача

**Зміст: Складання дотискача**

Встановити плиту 1, ущільнювач 8, диск зборі (СО1). Встановити направляючу 4 в к-ті 6 шт., встановити заглушку 19 в к-ті 6шт., встановити пружину 20 в к-ті 6 шт., та заглушку 19 в к-ті 6 шт., зафіксувавши їх положення гайками 14, 13 в к-ті 12 шт. Встановити вісь 5 в отвори плити, шайбу 9 та гайку 10 в к-ті по 6 шт., зафіксувавши положення вісі на плиті.

Встановити ребро 6 в к-ті 2 шт., шайбу 16 в к-ті 4 шт., зафіксувавши положення даних одиниць гвинтами 12 в к-ті 4 шт..

Встановити крондуктор 7 в к-ті 2 шт., шайбу 15 в к-ті 8 шт., зафіксувавши кронштейн гвинтами 11 в к-ті 8 шт.

**Засоби технологічного оснащення: Стіл слюсарно – складальний СРПС для складально – зварних робіт ГОСТ 31.211.41-93 Динамометричний ключ ГОСТ 25603 – 83, набір рожкових ключів Jonnesway.**

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Контроль:** Після повного складання вузла, проконтролювати зазор 1,5 мм між торцевими поверхнями шайби та диска.

### 4.3 Технологічне оснащення процесу складання

Складальні роботи потребують значної витрати фізичної сили складальників. Тому полегшення праці складальників і підвищення продуктивності складання є найважливішими задачами, які розв'язуються при розробці технологічного процесу складання машини шляхом призначення технологічного спорядження складальних операцій.

Тип, основні розміри і технічну характеристику технологічного спорядження визначає зміст операцій. Технологічне спорядження складається з складального обладнання, технологічного оснащення та підйомно-транспортних засобів. При дрібно та середньо серійному виробництві застосовують технологічне обладнання і оснащення універсального, переналагоджуваного типу.

З метою підвищення продуктивності праці складальників широко застосовуються механізовані складальні інструменти, їх застосування дозволяє підвищити продуктивність праці в 1,5-2 рази при умові окупності інструментів протягом року.

Для виконання процесу складання і контролю даної складальної одиниці необхідне наступне технологічне устаткування і оснащення:

1. Для закручування гвинтів використовуємо динамометричний ключ, контролюючи силу затиску (рис.4.4)



Рисунок 4.4 – Динамометричний ключ

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Для закручування гайок використовуємо набір ріжкових ключів (рис. 4.5)



Рис 4.5 – набір ріжкових ключів Jonnesway

#### 4.4 Нормування технологічного процесу складання

Штучний час слюсарно - складальних робіт визначимо за формулою:

$$T_{ш} = \sum (t_{ш1} + t_{ш2} + \dots + t_{шn}) \cdot K$$

де,  $T_{ш}$  – штучний час слюсарно - складальних робіт ;

$t_{шn}$  – штучний час на складання окремих вузлів ;

$K$  – коефіцієнт, який враховує кількість складальних вузлів, деталей в партії.

Таблиця 4.1 – Технічні умови складання диска в сборі ( CO1 )

№ деталі	Назва	Кількість	Матеріал	Вага в кг	
				Однієї одиниці	Загальна
1	Диск ( 2 )	1	Сталь 3	22,0	22,0
2	Втулка ( 17 )	6	Сталь 3	0,025	0,15
3	Гвинт ( 18 )	6	Сталь 20	0,01	0,06
Загальна вага на операції складання 005				22,21 кг	

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.2 – Технічні умови загального складання дотискача

№ деталі	Назва	Кількість	Матеріал	Вага в кг	
				Однієї одиниці	Загальна
1	Плита ( 1 )	1	Сталь 3	40,5	40,5
2	Ущільнювач ( 8 )	8	Резина технічна	0,01	0,01
3	Диск в зборі (СО1)	1		22,21	22,21
4	Направляюча (4)	6	Сталь 35	0,1	0,6
5	Заглушка (19)	6	Сталь 35	0,05	0,3
6	Пружина ( 20 )	6	Сталь 65Г	0,02	0,12
7	Заглушка ( 19 )	6	Сталь 35	0,05	0,3
8	Гайка ( 14 )	6	Сталь 35	0,01	0,06
9	Гайка ( 13 )	6	Сталь 35	0,01	0,06
10	Вісь ( 5 )	6	Сталь 35	0,1	0,6
11	Шайба ( 9 )	6	Сталь 20	0,005	0,03
12	Гайка ( 10 )	6	Сталь 35	0,01	0,06
13	Ребро ( 6 )	2	Сталь 3	5,15	10,3
14	Шайба ( 16 )	4	Сталь 20	0,015	0,06
15	Гвинт ( 12 )	4	Сталь 35	0,01	0,04
16	Кронштейн (7)	2	Сталь 35	0,7	1,4
17	Шайба ( 15 )	8	Сталь 20	0,005	0,02
18	Гвинт ( 11 )	8	Сталь 35	0,01	0,04
Загальна вага на операції складання 010					76,7 кг

Занесемо дані виконаних робіт на складальних операціях: 005, 010 до таблиць, визначивши час складання на кожній окремій операції.

Таблиця 4.3 – Нормування оперативного часу для операції 005 – слюсарно – складальна

№ п/п	Зміст роботи	Фактори, що впливають на тривалість	Оперативний час $T_{оп}$ , хв
1	Встановити диск ( 2 )	Маса – 22,0 кг	1,0
2	Встановити втулку( 17 )	Маса – 0,025 кг / 6 шт.	0,5
3	Загвинтити гвинт ( 18 )	Маса – 0,01 кг / 6 шт.	1,0
Загальний час складання на операції 005			2,5

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.4 – Нормування оперативного часу для операції 010 – слюсарно – складальна

№ п/п	Зміст роботи	Фактори, що впливають на тривалість	Оперативний час $T_{оп}, хв$
1	Встановити плиту ( 1 )	Маса – 40,5 кг	1,0
2	Встановити ущільнювач ( 8 )	Маса – 0,01 кг	0,25
3	Встановити диск в зборі СО1	Маса – 22,21 кг	2,0
4	Встановити направляючу ( 4 )	Маса – 0,1 кг / 6 шт.	1,5
5	Встановити заглушку ( 19 )	Маса – 0,05 кг / 6 шт.	0,5
6	Встановити пружину ( 20 )	Маса – 0,02 кг / 6 шт.	0,5
7	Встановити заглушку ( 19 )	Маса – 0,05 кг / 6 шт.	0,5
8	Закрутити Гайку( 14 )	Маса – 0,01 кг / 6 шт.	1,5
9	Закрутити Гайку( 13 )	Маса – 0,01 кг / 6 шт.	1,5
10	Встановити вісь ( 5 )	Маса – 0,01 кг / 6 шт.	1,5
11	Встановити шайбу ( 9 )	Маса – 0,005 кг / 6 шт.	0,25
12	Закрутити гайку ( 10 )	Маса – 0,01 кг / 6 шт.	1,5
13	Закрутити гайку ( 28 )	Маса – 0,05 кг n = 2	0,6
14	Встановити ребро ( 6 )	Маса – 5,15 / 2 шт.	1,0
15	Встановити шайбу ( 16 )	Маса – 0,005 / 4 шт.	0,25
16	Загвинтити гвинт ( 12 )	Маса – 0,01 / 4 шт.	1,0
17	Встановити кронштейн ( 4 )	Маса – 0,7 / 2 шт.	1,0
18	Встановити шайбу ( 15 )	Маса – 0,005 / 8 шт.	0,5
19	Загвинтити гвинт ( 11 )	Маса – 0,01 / 8 шт.	2,0
Загальний час складання на операції 010			19,35

Штучний час слюсарно - складальних робіт складає:

$$T_{ш} = ( 19,35 + 2,5 ) \cdot 1 = 21.85 \text{ хв}$$

#### 4.5 Визначення організаційних параметрів складання

Кількість стендів загального складання визначаємо за формулою:

$$m = \frac{\sum_{i=1}^l t_i \cdot N_i + k \cdot \sum_{i=1}^l T_{пзi}}{F_g}$$

де  $t_i$  — час загального складання  $i$ -го виробу;

$N_i$  — річна програма випуску  $i$ -го виробу.  $N_i = 100$  шт.

$k$  — кількість партій за рік;  $k = 1$

$T_{пз}$  — підготовчо-заклучний час для  $i$ -го виробу;

$l$  — кількість найменувань виробів, які складаються на даному стенді;

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$F_g$  — дійсний річний фонд робочого часу.  $F_g = 1860$  год.

$$m = \frac{0,36 \cdot 100 + 1 \cdot 0,01}{1860} = 0,02$$

Знайдене значення округляють до найближчого більшого (прийнятого)  $m_{пр}$  значення. Завантаженість складального стенду при цьому:

$$\eta_z = \frac{m}{m_{пр}}$$

Приймаємо кількість стендів  $m_{пр} = 1$

Завантаженість складальних стендів становить:

$$\eta_z = \frac{m}{m_{пр}} = \frac{0,02}{1} = 0,02$$

Так як умова  $\eta_z < 0,5$  виконується, то складальний стенд завантажений не достатньо, його слід довантажити виконанням інших робіт

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 5 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДИСКА

### 5.1 Вибір вихідної заготовки

Вибір вихідної заготовки – одне із складних завдань, які вирішується при розробці технологічного процесу. Метод одержання вихідної заготовки визначає її якість і точність, а відповідно і об'єм механічної обробки, який в свою чергу, визначає кількість робочих ходів (операцій) технологічного процесу. Слід прямувати до найбільшого коефіцієнта використання матеріалу, тобто максимально наближати форму і розміри вихідної заготовки до форми і розмірів готової деталі за умови найменшої собівартості виготовлення деталі в цілому.

Заготовка лист 40 Сталь 3 Ø375 мм. Метод отримання – плазмова різка.

Назва станку – машина плазмової різки метала MARLINE FIRE DRIDGE

*Заготовка – Лист 40 Сталь 3 Ф375 мм*

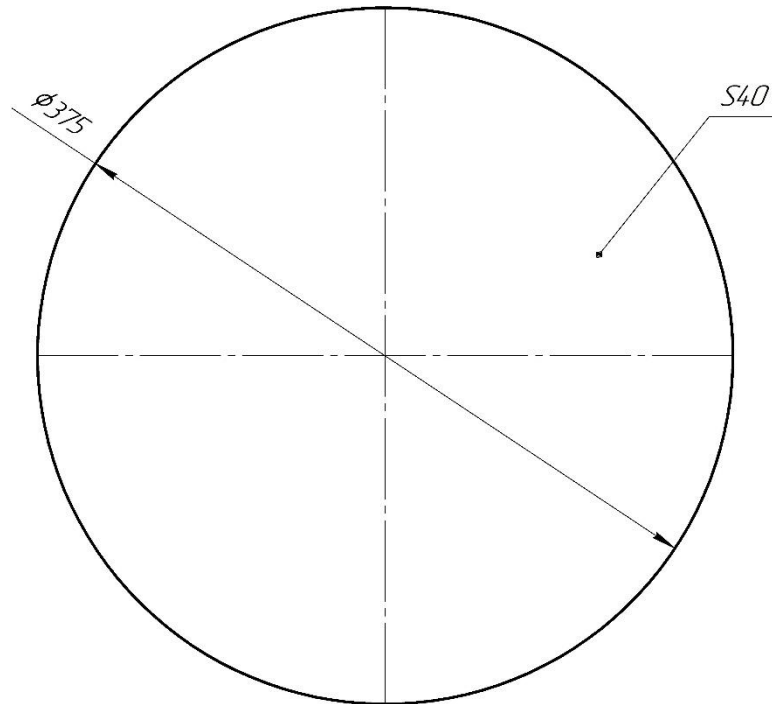


Рисунок 5.1 – Заготовка диска

Об'єм та масу заготовки знаходимо користуючись системою тривимірного моделювання SolidWorks 3D: об'єм деталі:  $V=4417 \text{ см}^3$ , маса деталі:  $m=34.7 \text{ кг}$

					<b>КР.КСП.201.009.003</b>			
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>Технологічний процес механічної обробки диска</b>	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив	ОмелянецьВ.О						43	
Перевірив	Сапон С.П							
Н. контр.	Ігнатенко О.А.							
Затвердж.	Єрошенко А.М.							
						НУ «Чернігівська політехніка»		

## 5.2 Розробка технологічного процесу механічної обробки диска

### 5.2.1 Виявлення основних розмірних зв'язків поверхонь диска

При механічній обробці деталі вирішується дві групи задач:

1. Забезпечення необхідного взаємного розміщення оброблених поверхонь і тих, що залишаються без обробки.

2. Забезпечення точності розмірів, потрібної якості та взаємного розташування оброблених поверхонь.

Вирішивши дані задачі, ми забезпечимо надійність та якість пристосування для фрезерування, та виконання всіх умов, які зазначені у службовому призначенні. За кресленням деталі ( рис 5.2 ), виявляємо взаємозв'язки поверхонь з урахування функцій, які виконує деталь у складальній одиниці.

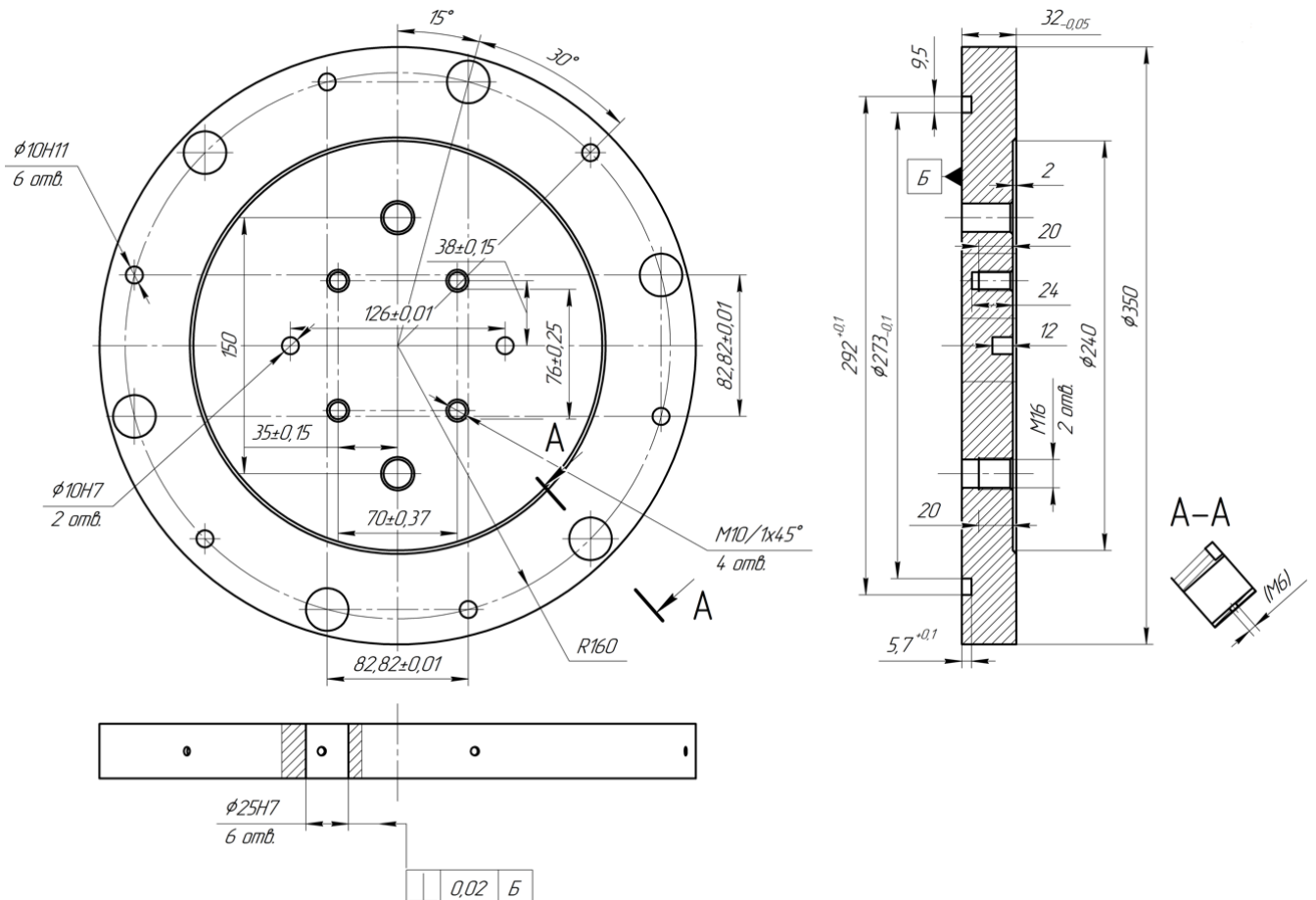


Рисунок 5.2 – Розмірні зв'язки поверхонь диска

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 5.2.2 Основні технологічні задачі

Виходячи з виявлених розмірних зв'язків і вимог до точності й якості поверхонь, визначають і формулюють основні технологічні задачі. Від правильного вирішення цих питань залежить точність і економічність виготовлення деталі.

#### Основні технологічні задачі:

1. Забезпечити точність розміру  $\varnothing 350_{-1,4}$  мм, шорсткість поверхні Ra 10,0 мкм.
2. Забезпечити точність розмірів  $35_{-0,05}$  ,  $\varnothing 273_{-0,1}$  ,  $\varnothing 292^{+0,1}$  ,  $5,7^{+0,1}$  , шорсткість поверхні Ra 2,5 мкм.
3. Забезпечити точність розміру  $32_{-0,05}$  ,  $240^{+1,1}$  ,  $2_{-0,25}$  мм, шорсткість поверхні Ra 5,0 мкм.
4. Забезпечити точність розміру  $\varnothing 25H7$  , шорсткість поверхні Ra 2,5 мкм, перпендикулярність в межах допуску 0,02 мм.
5. Забезпечити точність розміру  $\varnothing 10H11$  , шорсткість поверхні Ra 2,5 мкм.
6. Забезпечити точність розмірів  $\varnothing 10H7$  , на глибину  $12^{+0,43}$   $126 \pm 0,01$  ,  $63 \pm 0,01$  , шорсткість поверхні Ra 2,5 мкм
7. Забезпечити точність розміру M16,  $150 \pm 1,0$  мм, шорсткість Ra 5,0 мкм.
8. Забезпечити точність розмірів M10/1x45°,  $70 \pm 0,25$  ,  $76 \pm 0,25$  ,  $38 \pm 0,15$  ,  $35 \pm 0,15$  .

### 5.2.3 Вибір методів і кількість переходів обробки

Поставлені в попередньому пункті задачі досягаються комплексом методів обробки і відповідним базуванням заготовки. На даному етапі для всіх оброблюваних поверхонь вибираються методи їх обробки, які дозволяють найкоротшим і найекономічнішим шляхом забезпечити потрібну точність і якість за всіма показниками.

Методи остаточної обробки всіх поверхонь заготовки і методи виконання проміжних операцій визначають виходячи з вимог, які ставляться до точності, якості готової деталі, з урахуванням характеру вихідної заготовки і властивостей оброблюваного матеріалу. На основі таблиць економічної ефективності і точності обробки вибираємо можливі методи і кількість переходів при обробці поверхонь деталі. Вибрані методи обробки наведені в таблиці 5.1

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.1 – Комплекс технологічних методів забезпечення якості диска

Зміст задачі	Витримуванні параметри	Технологічний метод	Досягнуті параметри		
			1	2	3
1. Забезпечити точність розміру $\varnothing 350_{-1,4}$ мм, шорсткість поверхні Ra 10,0 <u>мкм</u> .	1. Точність розміру $\varnothing 350_{-1,4}$ мм. 2. Шорсткість поверхні Ra 10,0 <u>мкм</u> .	1.Точіння чорнове	0,2 0,06 0,018	0,1 0,05 0,02	4,0 – 16,0 1,0 – 4,0 0,32 – 1,25
		<b>1.Фрезерування чорнове</b>	<b>0,25</b>	<b>0,2</b>	<b>4,0 – 16,0</b>
2. Забезпечити точність розмірів $\varnothing 35_{0,05}$ , $\varnothing 273_{-0,1}$ , $\varnothing 292^{+0,1}$ , $5,7^{+0,1}$ мм, шорсткість поверхні Ra 2,5 <u>мкм</u> .	1. Точність розмірів $\varnothing 35_{-0,05}$ , $\varnothing 273_{-0,1}$ , $\varnothing 292^{+0,1}$ , $5,7^{+0,1}$ мм. 2.Шорсткість поверхні Ra 2,5 <u>мкм</u>	1.Точіння чорнове 2.Точіння чистове	0,2 0,06	0,1 0,05	4,0 – 16,0 1,0 – 4,0
		<b>1.Фрезерування чорнове</b> <b>2.Фрезерування чистове</b>	<b>0,25</b> <b>0,04</b>	<b>0,2</b> <b>0,05</b>	<b>4,0 – 16,0</b> <b>1,0 – 4,0</b>
3. Забезпечити точність розміру $32_{-0,05}$ , $240^{+1,1}$ , $2_{-0,25}$ мм, шорсткість поверхні Ra 5,0 <u>мкм</u> .	1. Точність розмірів $32_{-0,05}$ , $240^{+1,1}$ , $2_{-0,25}$ мм 2. Шорсткість поверхні Ra 5,0 <u>мкм</u>	<b>1.Фрезерування чорнове</b> <b>2.Фрезерування чистове</b>	<b>0,25</b> <b>0,04</b>	<b>0,2</b> <b>0,05</b>	<b>4,0 – 16,0</b> <b>1,0 – 4,0</b>
		1.Точіння чорнове 2.Точіння чистове	0,2 0,06	0,1 0,05	4,0 – 16,0 1,0 – 4,0
4. Забезпечити точність розміру $\varnothing 25H7$ , шорсткість поверхні Ra 2,5 <u>мкм</u> , перпендикулярність в межах допуску 0,02 мм.	1. Точність отвору $\varnothing 25H7$ 2. Перпендикулярність 0,1 мм. 3. Шорсткість Ra 2,5 <u>мкм</u>	<b>1.Свердління</b>	<b>0,11</b>	<b>0,05</b>	<b>1,25 – 3,2</b>
		<b>2.Розвертування чорнове</b>	<b>0,07</b>	<b>0,01</b>	<b>1,25 – 2,5</b>
		<b>3.Розвертування чистове</b>	<b>0,018</b>	<b>0,008</b>	<b>0,63 – 1,25</b>
		1.Свердління 2.Зенкерування чорнове 3.Зенкерування чистове 4.Розвертування чорнове 5.Розвертування чистове	0,27 0,18 0,11 0,07 0,018	0,08 0,05 0,02 0,01 0,008	3,2 – 12,0 2,5 – 8,0 1,25 – 3,2 1,25 – 2,5 0,63 – 1,25
		<b>1.Свердління</b>	<b>0,11</b>	<b>0,05</b>	<b>1,25 – 3,2</b>
5. Забезпечити точність розміру $\varnothing 10H11$ , шорсткість поверхні Ra 2,5 <u>мкм</u> .	1. Точність розміру $\varnothing 10H11$ , 2. Шорсткість Ra 2,5 <u>мкм</u>	<b>1.Свердління</b>	<b>0,11</b>	<b>0,05</b>	<b>1,25 – 3,2</b>
		1.Свердління 2.Зенкерування чорнове 3.Зенкерування чистове 4.Розвертування чорнове 5.Розвертування чистове	0,27 0,18 0,11 0,07 0,018	0,08 0,05 0,02 0,01 0,008	3,2 – 12,0 2,5 – 8,0 1,25 – 3,2 1,25 – 2,5 0,63 – 1,25
		<b>1.Фрезерування чорнове</b> <b>2.Фрезерування чистове</b>	<b>0,25</b> <b>0,04</b>	<b>0,2</b> <b>0,05</b>	<b>4,0 – 16,0</b> <b>1,0 – 4,0</b>
		1.Свердління 2.Зенкерування чорнове 3.Зенкерування чистове 4.Розвертування чорнове 5.Розвертування чистове	0,27 0,18 0,11 0,07 0,018	0,08 0,05 0,02 0,01 0,008	3,2 – 12,0 2,5 – 8,0 1,25 – 3,2 1,25 – 2,5 0,63 – 1,25
		<b>1.Свердління</b>	<b>0,11</b>	<b>0,05</b>	<b>1,25 – 3,2</b>
6. Забезпечити точність розмірів $\varnothing 10H7$ , шорсткість поверхні Ra 2,5 <u>мкм</u> .	1. Точність розмірів $\varnothing 10H7$ 2. Шорсткість Ra 2,5 <u>мкм</u>	<b>1.Фрезерування чорнове</b> <b>2.Фрезерування чистове</b>	<b>0,25</b> <b>0,04</b>	<b>0,2</b> <b>0,05</b>	<b>4,0 – 16,0</b> <b>1,0 – 4,0</b>
		1.Свердління 2.Зенкерування чорнове 3.Зенкерування чистове 4.Розвертування чорнове 5.Розвертування чистове	0,27 0,18 0,11 0,07 0,018	0,08 0,05 0,02 0,01 0,008	3,2 – 12,0 2,5 – 8,0 1,25 – 3,2 1,25 – 2,5 0,63 – 1,25
		<b>1.Свердління</b>	<b>0,11</b>	<b>0,05</b>	<b>1,25 – 3,2</b>
		1.Свердління 2.Зенкерування чорнове 3.Зенкерування чистове 4.Нарізання різи	0,27 0,18 0,11	0,08 0,05 0,02	3,2 – 12,0 2,5 – 8,0 1,25 – 3,2
		<b>1.Свердління</b> <b>2. Нарізання різи</b>	<b>0,11</b>	<b>0,05</b>	<b>1,25 – 3,2</b>
7. Забезпечити точність розміру M16 мм, шорсткість Ra 5,0 <u>мкм</u> .	1. Точність розмірів M16 мм 2. Шорсткість Ra 5,0 <u>мкм</u>	<b>1.Свердління</b> <b>2. Нарізання різи</b>	<b>0,11</b>	<b>0,05</b>	<b>1,25 – 3,2</b>
		1.Свердління 2.Зенкерування чорнове 3.Зенкерування чистове 4.Нарізання різи	0,27 0,18 0,11	0,08 0,05 0,02	3,2 – 12,0 2,5 – 8,0 1,25 – 3,2
		<b>1.Свердління</b> <b>2. Нарізання різи</b>	<b>0,11</b>	<b>0,05</b>	<b>1,25 – 3,2</b>
		1.Свердління 2.Зенкерування чорнове 3.Зенкерування чистове 4.Нарізання різи	0,27 0,18 0,11	0,08 0,05 0,02	3,2 – 12,0 2,5 – 8,0 1,25 – 3,2
		<b>1.Свердління</b> <b>2. Нарізання різи</b>	<b>0,11</b>	<b>0,05</b>	<b>1,25 – 3,2</b>
8. Забезпечити точність розмірів M10/1x45°, шорсткість Ra 5,0 <u>мкм</u> .	1. Точність розмірів M10/1x45° 2. Шорсткість Ra 5,0 <u>мкм</u>	1.Свердління 2.Зенкерування чорнове 3.Зенкерування чистове 4.Нарізання різи	0,27 0,18 0,11	0,08 0,05 0,02	3,2 – 12,0 2,5 – 8,0 1,25 – 3,2
		<b>1.Свердління</b> <b>2. Нарізання різи</b>	<b>0,11</b>	<b>0,05</b>	<b>1,25 – 3,2</b>

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5.2.4 Вибір технологічних баз

Вибір технологічних баз роблять на початку розробки технологічного процесу, одночасно з встановленням послідовності методів механічної обробки поверхонь

Розглянемо технологічну задачу 2. Оброблювана поверхня зображена потовщеною лінією.  $5,7^{+0,1}$  мм, шорсткість поверхні Ra 2,5 мкм.

$$T_{\Delta} = 5,7^{+0,1}$$

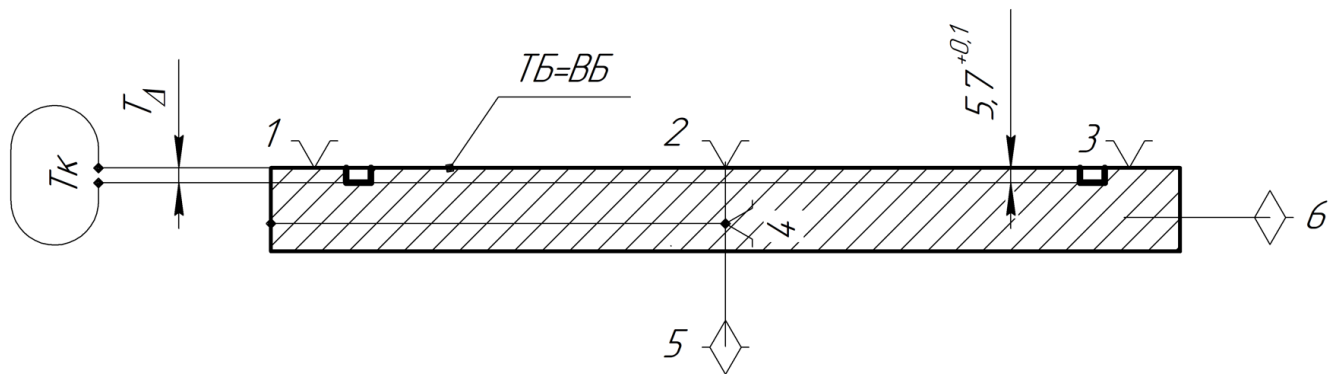


Рисунок 5.3 – Базування при вирішенні технологічної задачі 2

При даній схемі обробки, похибка буде дорівнювати методу обробки

$$\omega_{T_{\Delta}}^1 = \omega_{T_K} = \omega_{\text{фрезер.}} = 0,05$$

Даний варіант базування забезпечує необхідну точність замикаючої ланки

Розглянемо другий варіант базування рис. 5.4, при даному варіанті базування, точність розміру  $5,7^{+0,1}$  мм буде залежати від двох параметрів.

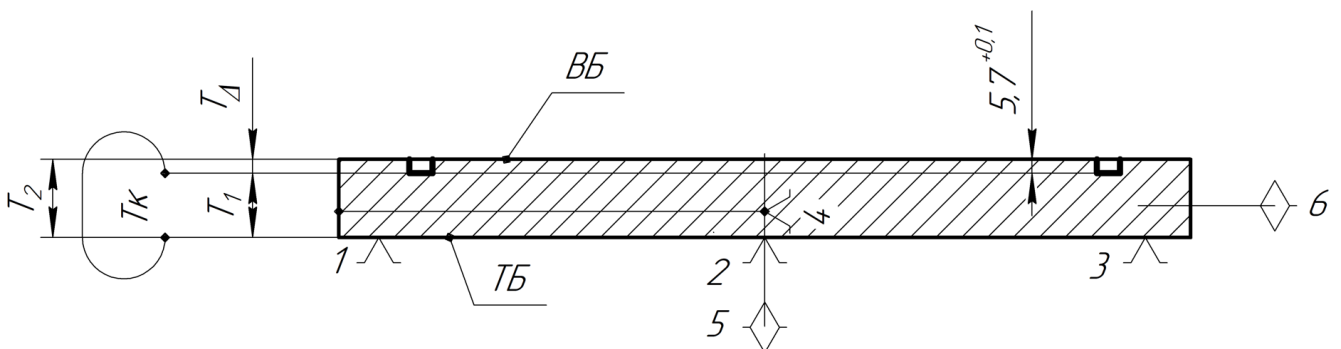


Рисунок 5.4 – Другий варіант базування при вирішенні технологічної задачі 2

Визначимо похибку для даного варіанта базування

$$\omega_{T_{\Delta}}^2 = \omega_{\Gamma_1} + \omega_{\Gamma_2};$$

$$\omega_{\Gamma_1} = \omega_{\text{фрезерув.}} = 0,05 \text{ мм};$$

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\omega_{\Gamma_2} = \omega_{\text{базування}} = 0,05 \text{ мм};$$

$$\omega^2_{\Gamma_\Delta} = 0,05 + 0,05 = 0,1 \text{ мм};$$

Отримані значення параметрів при різних варіантах базування зводимо до таблиці 5.2

Таблиця 5.2 – Значення параметрів при різних варіантах базування

Параметр	Варіант базування	
	№1	№2
$\omega_{\Gamma_\Delta}$ , мм	0,05	0,1

Аналіз проведених варіантів базування диска при розв'язанні технологічної задачі 2 показує, використовувати обидва варіанти базування, тому що вони забезпечує необхідні параметри точності.

Розглянемо технологічну задачу 6: забезпечити точність розміру  $12^{+0,43}$  мм, шорсткість поверхні Ra 2,5 мкм.

$$\Gamma_\Delta = 12^{+0,43}$$

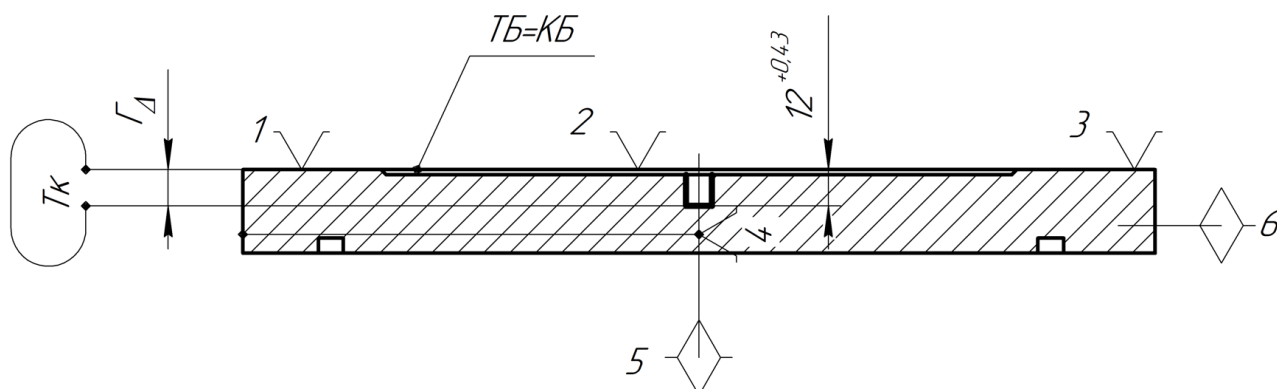


Рисунок 5.5 – Базування при вирішенні технологічної задачі 6

При даній схемі оброки, похибка буде дорівнювати методу обробки

$$\omega^1_{\Gamma_\Delta} = \omega_{\Gamma_K} = \omega_{\text{фрезер.}} = 0,05$$

Даний варіант базування забезпечує необхідну точність замикаючої ланки

Розглянемо другий варіант базування рис. 5.4, при даному варіанті базування, точність розміру  $12^{+0,43}$  мм буде залежати від двох параметрів: похибки базування  $\Gamma_2$  та від похибки методу обробки  $\Gamma_1$ .

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

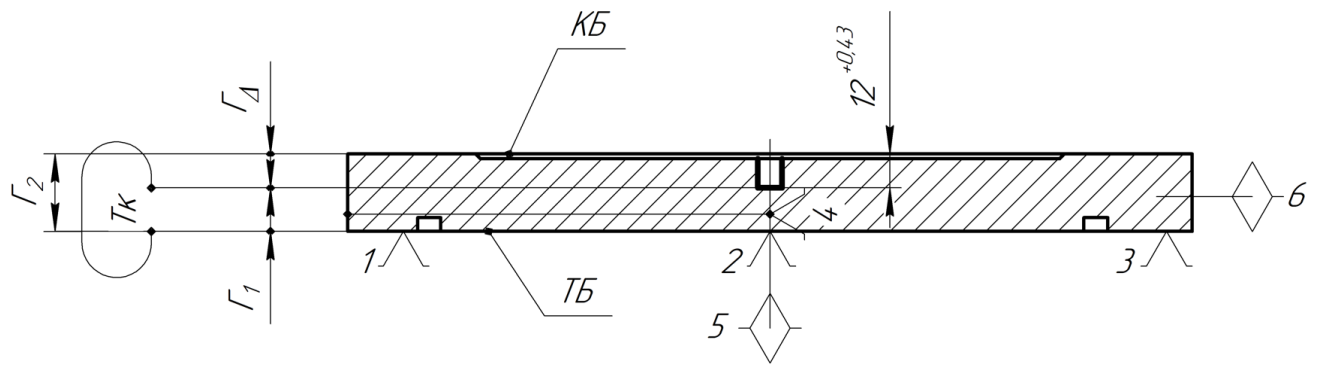


Рисунок 5.6 – Другий варіант базування при вирішенні технологічної задачі 6

Визначимо похибку для даного варіанта базування

$$\omega_{\Gamma_\Delta}^2 = \omega_{\Gamma_1} + \omega_{\Gamma_2};$$

$$\omega_{\Gamma_1} = \omega_{\text{фрезерув.}} = 0,05 \text{ мм};$$

$$\omega_{\Gamma_2} = \omega_{\text{базування.}} = 0,05 \text{ мм};$$

$$\omega_{\Gamma_\Delta}^2 = 0,05 + 0,05 = 0,1 \text{ мм};$$

Отримані значення параметрів при різних варіантах базування зводимо до таблиці 5.3

Таблиця 5.3 – Значення параметрів при різних варіантах базування

Параметр	Варіант базування	
	№1	№2
$\omega_{\Gamma_\Delta}$ , мм	0,05	0,1

Аналіз проведених варіантів базування диска при розв'язанні технологічної задачі 6 показує, що доцільно використовувати обидва варіанти базування, тому що вони забезпечують необхідні параметри точності. Для реалізації вибираємо другий варіант базування, як більш простий для реалізації.

### 5.2.5 Вибір послідовності обробки поверхонь диска

Послідовність обробки вибираємо таку, яка б забезпечила всі необхідні норми точності, після остаточної механічної обробки поверхонь. Тому визначимо послідовність обробки поверхонь на основі їх розмірних зв'язків, від яких залежить дотримання всіх необхідних норм точності, які впливають на виконання в подальшому службового призначення СО.

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Враховуючи технологічні схеми базування та розмірний аналіз деталі, приймаємо таку послідовність обробки поверхонь диска.

1. Витримати точність розміру  $\varnothing 350_{-1,4}$  мм, шорсткість поверхні Ra 10,0 мкм.
2. Витримати точність розмірів  $35_{-0,05}$ ,  $\varnothing 273_{-0,1}$ ,  $\varnothing 292^{+0,1}$ ,  $5,7^{+0,1}$  мм, шорсткість поверхні Ra 5,0 мкм.
3. Витримати точність розміру  $32_{-0,05}$ ,  $240^{+1,1}$ ,  $2_{-0,25}$  мм, шорсткість поверхні Ra 5,0 мкм.
4. Витримати точність розміру  $\varnothing 25H7$ , шорсткість поверхні Ra 2,5 мкм, перпендикулярність в межах допуску 0,02 мм.
5. Витримати точність розміру  $\varnothing 10H11$ , шорсткість поверхні Ra 2,5 мкм.
6. Витримати точність розмірів  $\varnothing 10H7$ ,  $126 \pm 0,01$ ,  $63 \pm 0,01$ , шорсткість поверхні Ra 2,5 мкм
7. Витримати точність розміру M16,  $150 \pm 1,0$  мм, шорсткість Ra 5,0 мкм.
8. Витримати точність розмірів M10/1x45°,  $70 \pm 0,25$ ,  $76 \pm 0,25$ ,  $38 \pm 0,15$ ,  $35 \pm 0,15$ .

### 5.1.6 Розробка структури маршруту обробки диска

#### Операція 005 Програмно-комбінована

**Мета операції:** підготовка чистових баз

**Зміст операції:**

- фрезерувати контур диска, витримуючи розмір  $\varnothing 350_{-1,4}$  мм, шорсткість поверхні Ra 10,0 мкм;
- фрезерувати поверхню диска витримуючи точність розмірів  $35_{-0,05}$  мм, Ra 5 мкм;
- фрезерувати канавку забезпечивши  $\varnothing 273_{-0,1}$ ,  $\varnothing 292^{+0,1}$ ,  $5,7^{+0,1}$  мм, шорсткість поверхні Ra 5,0 мкм.

**Обладнання:** 5-ти координатний оброблюючий центр для комбінованої фрезерно-токарної обробки C 60 U MT dynamic.

**Пристрій:** трьохкулачковий самоцентруючий патрон

**Різальний інструмент:**

- торцева фреза CoroMill 490,  $\varnothing 100$  мм зі змінними пластинами;

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- кінцева фреза CorMill Plura  $\varnothing 20$  мм;
- кінцева фреза CorMill Plura  $\varnothing 9$  мм.

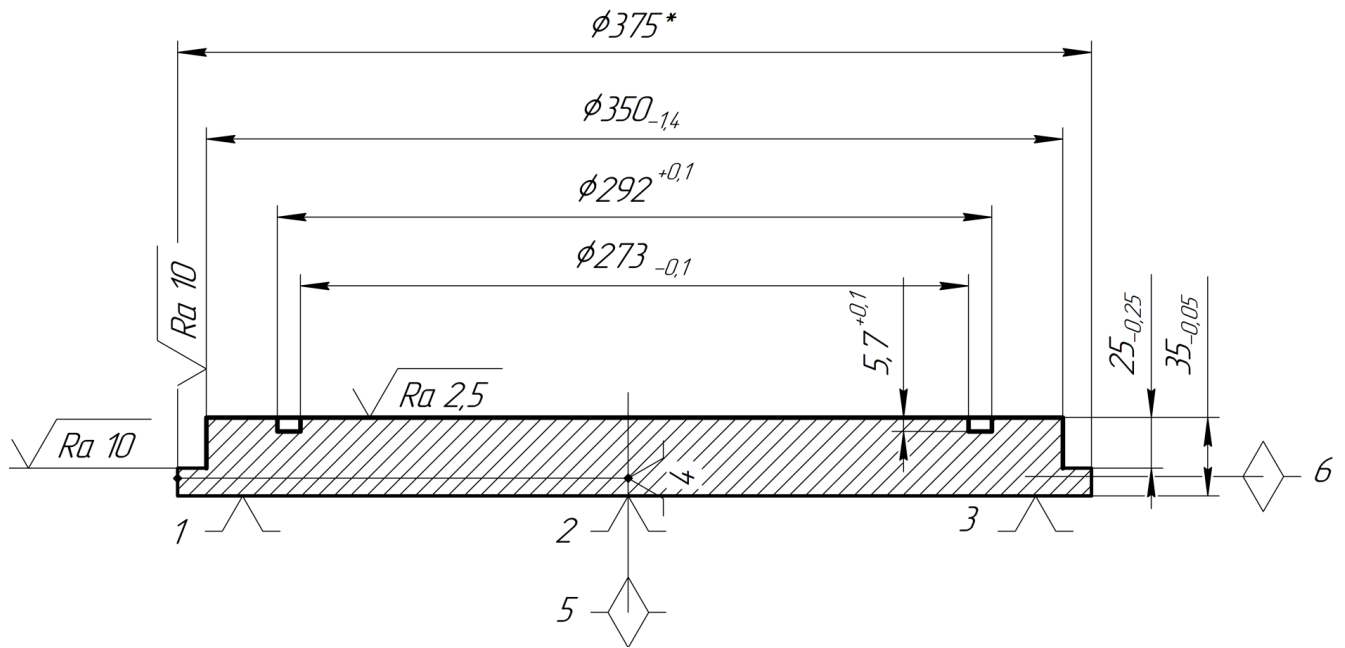


Рисунок 5.5 – Ескіз операції 005

### Операція 010 Програмно – комбінована

**Мета операції:** профрезерувати, начорно та начисто поверхні диска, просвердлити отвору, нарізати різь, забезпечивши при цьому необхідну координацію розмірів оброблюваних поверхонь, витримавши необхідну точність усіх розмірів.

#### Зміст операції:

- фрезерувати поверхню диска витримуючи розмір  $32_{-0,05}$ ,
- фрезерувати обнизку  $240^{+1,1}$ ,  $2_{-0,25}$  мм, шорсткість поверхні Ra 5,0 мкм;
- свердлити отвір під розвертування  $\varnothing 24,9$  мм;
- розвертувати отвір  $\varnothing 25H7$ , шорсткість поверхні Ra 2,5 мкм, забезпечуючи перпендикулярність в межах допуску 0,02 мм;
- свердлити отвір  $\varnothing 10H11$ , шорсткість поверхні Ra 2,5 мкм;
- фрезерувати отвір витримуючи точність розмірів  $\varnothing 10H7$ ,  $126 \pm 0,01$ ,  $63 \pm 0,01$  мм, шорсткість поверхні Ra 2,5 мкм;
- свердлити отвір під нарізання різі  $\varnothing 13,8$  мм;
- нарізати різь M16,  $150 \pm 1,0$  мм, шорсткість Ra 5,0 мкм;

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- просвердити отвір Ø8,5мм під нарізання різі;
- нарізати різь М10, витримуючи точність розташування, що визначається розмірами  $70 \pm 0,25$ ,  $76 \pm 0,25$ ,  $38 \pm 0,15$ ,  $35 \pm 0,15$ .

**Обладнання:** 5-ти координатний оброблюючий центр для комбінованої фрезерно-токарної обробки C 60 U MT dynamic

**Пристрій:** трьокулачковий самоцентруючий патрон

**Різальний інструмент:**

- торцева фреза CoroMill 490, Ø100 мм зі змінними пластинами;
- кінцева фреза CorMill Plura Ø40 мм;
- кінцева фреза CorMill Plura Ø9 мм;
- кінцева фреза CorMill Plura Ø10 мм;
- твердосплавне свердло CoroDrill 860 Ø24,9 мм;
- твердосплавне свердло CoroDrill 860 Ø13,5 мм;
- твердосплавне свердло CoroDrill 860 Ø10 мм;
- твердосплавне свердло CoroDrill 860 Ø8,2 мм;
- розвертка CoroReamer™ 435 Ø25мм;
- мітчик CoroTap™ 360, M16x2, M10x1.5.

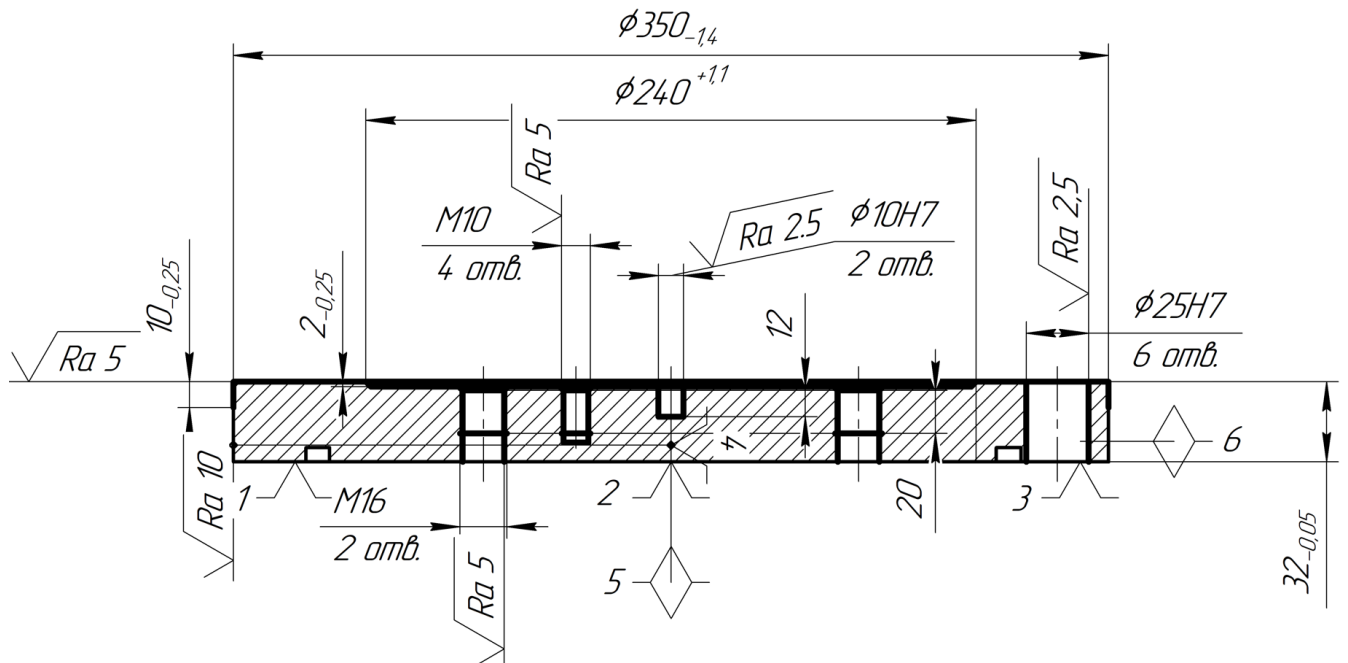


Рисунок 5.6 – Ескіз операції 010

Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
----	------	----------	--------	------

КР.КСП.201.009.003

Арк.

## Операція 015 Контрольна

**Зміст операції:** контролювати точність розмірів та відносного розташування поверхонь деталі.

**Вимірювальний інструмент:** штангенциркуль ШЦ–II-125-0,1 ГОСТ 166-89 з точністю вимірювання 0.01мм, мікрометр МК-600 з ціною поділки 0,01 мм. Для контролю внутрішнього отвору приймаємо мікрометричний нутромір НМ600 ГОСТ 10-88 з ціною поділки 0,01 мм.

Для контролю глибини отворів вибираємо за ГОСТ 7470-72 мікрометричний глибиномір ГМ 100-1 ГОСТ 7470-92 з межею вимірювання до 100мм. Для контролю метричної різі вибираємо калібри ГОСТ 24997-81.

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### Технологічність конструкцій

У машинобудуванні до 85% витрат формується у процесі конструювання виробу та підготовки технологічного процесу його виготовлення. Тому ефективність виробництва виробу зумовлена зрештою його технологічністю, яка є показником повноти використання конструкторсько-технологічних резервів проектування. При конструюванні важливо забезпечити як виробничу технологічність (процес виготовлення), так і експлуатаційну (зручність ремонту, можливість профілактики несправностей тощо).

Узагальненими показниками технологічності є трудомісткість виготовлення, технологічна собівартість, матеріаломісткість. Про рівень технологічності можна судити за обмеженою кількістю показників, а саме щодо можливості виготовлення виробу з мінімальними витратами при раціональному витрачанні матеріалів.

Поняття технологічності є відносним і неоднаковим для різних виробництв, що обумовлено рівнем технології, структурою верстатного парку, масштабом випуску виробів, організацією виробництва. Технологічність закладається при конструюванні виробу, і роль конструктора тут виявляється вирішальною

З підвищенням функціональної точності виробу собівартість його виготовлення зростає за гіперболічною залежністю. Тому методи конструювання, які забезпечують найкращу відповідність переміщень реального та ідеального механізмів, забезпечують і технологічність у широкому значенні. Однак, звертаючи увагу на головне, слід пам'ятати, що при відпрацюванні на технологічність як верстата в цілому, так і окремих деталей немає дрібниць: кожна фаска, канавка, отвір повинні мати своє призначення, обумовлене конструктивними, експлуатаційними або технологічними факторами.

Наслідування конструктивних рішень, вибір матеріалу заготовки, спосіб проставлення розмірів, метод обробки, уніфікація деталей та складових частин

					<b>КР.КСП.201.009.003</b>		
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Омелянець В.О				Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Сапон С.П					43	
Н. контр.	Ігнатенко О.А.				<b>Спеціальний розділ</b> НУ «Чернігівська політехніка»		
Затвердж.	Єрошенко А.М.						

виробу, характер з'єднань та посадок тощо – все це впливає на витрати, якість виробу та характеризує його технологічність.

### **Технологічність механічної обробки**

Єдиний підхід до визначення технологічності механічної обробки неможливий, оскільки вона залежить від багатьох факторів (характеру виробництва, складу обладнання та ін.). Однак можна вказати низку загальних положень, які створюють передумови для конструювання технологічних деталей у виробництвах різного типу, зокрема на верстатобудівних заводах. Оптимальні умови створюються в тому випадку, коли максимальна номенклатура деталей, що обробляються, охоплюється мінімальним числом технологічних рішень. Це дозволяє здійснити типізацію технологічних процесів та знизити витрати.

При відпрацюванні деталей на технологічність переслідують різноманітні цілі. До них відносяться: зменшення числа деталей та вузлів у виробі; мінімальне розмаїття отворів, витоків та різьблень у корпусних деталях (уніфікація поверхонь); подібність форм заготовки та деталі; меншення числа переустановок при механічній обробці; скорочення обсягу та спрощення механічної обробки (у тому числі усунення обробки поверхонь, розташованих похило відносно базових поверхонь); правильний вибір матеріалу (оброблюваність) та способу отримання заготовки (зменшення припусків); виключення обробки неробочих поверхонь (тобто виготовлення без різання); проставлення розмірів залежно від характеру механічної обробки та розташування баз; правильний вибір базових поверхонь; наскрізна обробка поверхонь; чітке зазначення меж поверхонь, що підлягають механічній обробці; виключення глухих отворів; виключення обробки торців усередині корпусу; зменшення деформацій деталей під дією сили різання; створення умов для підвищення жорсткості та стійкості інструменту (вільний вихід, доступність оброблюваної поверхні); розчленування деталей (тобто заміна складної деталі декількома простими) і, навпаки, об'єднання деталей при обробці на верстатах з ЧПК; розташування співвісних отворів в порядку зменшення їх діаметрів тощо.

На рис. 6.1-6.16 наведено деякі способи покращення технологічності механічної обробки деталей.

					<b>КР.КСП.201.009.003</b>	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Важливою умовою технологічності є **виключення обробки торців, канавок та інших поверхонь усередині корпусу** (рис. 6.1). У схемах II на рис. 6.1, а і в

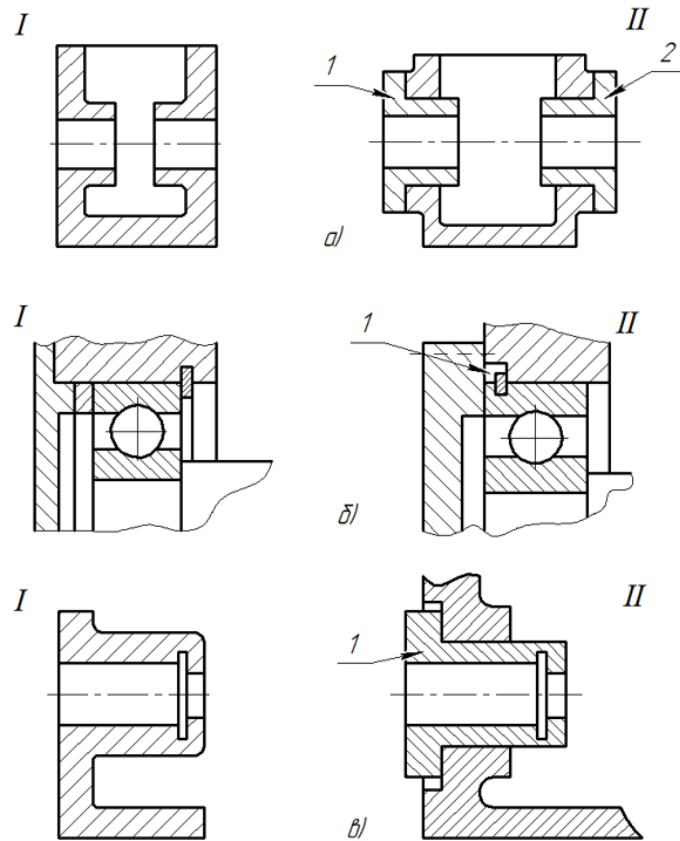


Рис 6.1 – Виняток обробки внутрішніх торців

(на відміну від схем I) використовуються стакани 1 та 2, оброблені незалежно від корпусу. Рис. 6.1, б ілюструє раціональність заміни складної обробки канавки під пружинне кільце (схема I), для чого потрібне радіальне переміщення різця, обробкою виточки 1 на торці корпусу (схема II).

**Розчленування деталей** істотно полегшує (схеми II на рис. 6.2, а і б) виконання важкооброблюваних, наприклад, зовнішніх циліндричних поверхонь у корпусах (схема на рис. 6.2, а) або складних отворів у разі, коли потрібно забезпечити їх співвісність (схема I на рис. 6.2, б).

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

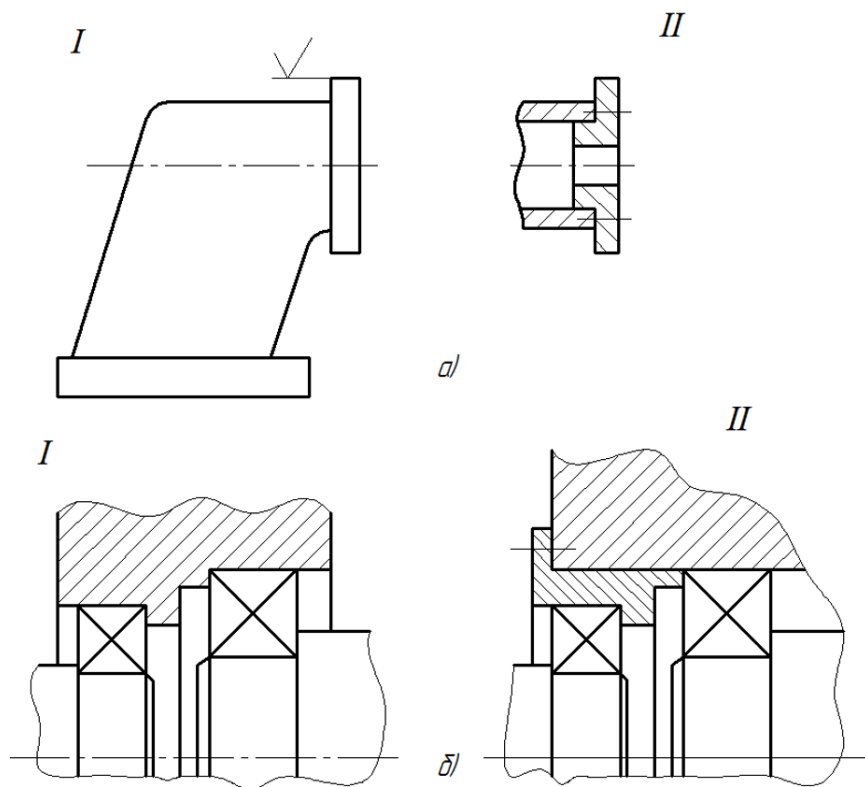


Рис 6.2 – Розчленування деталей

Чіткий **обрис оброблюваних поверхонь** (рис. 6.3, а-г, схеми II) дозволяє поліпшити умови різання, сприяє підвищенню стійкості інструменту та точності обробки порівняно з деталями, що досягаються при конструкції, за схемами I.

Необхідною умовою отримання якісної поверхні є можливість правильного базування, особливо незручних для обробки деталей, для чого доцільно передбачати спеціальні припливи 1 та 2 (рис. 6.4, а та б). Тут важливо забезпечити обробку за одну установку (див. рис. 6.4, б), роботу на прохід тощо.

**Підвищення жорсткості** подовжених деталей типу кришок, коробок важливе для створення нормальних умов різання. У конструкції кришки (рис. 6.5, а) це забезпечується завдяки ребрам 1. У конструкції великогабаритної планшайби (рис. 6.5, б) передбачено жорстке кріплення двох її половин 1 і 2 за допомогою клина 3. При цьому забезпечується вільний доступ до болтів 4 та гарантується точність обробки та її збереження під час монтажу.

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

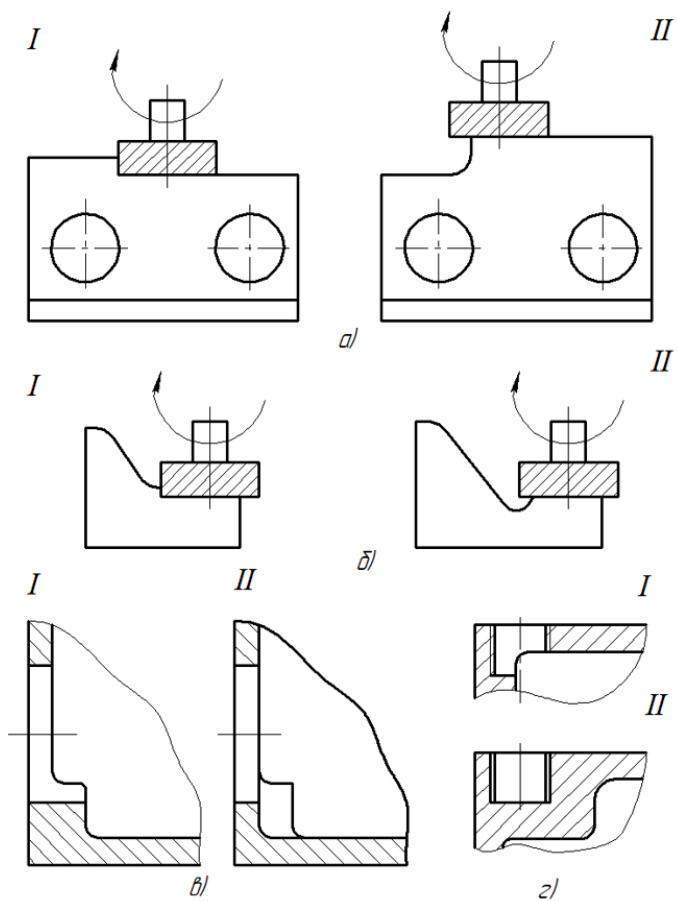


Рис 6.3 – Чіткі обриси оброблених поверхонь

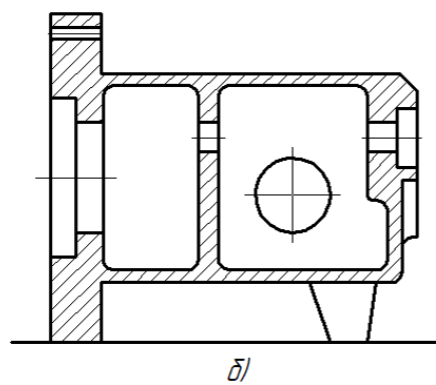
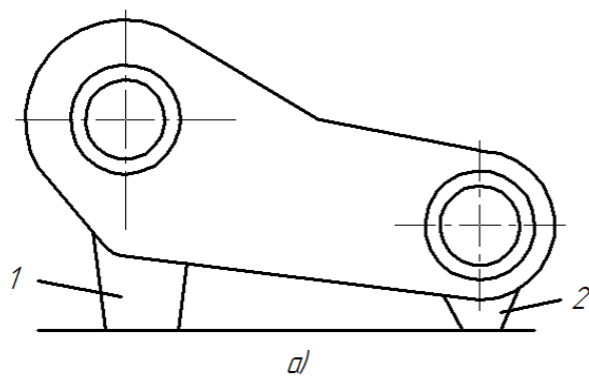


Рис 6.4 – Забезпечення базування

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



При обробці точних поверхонь великогабаритних деталей, таких як планшайби, стійки тощо, а також складних поверхонь типу черв'ячних рейок і гвинтів хороші результати дає **використання самотвердіючих пластмас** (рис. 6.6). У схемі на рис. 6.6 а епоксидний компаунд 4 наносять на грубо оброблену (для кращого зв'язку з компаундом)

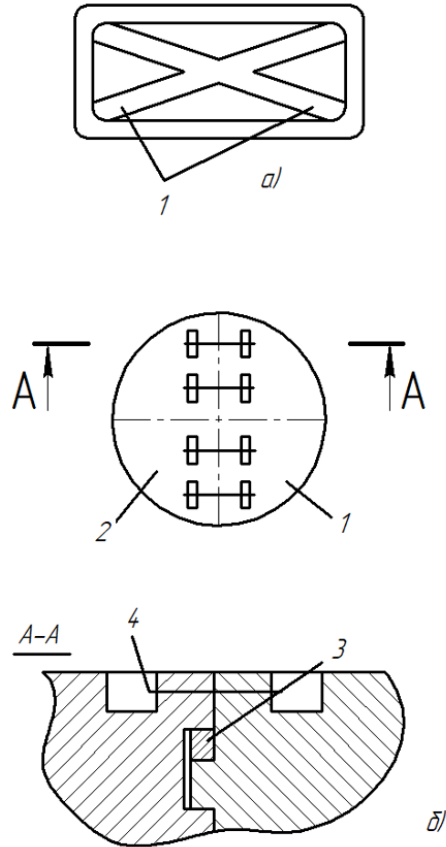


Рис 6.5 – підвищення жорсткості оброблюваних деталей

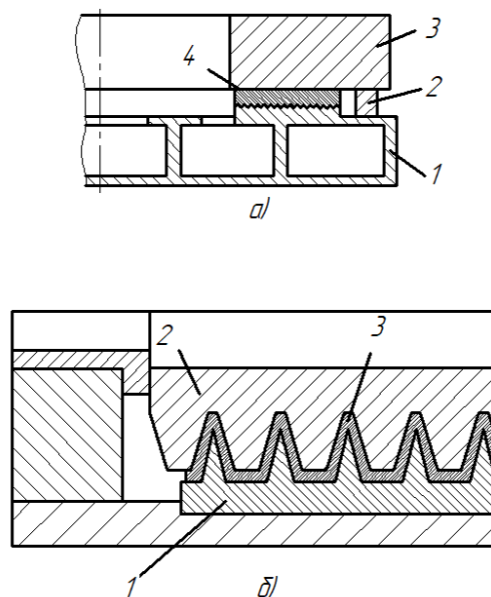


Рис 6.6 – Використання самотвердіючих пластмас для зменшення трудомісткості механічної обробки

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поверхня планшайби 1. Для остаточного формування робочої площини (дзеркала) план-шайби на неї встановлюють за допомогою дистанційних планок 2 технологічний вантаж 3 з точно обробленою нижньою площиною або сполученою деталлю, наприклад основа. Після затвердіння суміші виходять готові кругові напрямні планшайби. У схемі на рис. 6.6, б робочі профілі рейок 1 формуються аналогічно за допомогою еталонного черв'яка 2 і компаунду епоксидного 3.

При обробці корпусних деталей важливим аспектом технологічності є раціональне розміщення отворів, довжина яких може перевищувати діаметр у 8-10 разів. Якщо отвори співвісні (рис. 6.7, а), то їх діаметри  $d_1$ ,  $d_2$  і  $d_3$  повинні зменшуватися в одному напрямку, тобто розташування отворів має відповідати не схемі I, а схемі II.

Корпусна деталь на рис. 6.7, б, в якій  $d_1 > d_2$ , а  $d_3 > d_4$ , тобто діаметри зменшуються в одному напрямку, може бути оброблена без повороту столу верстата і, отже, більш технологічна, ніж подібна до неї деталь, в якій діаметри отворів зменшуються в різних напрямках.

Спільна обробка кількох деталей (схема I на рис. 6.7, в) у зібраному вигляді (особливо якщо площина 1 роз'єму проходить через вісь отвору  $d$ ) виключає взаємозамінність цих деталей та погіршує ремонтпридатність вузла. Більш раціональна конструкція за схемою II, де отвір розташовано в одному корпусі.

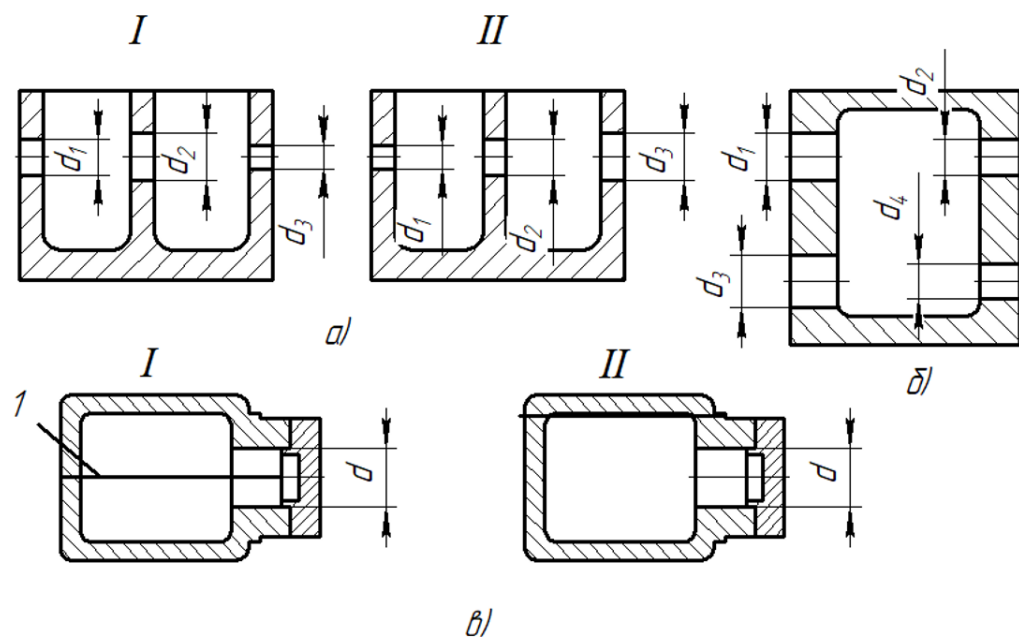


Рисунок 6.7 – Раціональне розміщення отворів

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Скорочення числа** та зменшення розмірів оброблюваних поверхонь покращує технологічність (рис. 6.8). У схемах II на рис. 6.8, а і б це досягається завдяки ливарному обниженню 1, відсутнє в схемах I.

**Розташування бобишок на одному рівні** (схеми II на рис. 6.9, а і б) дозволяє зменшити кількість позиційованих переміщень. У схемах I бобишки 1, 2 і 3 можуть бути розташовані в різних площинах, що ускладнює їхню обробку.

Важливим є виняток обробки з двох сторін (рис. 6.10, схеми I), наприклад, різьбових отворів (схема II на рис. 6.10 а) і отворів (схема II на рис. 6.10 б).

Технологічність механічної обробки сильно залежить від обладнання, на якому виготовляють деталі. При обробці на верстаті з ЧПК умови, які характеризують технологічність, значно відрізняються від умов, властивих верстатам із ручним управлінням. Наприклад, при обробці на верстатах з ЧПК найчастіше краще ускладнити форму деталі, ніж збільшити кількість інструментів, необхідних для її виготовлення.

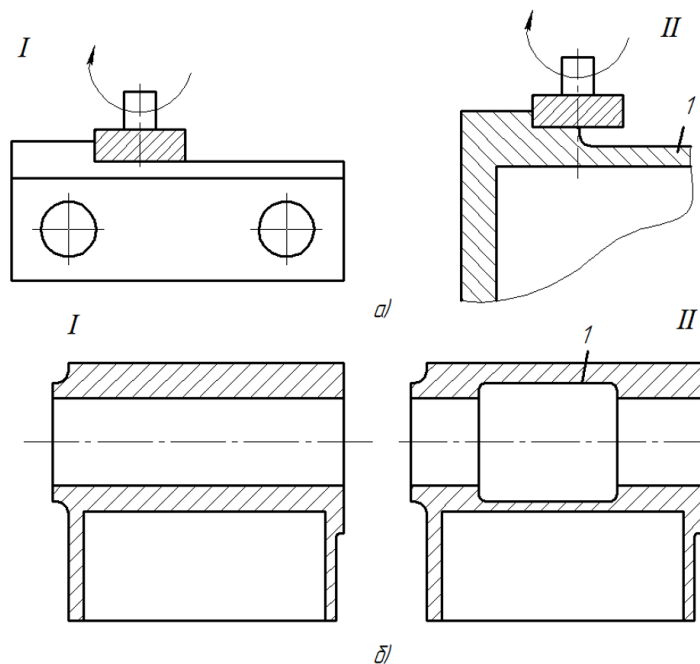


Рисунок 6.8 – Скорочення довжини оброблюваних поверхонь

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

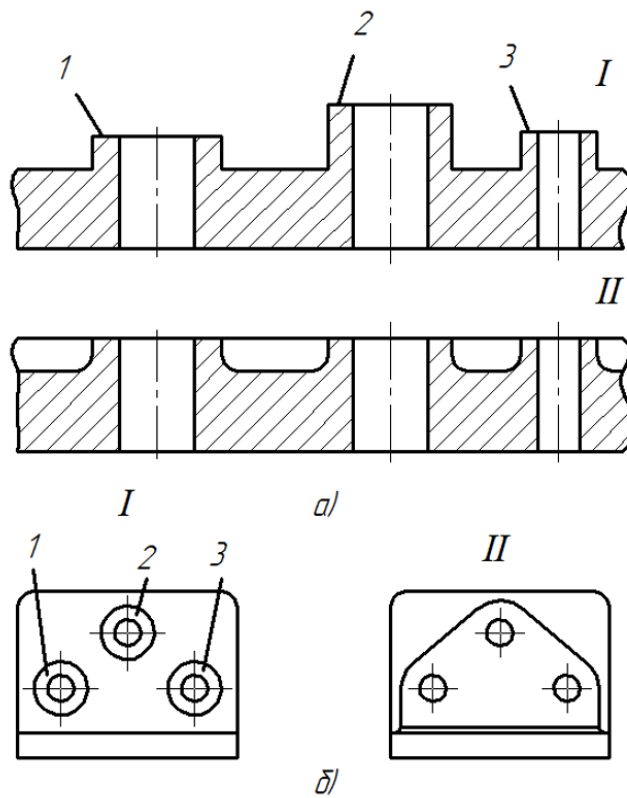


Рисунок 6.9 – Розташування бобишок на одному рівні

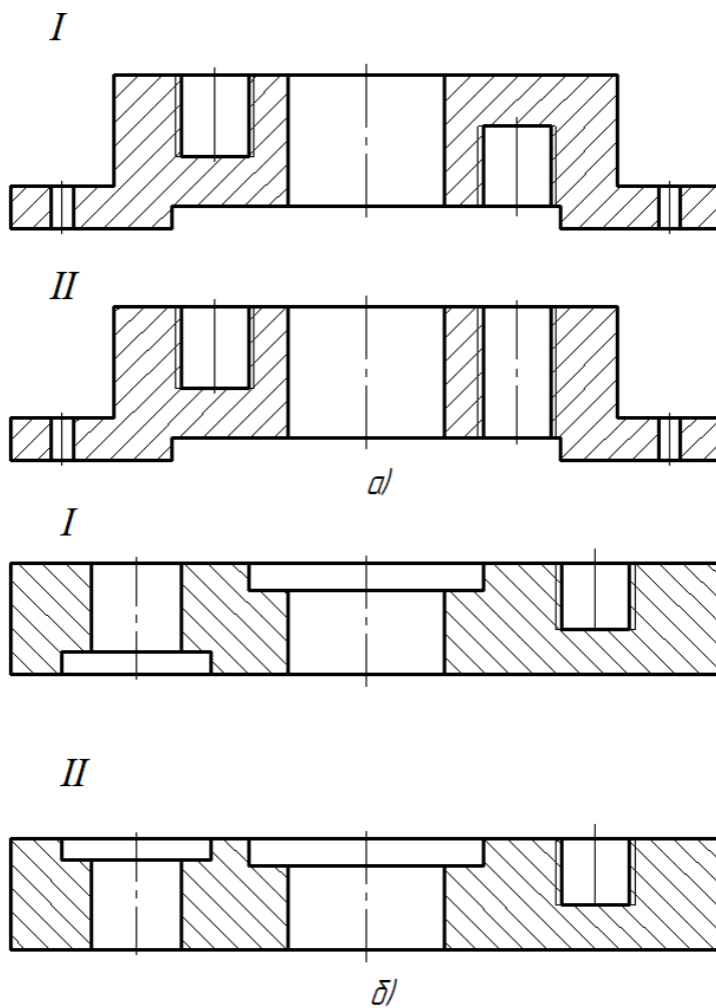


Рисунок 6.10 – Виключення обробки з двох сторін

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

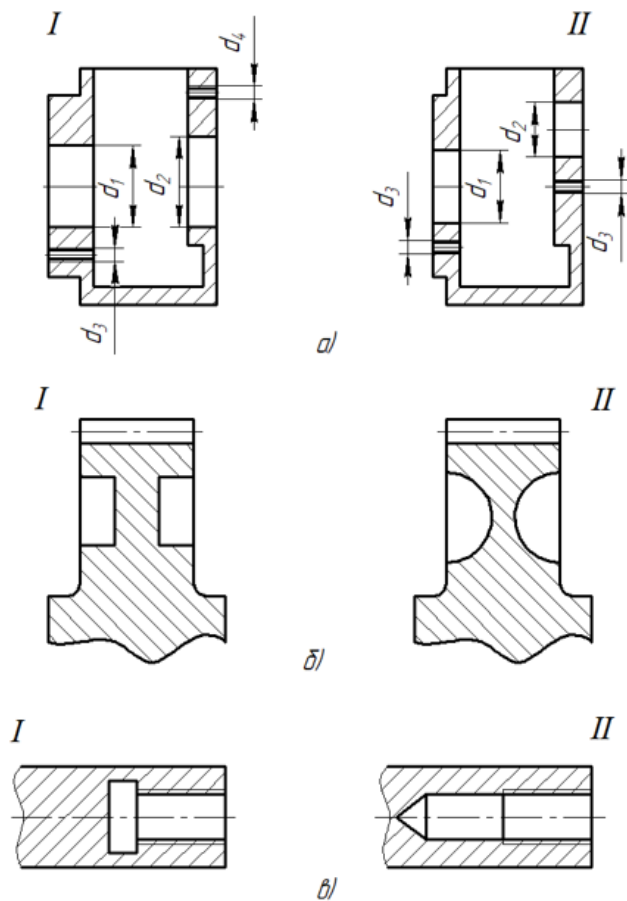


Рисунок 6.11 – Зменшення числа використовуваних інструментів

**Зменшення кількості інструментів** розширює номенклатуру деталей, що одержуються на даному верстаті з ЧПК (рис. 6.11). Наприклад, краще мати неспіввісні отвори  $d_1$  і  $d_2$ , але при однакових різьбових отворах  $d_3$  (схема II на рис. 6.11, а), ніж співвісні отвори та  $d_1$  та  $d_2$  і різні різьбові отвори  $d_3$  і  $d_4$  (схема I). При обробці зубчастих коліс переважна форма II обода (рис. 6.11, б), виконати яку можна тим самим різцем, що й інші поверхні колеса (торцеві, циліндричні). Для обробки колеса за схемою I потрібно кілька різців. Збільшення довжини збігу різьблення (схема II на рис. 6.11, в) дозволяє відмовитися від виточення (схема I) і зменшити кількість використовуваних інструментів.

**Розташування отворів в зовнішніх стінках** (рис. 12.6, а, схема II) дозволяє застосовувати короткий інструмент, що підвищує його жорсткість та точність обробки. Цій же меті є зміна конструкції деталі (рис. 6.12, б, схема II) з таким розрахунком, щоб важкодоступний отвір а (схема I) можна було обробити досить жорстким інструментом.

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

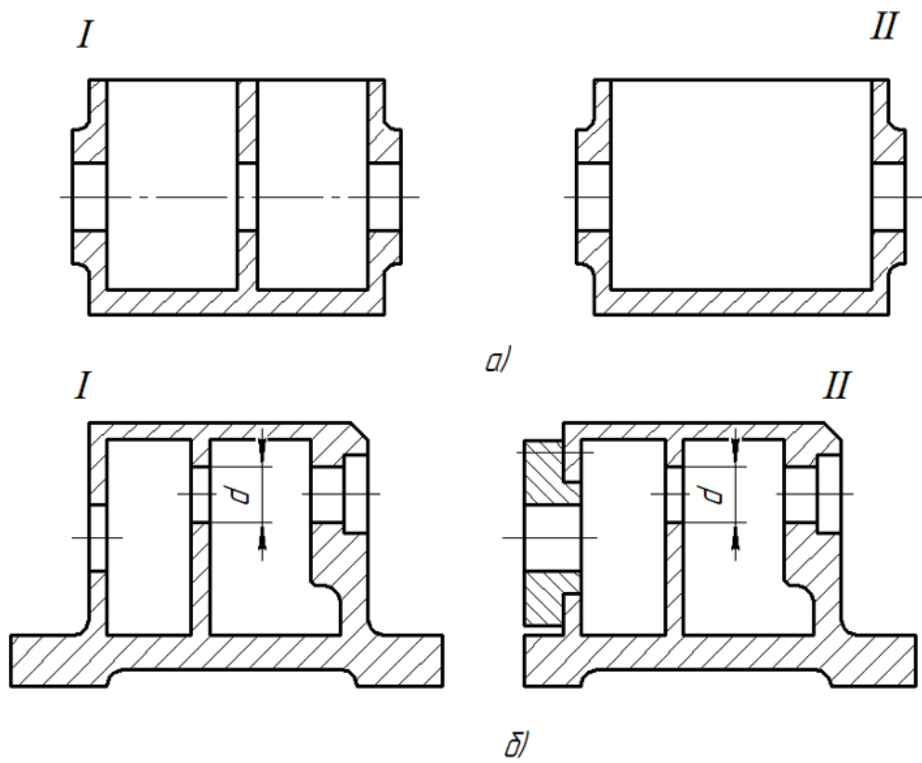


Рисунок 6.12 – Розташування отворів у зовнішніх стінках

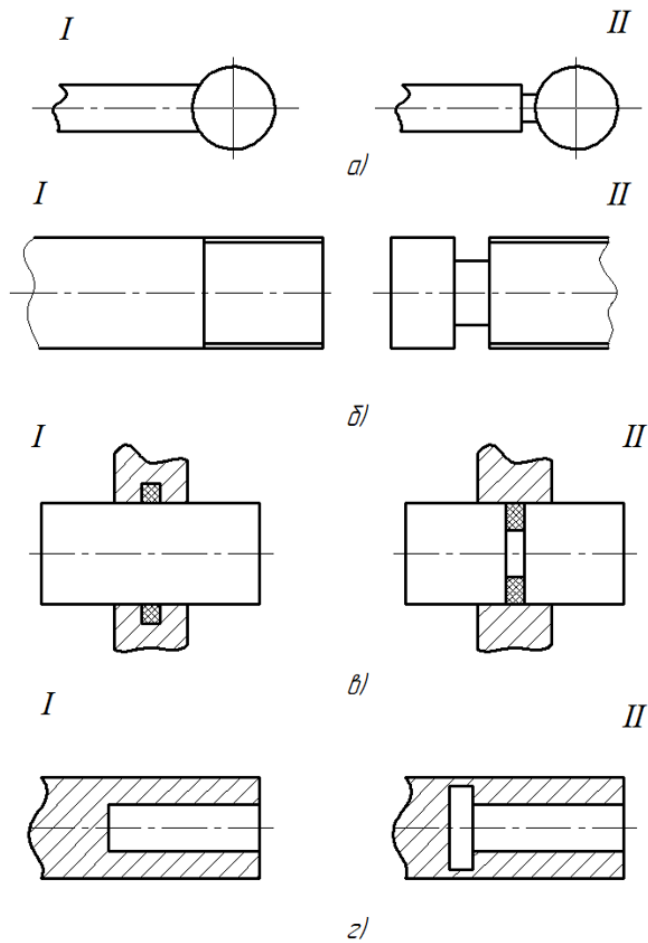


Рисунок 6.13 – Розмежування поверхонь, забезпечення доступу до інструменту

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Розмежування поверхонь** (схеми II на рис. 6.13, а та б), забезпечення умов вільного доступу інструменту до оброблюваного елемента (схема II на рис. 6.13, в) та вільного виходу інструменту (схема II на рис. 6.13, г) є необхідними умовами процесу виготовлення.

Підвищенню точності та ефективності використання обладнання сприяє можливість **обробки за одну установку** (схеми II на рис. 6.14, а і б).

**Зменшення витрати металу** завдяки раціональній конструкції (схема II на рис. 6.15 , а–в) є складовою та важливою частиною підвищення технологічності механічної обробки. Цьому сприяє спрощення механічної обробки (схеми II і III на рис. 6.16, а і II на рис. 6.16, б).

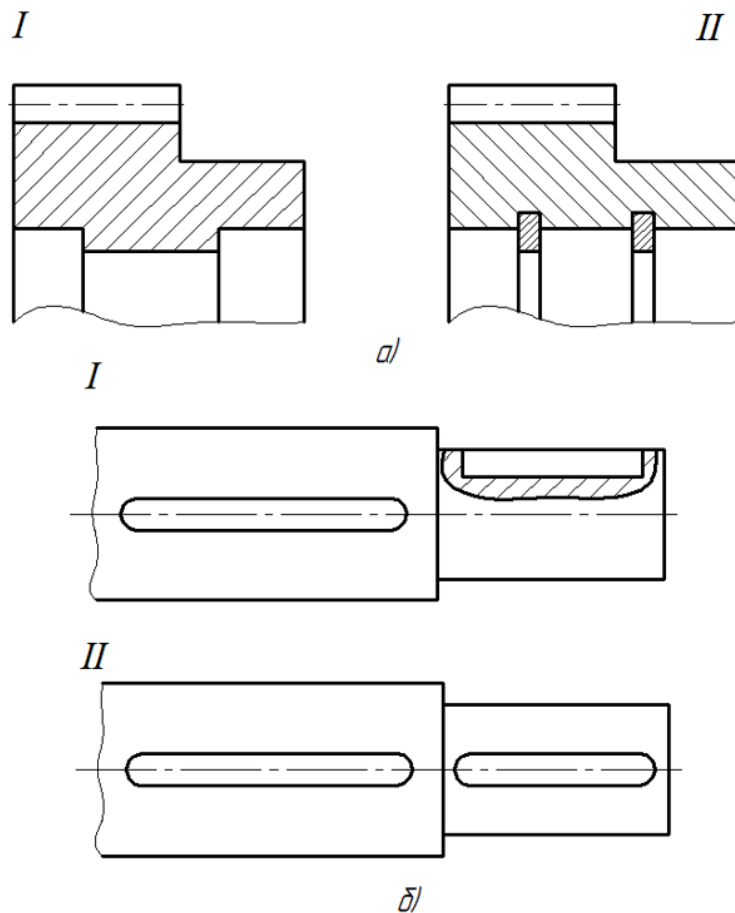


Рисунок 6.14 – Обробка за одну установку

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

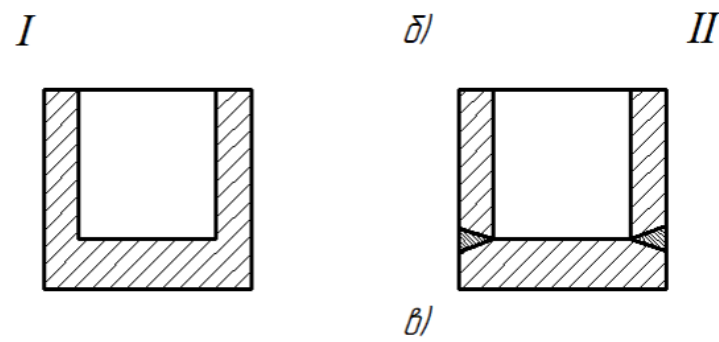
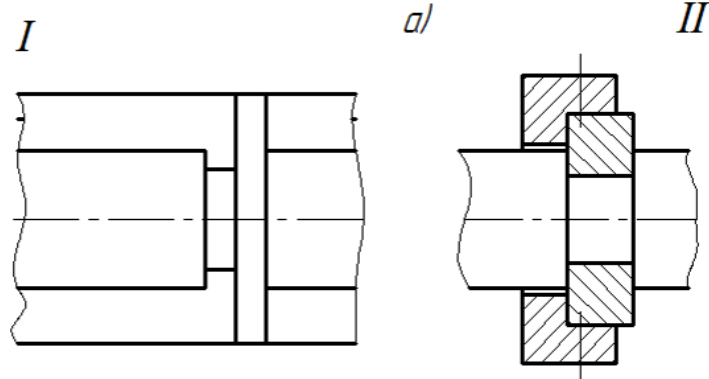
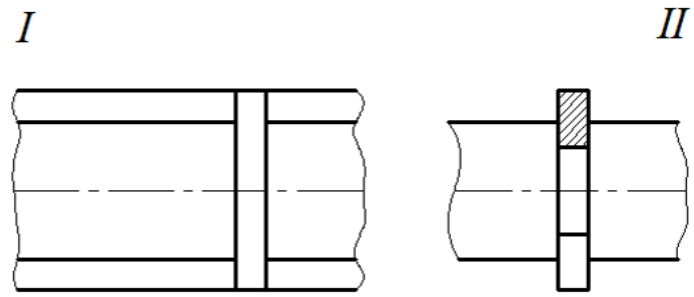


Рисунок 6.15 – Зменшення витрати металу

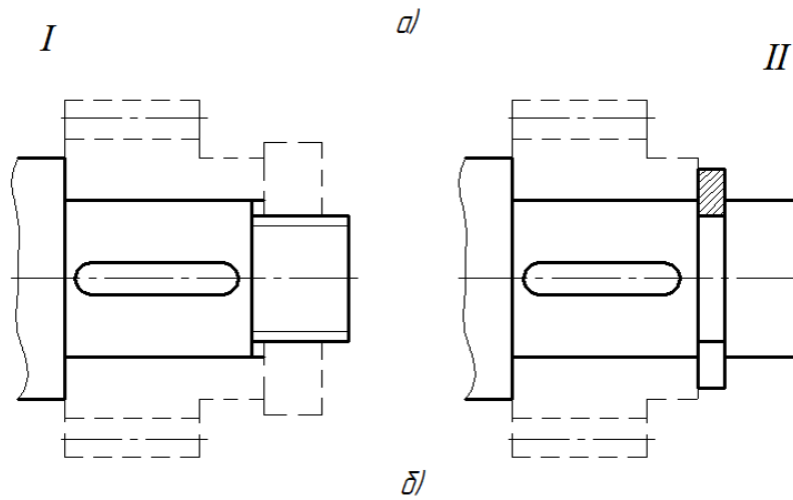
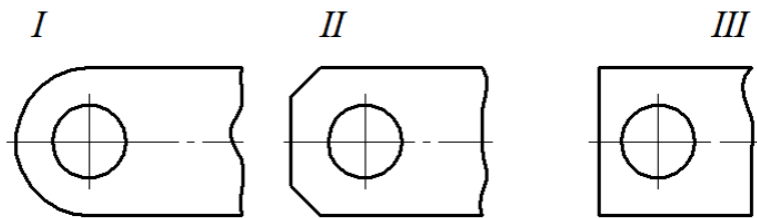


Рисунок 6.16 – Спрощення механічної обробки

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Симетричність конструкцій, проставлення точних розмірів від основних технологічних баз, вибір методів центрування та форми центруючих отворів та багато інших заходів спрямовані на підвищення технологічності механічної обробки та зниження витрат на неї.

### **Технологічність складальних операцій**

У машинобудівному виробництві трудомісткість складальних робіт може перевищувати 50% загальної трудомісткості виготовлення. Технологічними передумовами конструювання стосовно складання є: взаємозамінність; компенсування та регулювання; використання розмірного аналізу; зменшення багатоланковості механізмів; розчленування конструкції на самостійні складальні одиниці; зміна способів з'єднань, сполучень та закріплень; раціональне центрування та базування сполучених деталей та вузлів; скорочення числа кріпильних елементів; зменшення числа деталей у складальній одиниці та у виробі; створення зручності монтажу та встановлення важких деталей; забезпечення визначеності положення деталей шляхом раціонального вибору форми та розташування базових та центруючих поверхонь; використання самотвердіючих пластмас для забезпечення необхідного відносного положення деталей; усунення підгонки; спрощення складальних операцій (послідовне встановлення деталей у складальну одиницю, введення В сполучні вузли клемних коробок або роз'ємів для швидкого з'єднання електричних кабелів та гідравлічних шлангів тощо).

Модульний принцип конструювання верстатів, агрегування та стандартизація окремих частин дозволяють розбити загальне складання на окремі операції та зрештою знижують витрати. Нижче ілюструються поширені в машинобудуванні методи підвищення технологічності процесу складальних операцій.

**Компенсування** (рис. 6.17) служить для зниження необхідної точності виготовлення деталей, а також для зменшення впливу умов експлуатації на працездатність конструкції. Так, використання компенсатора I (рис. 6.17, а) дозволяє знизити вимоги до точності лінійних розмірів деталей, що збираються. Причому схема II краще схеми I, так як в ній легше виміряти товщину

					<b>КР.КСП.201.009.003</b>	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

компенсатора. Якщо компенсатор служить для зниження впливу зношування, то важливо, щоб забезпечувалося зменшення його товщини, а не нарощування. Конструкції муфт (рис. 6.17, б) дозволяють компенсувати похибки відповідно осьової і радіальної (ексцентриситет  $e$ ) установки валу.

В цілях спрощення складання та підвищення технологічності експлуатації часто використовують **регулювання**.

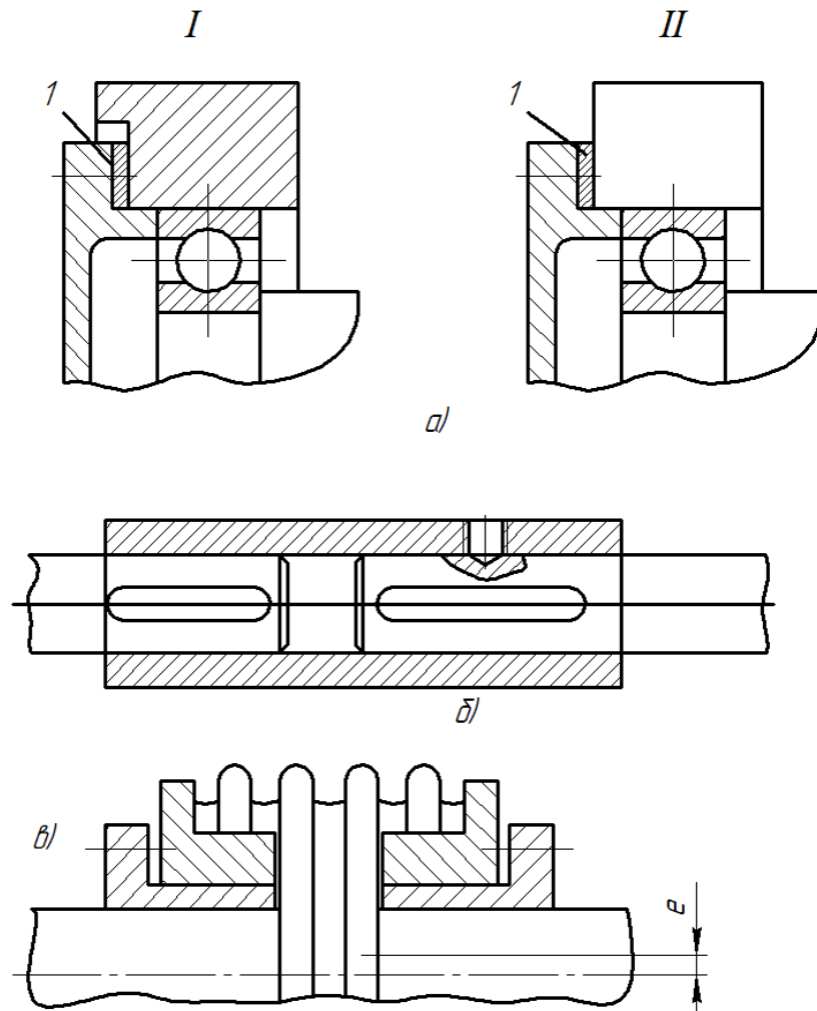


Рисунок 6.17 – Схеми компенсування

У схемі на рис. 6.18,а при осьовому переміщенні втулки 1 регулюється зазор робочої поверхні 2 підшипника ковзання. У схемі I на рис. 6.18,б для підвищення жорсткості кулькового гвинта на його кінцях передбачено осьові опори 1 і 2, між якими гвинту повідомляється попередній натяг (гвинт розтягується). Для цього є компенсатор 3 і гайка 4 (схема II).

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

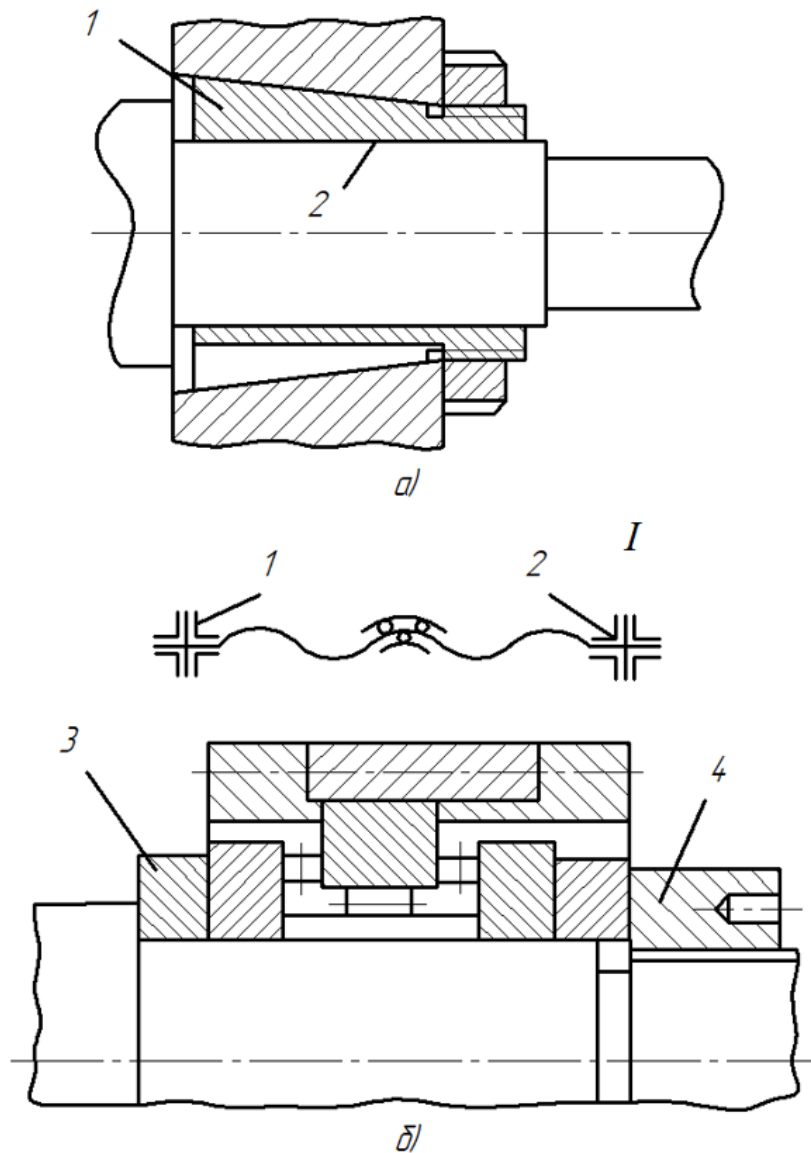


Рисунок 6.18 – Схеми регулювання

**Розмірний аналіз** конструкції часто дозволяє відмовитись від необґрунтованих вимог до деталі. Наприклад, на рис. 6.19, а розмір А від торця циліндра до вилки утворюється із трьох розмірів ( $A=B+C-E$ ), а на рис. 6.19, б – лише з одного ( $A=B$ ).

**Визначеність установки** зменшує небезпеку впливу недостатньої якості складання чи кваліфікації слюсаря-збирача на працездатність вузла. Так було в схемі I на рис. 6.20 при затягуванні гайки 3 можливий зажим по торцях (див. розмір В) поворотного важеля 2 через деформацію щік 1 і 4 кронштейна. У схемі II цей недолік усунено.

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

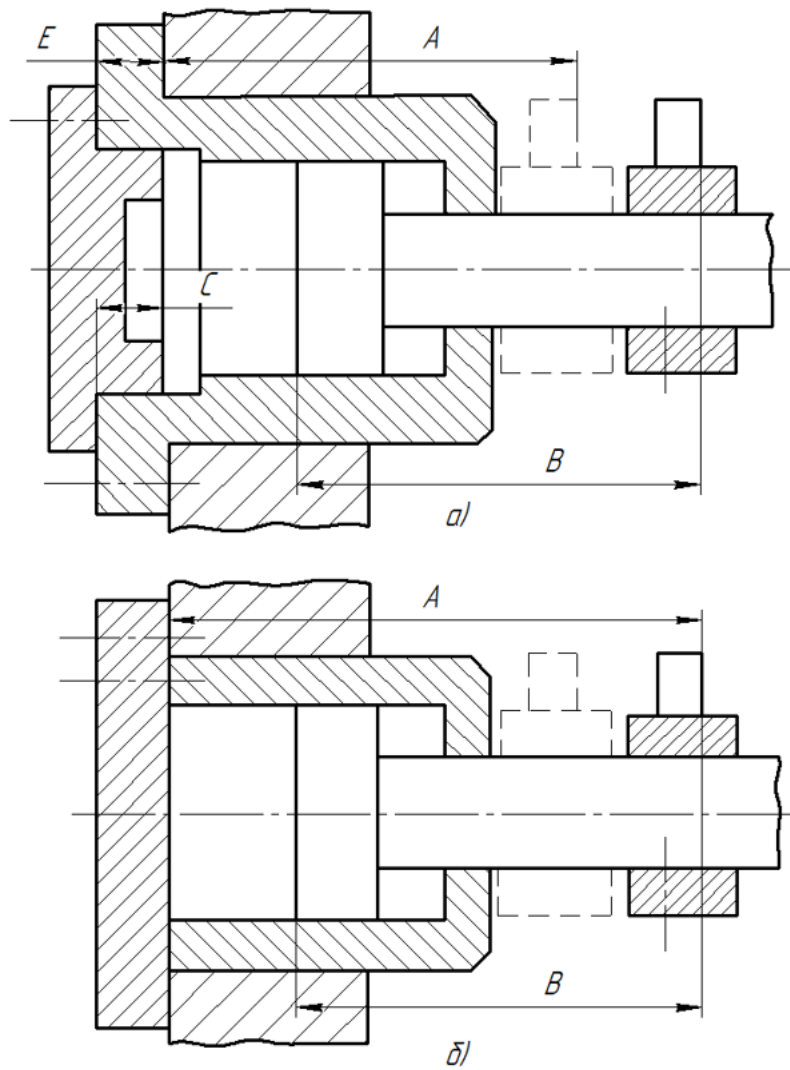


Рисунок 6.19 – Використання розмірного аналізу

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

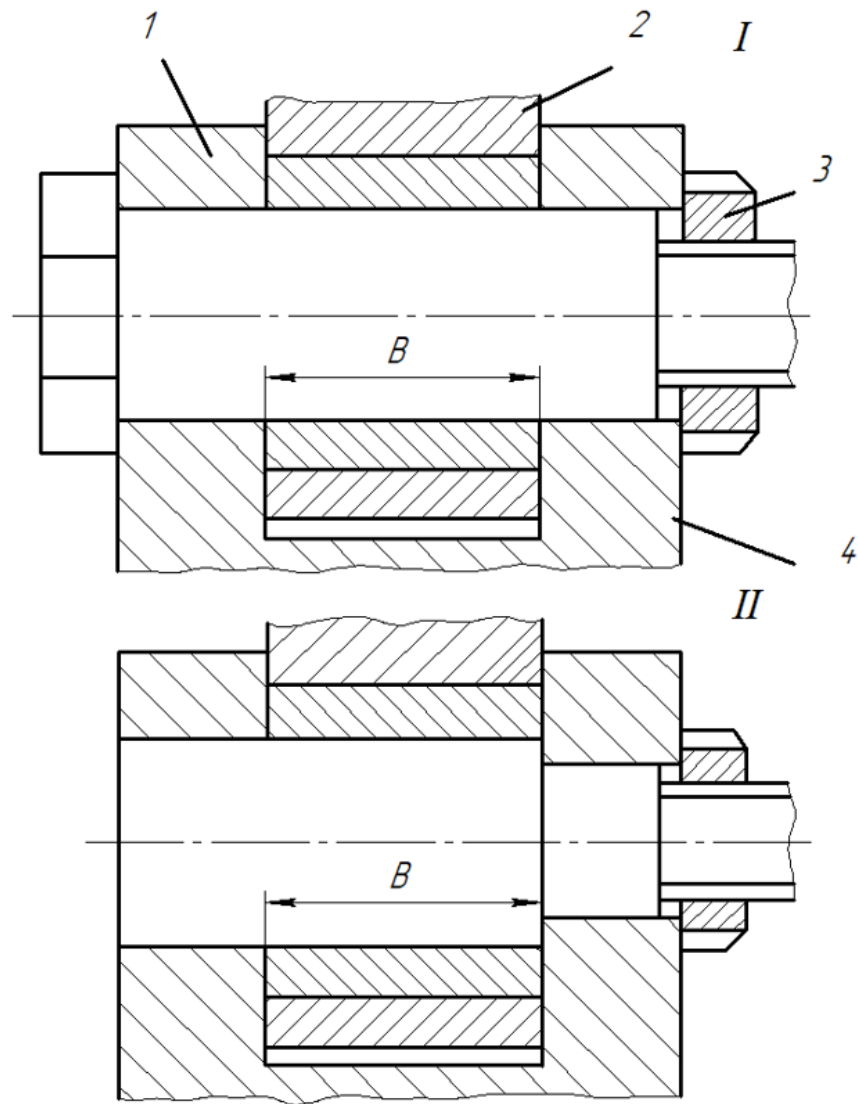


Рисунок 6.20 – визначеність установки деталей

Способи сполучення, закріплення та з'єднання (рис. 6.21-6.23) мають великий вплив на трудомісткість складальних операцій. У схемі I на рис. 6.21, а не забезпечується правильне положення робочого торця 2 кільця 1, оскільки відсутнє його базування по торцю вала 3; цей недолік усунутий у схемі II. У схемі 1 на рис. 6.21, б вал має один посадочний діаметр на великій довжині, і тому монтаж деталей на ньому утруднений; у схемі II підшипники та зубчасті колеса встановлені на різних циліндричних поверхнях.

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

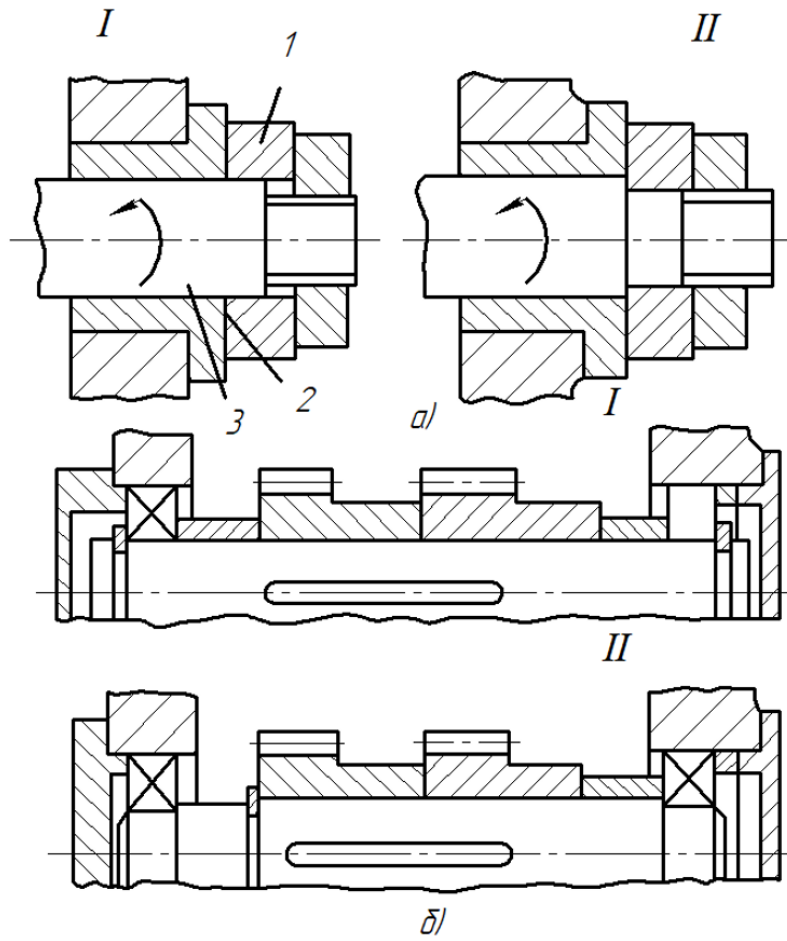


Рисунок 6.21 – Схеми сполучення деталей

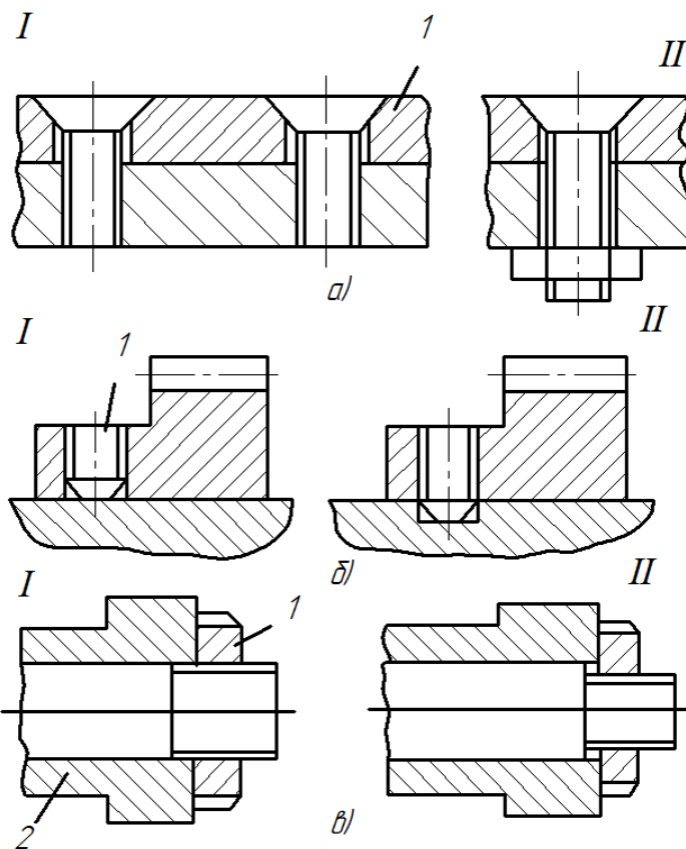


Рисунок 6.22 – Різноманітні способи закріплення деталей

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

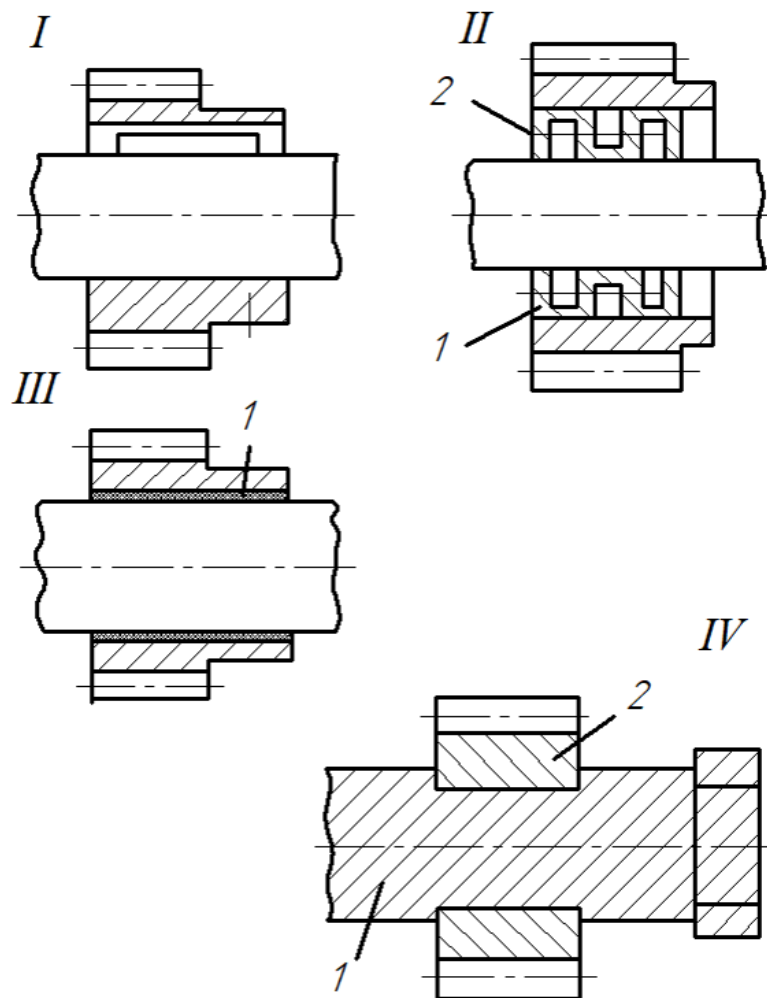


Рисунок 6.23 – Види з'єднань деталей

При закріпленні планки 1 гвинтами з потайними головками по схемі I на рис. 6.22, а дуже важко забезпечити збіг кінцевих отворів планки і головок гвинтів; схема II дозволяє подолати цю трудність. Фіксація зубчастого колеса за схемою I на рис. 6.22, б за допомогою гвинта 1 не гарантує нормального розбирання-складання, так як на валу утворюється спучування металу; в подібних випадках краще використовувати фіксатор за схемою II. Закріплення деталі 2 гайкою 1 (схема I на рис. 6.22, в) на валу, діаметр якого дорівнює діаметру різьблення, також погіршує умови монтажу, оскільки при затяжці гайки не виключається спучування різьб цей недолік усунено у схемі II.

Умови монтажу сильно залежать від **способу з'єднання** деталей (рис. 6.23.б). Наприклад, у схемі I момент передається шпонкою; у схемі II як центрування

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

колеса, так і передача моменту здійснюється за допомогою гофрованої втулки 1, що забезпечує беззорове з'єднання завдяки її деформації гвинтами 2. У схемі III колесо з'єднується з валом за допомогою клею 1, а в схемі IV- в результаті адгезії полімербетону, з якого виконаний вал 1 зі сталевим колесом 2.

У важких і точних верстатах при великій складності забезпечення правильного відносного положення деталей використовують **пластмаси, що самотвердіють**. У схемі на рис. 6.24, а необхідне положення напрямних стійки 2 (їх паралельність щодо осі 4 обертання планшайби 3) досягається при попередній виставці стійки і заливанні зазору між нею і станиною самотвердуючою пластмасою 1. Аналогічно забезпечують співвісність передньої 1 і задньої 2 бабок (рис. 6.24, б). Установка загартованих планок 1 напрямних кочення (схема I на рис. 6.24, в) суттєво спрощується, якщо їх положення визначається шляхом виставки, а зазор між шпонкою 2 і планкою 1 заповнюється епоксидним компаундом (схема II).

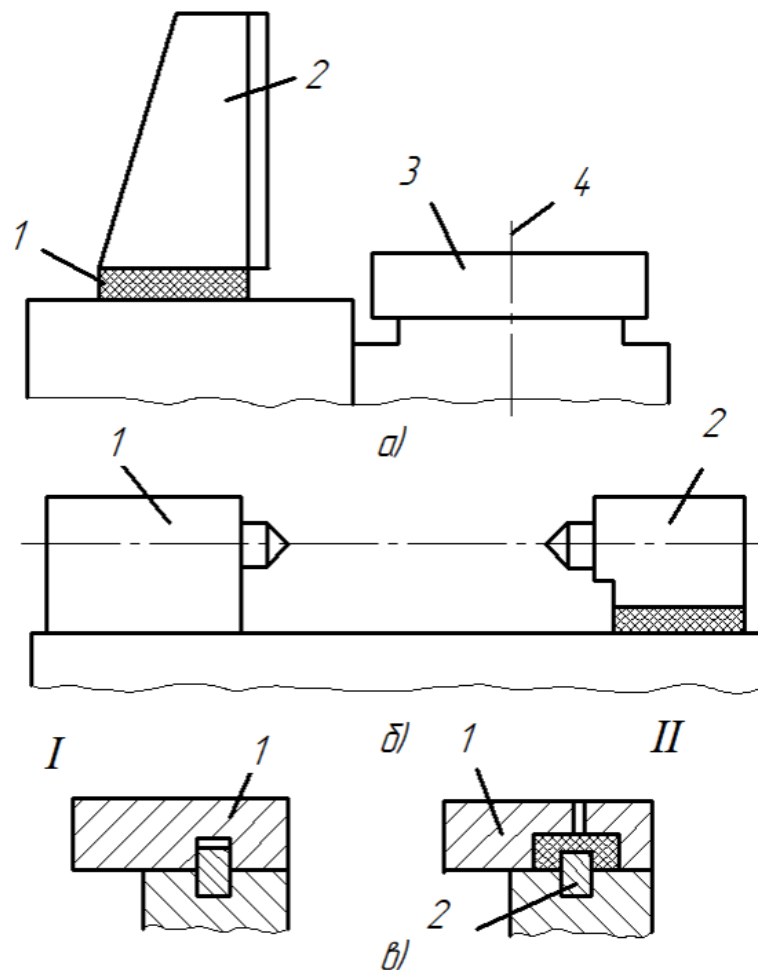


Рисунок 6.24 – Використання пластмас що самотвердіють при зборці

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Спрощення складальних операцій здійснюється завдяки зручності монтажу, усуненню підгонки, створенню підбірок та розчленуванню конструкції (рис. 6.25-6.28). Так, розбирання вузла за схемою I на рис. 6.25 а вимагає демонтажу шпонки, яка виступає на величину  $\Delta$ ; у схемі II цей недолік усунено. Зручність монтажу двигуна 1 (рис. 6.25, б) залежить від можливості його зачаловання, яка у схемі II більша, ніж у схемі I, завдяки зміні конструкції фланця 2.

При усуненні підгонки (рис. 6.26) складання істотно спрощується. Так, у схемі II на рис. 6.26, а виключається свердління «за місцем» отвору на валу під гвинт 1, що фіксує (див. схему I). У схемі II на рис. 6.26, б не потрібно підганяти шпонки для передачі на корпус великого крутного моменту  $M$  валу 1 (наприклад, водила планетарної передачі) на відміну від схеми I.

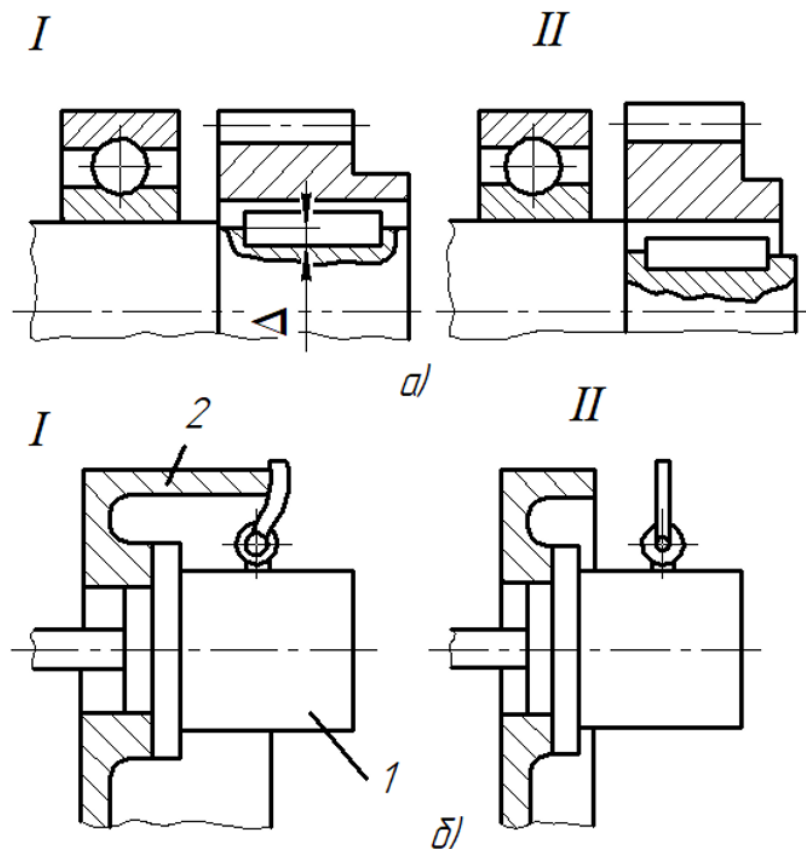


Рисунок 6.25 – Забезпечення зручності монтажу

Монтаж у вигляді підборки (рис. 6.27) наприклад, конічного колеса 1 у стакані 2 (схема II на рис. 6.27, а) на відміну від схеми I, де потрібно фіксувати втулку 1 у корпусі 4 за допомогою штифтів 2 і 3, дозволяє проводити паралельну збірку і спрощує складальні операції. Більше зручності для збирачів створює також можливість встановлення попередньо зібраних валів (Рис. 6.27, б і в). В

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цьому випадку вали повністю збираються окремо на верстатах, що забезпечує відповідну якість збирання.

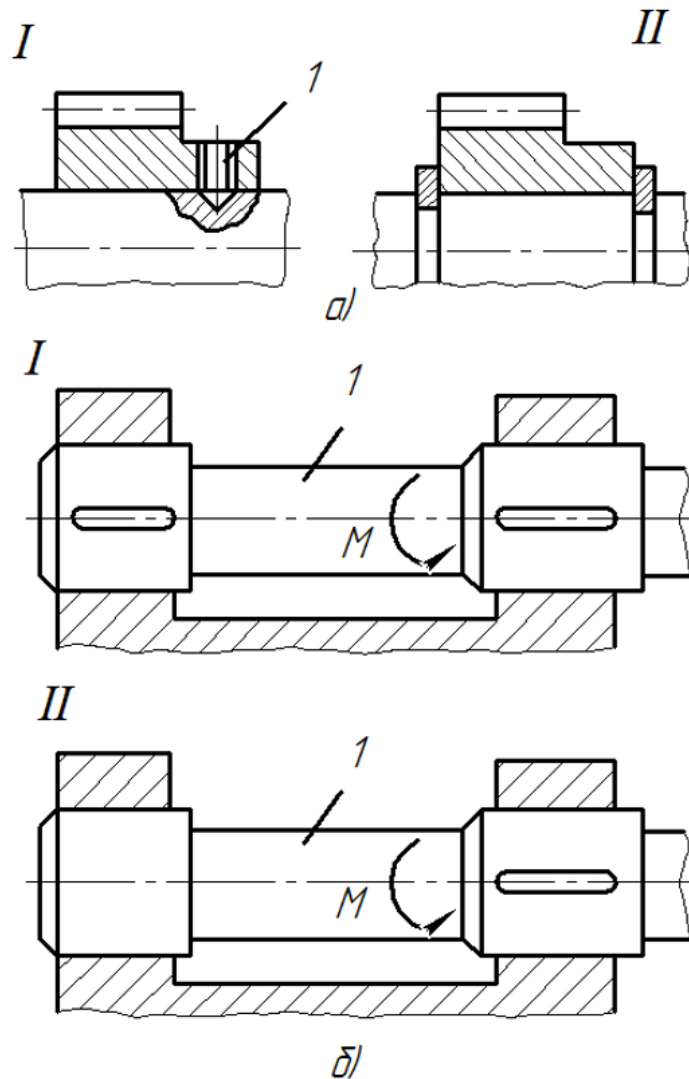


Рисунок 6.26 – Усунення підгонки

**Розчленування конструкції** (схема II на рис. 6.28), при якому збирання складних вузлів (наприклад, коробок швидкостей, шпинделів) проводиться автономно у своїх корпусах, а не в громіздких деталях типу стійок (схема I), сприяє скороченню трудомісткості, кістки та підвищенню якості збірних робіт.

Дуже важливо забезпечити **центрування деталей** (рис. 6.29), робота яких залежить від правильного положення щодо інших деталей. Це стосується, наприклад, лабіринтного ущільнення в фланця 1 (рис. 6.29, а), яке добре працює тільки при рівномірному кільцеподібному зазорі. У схемі I рівномірний зазор не забезпечується, оскільки фланець не центрується у корпусі 2. Цей недолік усунений у схемі II. У гідростатичній опорі (рис. 6.29, б) кришка 1, що утворює

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

осьову опору, повинна центруватися на втулці 3 за допомогою кільця 2, як показано на схемі II (на відміну від схеми I), що забезпечує якісний монтаж вузла.

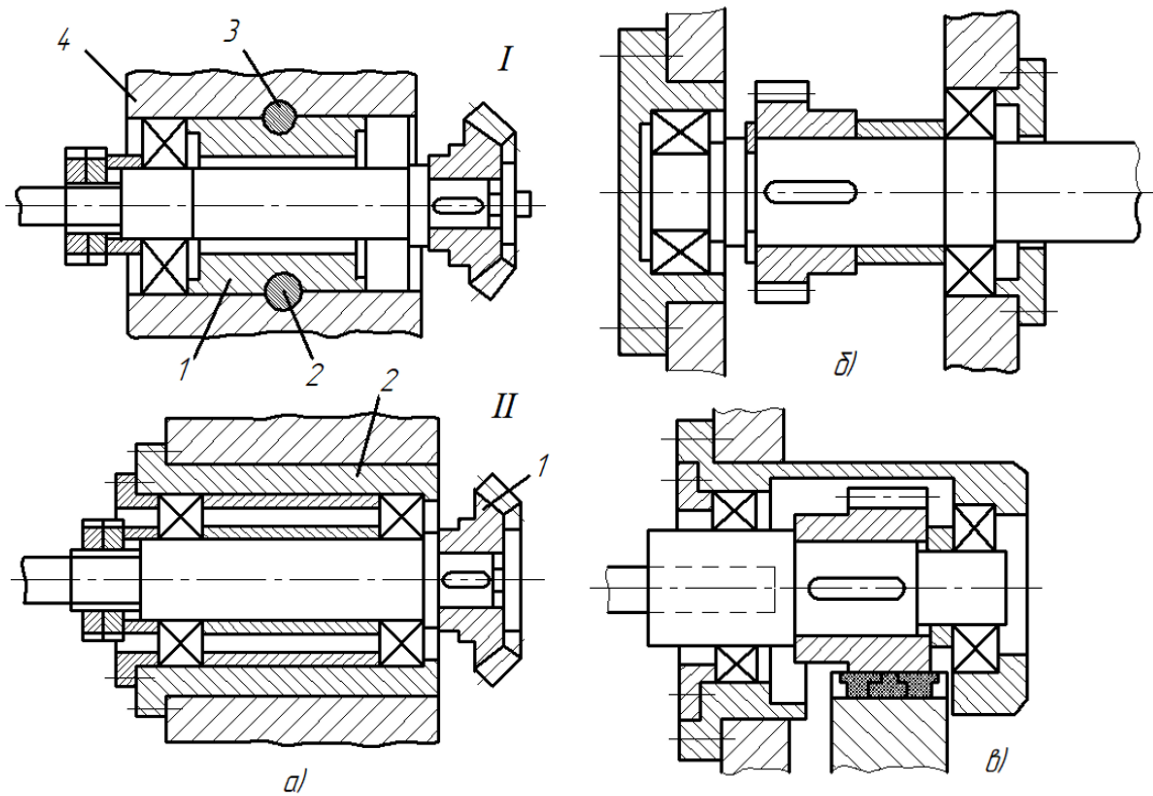


Рисунок 6.27 – використання підсірок

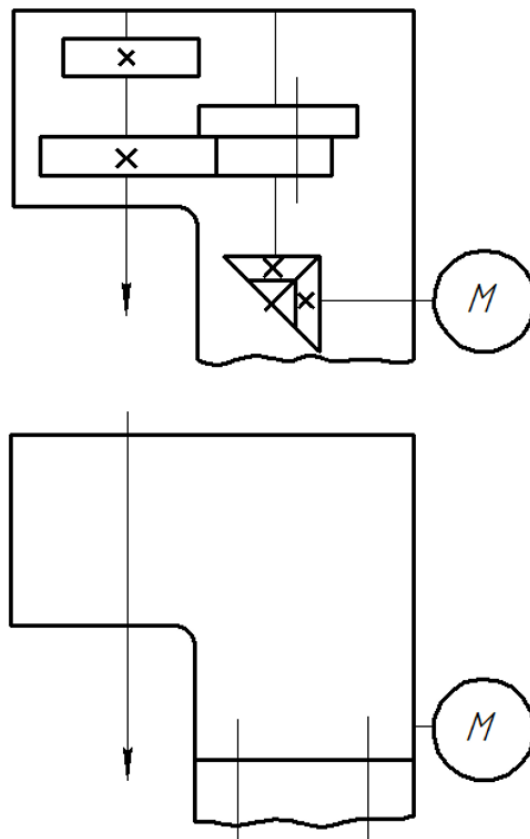


Рисунок 6.28 – Розчленування конструкції

					<b>КР.КСП.201.009.003</b>	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

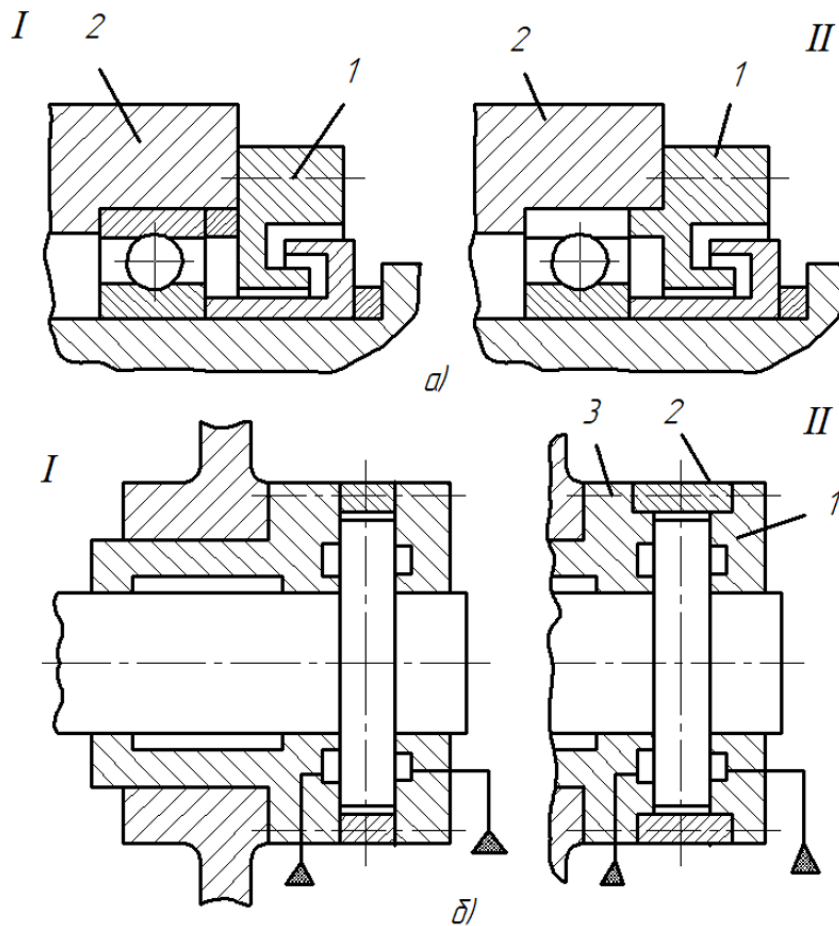


Рисунок 6.29 – Схеми центрування деталей

**Правильне базування деталей** також є умовою якісного складання (рис. 6.30). Наприклад, надлишкові зв'язки при базуванні деталі 1 одночасно за двома діаметрами  $d_1$  і  $d_2$  так (схема I на рис. 6.30, а) ускладнюють складання, що виправлено у схемі II. Поширеною помилкою є відсутність бази для кільця упорного підшипника (схема I на рис. 6.30, б), що призводить до його неправильної роботи, так як при монтажі не виключено зміщення кільця 1 і 2 відносно необхідного для нормальної роботи положення. Базування кільця (схема II) усуває цей недолік.

Для спрощення складання слід забезпечити **послідовне сполучення поверхонь** (рис. 6.31). У схемі I на рис. 6.31, а вал 1 входить в отвори корпусу 2 одночасно по двох діаметрах, що створює труднощі складання (правильна конструкція показана на схемі II). Аналогічний недолік має схема монтажу валу 1 з підшипниками в корпусі 2 (рис. 6.31, б).

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

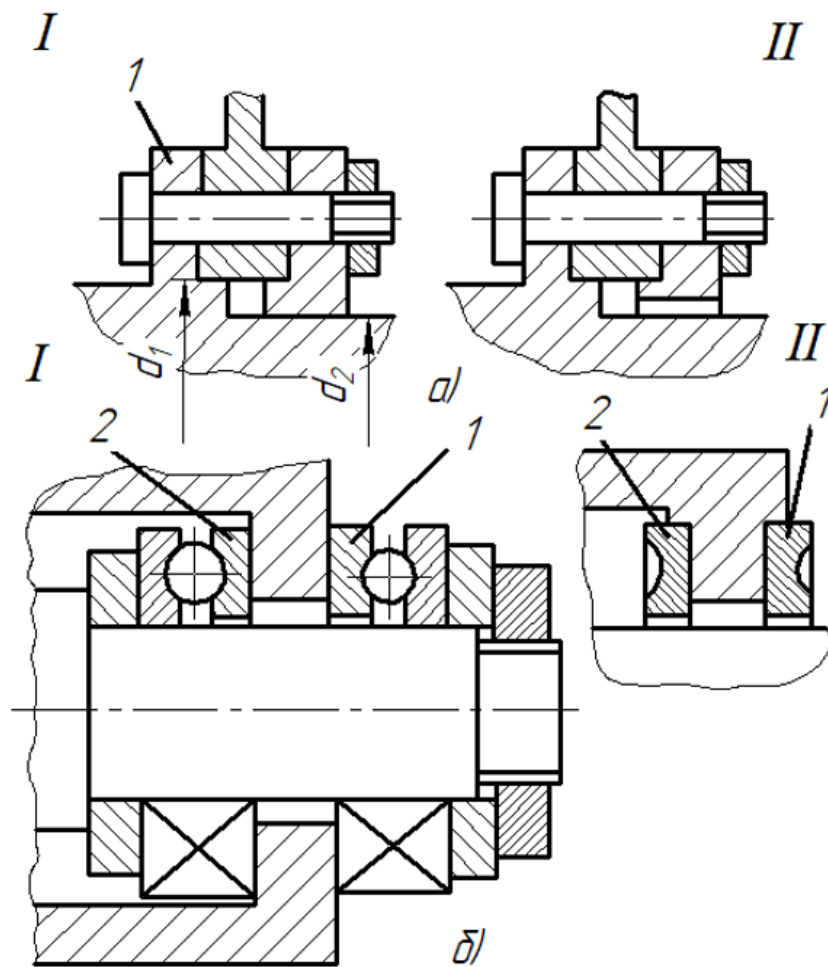


Рисунок 6.30 – Схеми базування деталей

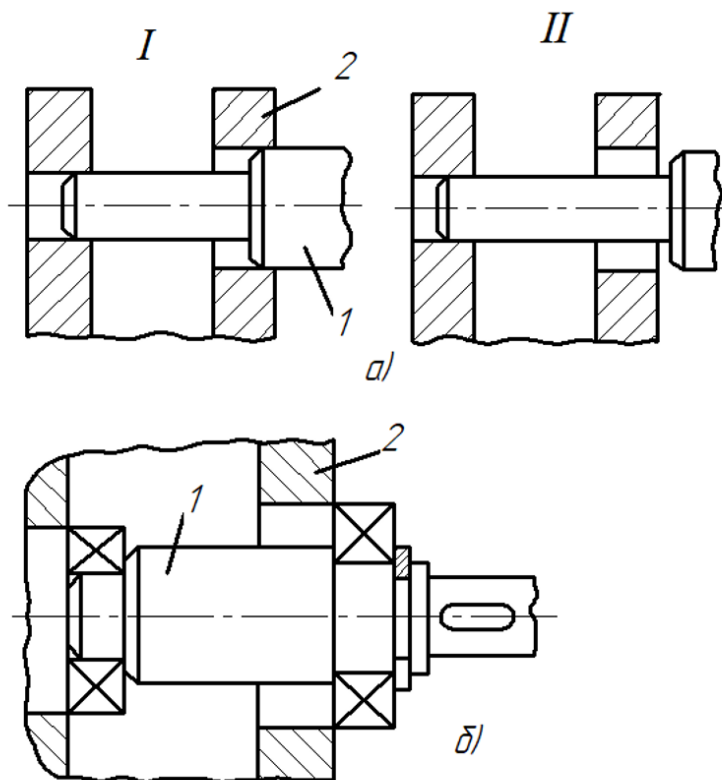


Рисунок 6.31 – Послідовне сполучення під час монтажу

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Великий вплив на технологічність як механічної обробки, так і складання мають **допуски** на деталі. При жорстких допусках неминучі великі матеріальні витрати, що, проте, який завжди позитивно впливає працездатність машин. Так, відомі випадки, коли внаслідок примусового відбору деталей, наприклад з більш тугими сполученнями, погіршувалися динамічні характеристики верстата через зменшення демпфування.

Деякі можливості зниження вимог до допусків наведено на рис. 6.32. **Зміна принципу роботи** вузла (рис. 6.32, а) дозволяє суттєво переглянути допуски. Наприклад, у схемі I гідростатичного шпиндельного вузла потрібно витримати зазор в осьових підшипниках 1 і 2 у дуже вузьких межах ( $\pm 5$  мкм). Змінюючи принцип роботи та замінюючи замкнуту осьову опору розімкнутою (схема II) з попереднім навантаженням гідроциліндром 1, виключаємо необхідність примусового забезпечення зазору в осьових підшипниках, тому що в даному випадку він встановлюється автоматично.

**Юстування вузлів та деталей** (рис. 6.32, б) є найбільш поширеним способом зниження вимог до допустимих відхилень. Наприклад, виставка супорта 1 токарно-карусельного верстата з метою мінімізувати перекіс шпинделя 3 щодо осі обертання планшайби проводиться за допомогою клинів 2 напрямних. Аналогічний ефект, але з метою забезпечити необхідний зазор в напрямних 1 досягається при налаштуванні зазору (рис. 6.32, в).

Широко використовується **властивість пружності** для зменшення вимог до точності деталей напрямних (наприклад, паралельності та різнорозмірності робочих граней 1 і 2 планок важких верстатів; рис. 6.32, г), забезпечення заданого натягу у шпиндельних підшипниках тощо.

При необхідності створювати точні поверхні, прилеглі до різних деталей (наприклад, поверхні планок 1 напрямних, рис. 6.32, д), **їх розділяють пазами 2**, які дозволяють змінювати якість обробки кожної поверхні і здійснювати підгонку кожної їх окремо.

**Усунення подвійної підгонки** (рис. 6.32, е) виключає статичну невизначеність і спрощує складання. У схемі I для цієї мети одна з опор валу

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виконана плаваючою, а у схемі II V-подібна напрямна поєднується з плоскою (а не з другою V-подібною), що також знижує вимоги до точності обробки.

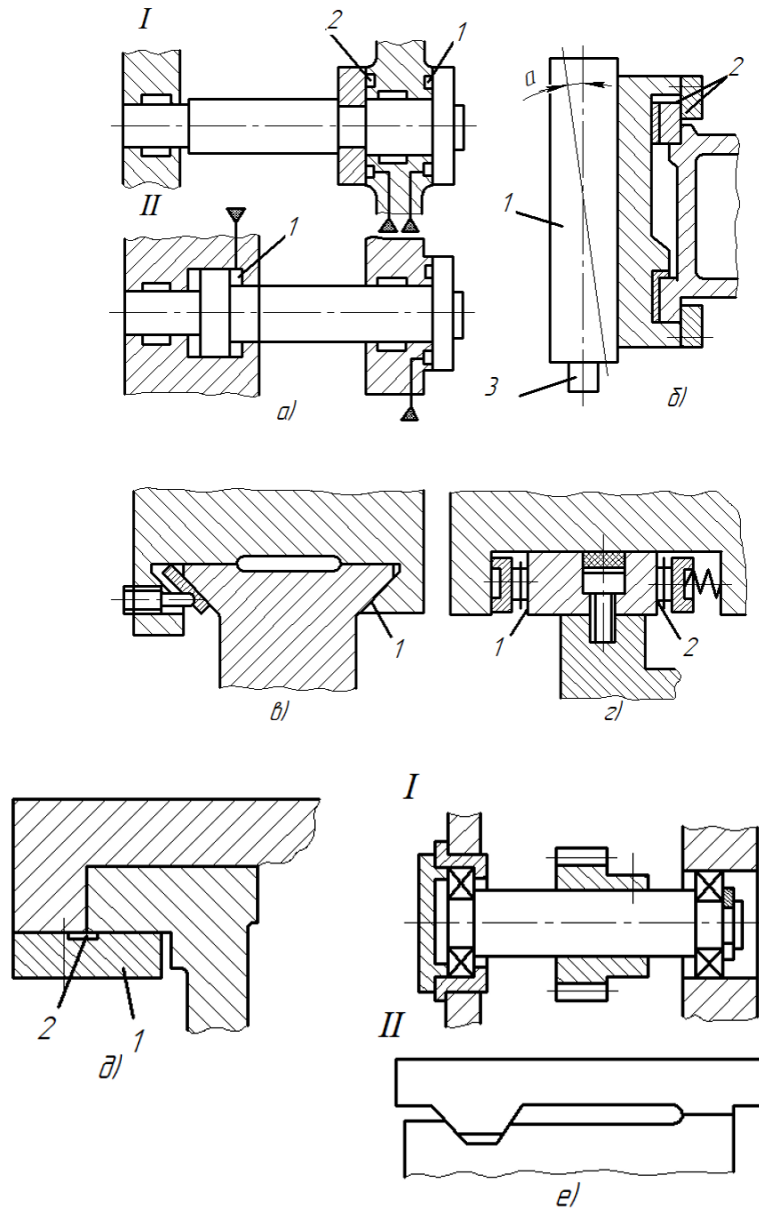


Рисунок 6.32 – Способи зниження вимог до допусків: а – зміна принципу роботи;

б – використання юстування; в – регулювання зазору в напрямних; г – використання властивості пружності; д – використання пазів; е – усунення подвійний пригонки

Насамкінець зазначимо, що хоча вище розглянуто лише окремі аспекти технологічності, однак цього достатньо, щоб отримати уявлення про складність створення технологічної конструкції.

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Перелік використаних джерел

1. Размерный анализ конструкций: Справочник / С.Г.Бондаренко, О.Н.Чередников, В.П.Губий, Т.М.Игнатцев/ под общ. ред. к.т.н С.Г.Бондаренко.– К.: Техника, 1989. – 150 с.

2. Бондаренко С.Г. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва: навч. посібник/ Бондаренко С.Г. – Київ: ІСДО, 1993. – 544 с.

3. Сапон С.П. Основи технології машинобудування. Методичні рекомендації до виконання курсового проєкту для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 131 – Прикладна механіка за освітньо-професійною програмою «Технології машинобудування, комп’ютерні системи проектування» всіх форм навчання. – 2-ге вид., перероб. і доповн. – Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2024. – 73 с.

4. Бондаренко С.Г. Технологічні задачі механічної обробки та складання [Методичні матеріали до практикуму з дисципліни “Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин” для студентів спеціальності 7.090202 “Технологія машинобудування”]/Бондаренко С.Г. – Чернігів: ЧДТУ, 2004. – 190 с..

5. Сапон С.П. Кваліфікаційна робота бакалавра. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 131 – Прикладна механіка за освітньо-професійною програмою «Технології машинобудування, комп’ютерні системи проектування» всіх форм навчання. – Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2024. – 121 с.

6. Детали машин: Учебник для машиностроительных специальностей вузов/М.Н. Иванов, В.А. Финигенов. – 12-е изд. Испр. – М.: Высш. Шк., 2008. – 408с.: ил.

					<b>КР.КСП.201.009.003</b>					
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>Перелік використаних джерел</b>					
Розробив	Омелянець В.О							Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Сапон С.П.									
Н. контр.	Ігнатенко О.А,							НУ «Чернігівська політехніка»		
Затвердж.	Єрошенко А.М.									



7. Общемашиностроительные нормативы времени на слесарную обработку деталей и слесарно-сборочные работы по сборке машин и приборов в условиях массового, крупносерийного и серийного типов производства.– М:Экономика, 1991.-160с.

					КР.КСП.201.009.003	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		