

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Навчально-науковий інститут механічної інженерії, технологій та транспорту
Кафедра Технології машинобудування та деревообробки

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

Єрошенко А.М. _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

"_01_" "___10___" 2024р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Розробка технологічного процесу складання опори валкової та маршруту
механічної обробки станини _____

(назва роботи)

Спеціальність 131 – Прикладна механіка _____

освітня-професійна програма «Технології машинобудування» _____

(шифр і назва спеціальності, освітньої програми)

_____ (галузь знань)

Виконавець:

студент гр. _ТМ-201_____

Плесун Дмитро Юрійович _____

(прізвище, ім'я, по батькові,)

(підпис)

Керівник:

К.т.н., доцент _____

(посада)

(науковий ступінь, вчене звання)

Бойко Сергій Васильович _____

(прізвище, ім'я, по батькові,)

(підпис)

Чернігів 2024

Я, Плесун Дмитро Юрійович, 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»

Інститут Навчально-науковий інститут механічної інженерії, технологій та транспорту

Кафедра _____ Технології машинобудування та деревообробки _____

Освітній ступінь _____ бакалавр _____

Спеціальність 131 – Прикладна механіка

освітня-професійна програма «Технології машинобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

Єрошенко А.М. _____

“ 01 ” _____ 10 _____ 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВИТИ

_____ Плєсун Дмитро Юрійович _____

*(прізвище, ім'я, по батькові)*1. Тема роботи Розробка технологічного процесу складання опори валкової та маршруту механічної обробки станини _____

керівник роботи _____ к.т.н. , доцент, Бойко Сергій Васильович _____,

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “22” 03 2024 року № 201-с/вс

2. Строк подання ЗВО роботи _____ 20.06.2024 _____

3. Вихідні дані до роботи _____ матеріали переддипломної практики _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____ Згідно методичних вказівок _____

6. Дата видачі завдання _____ 2024 _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів КР	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Ознайомлення із вихідними даними	03.02.2024	
2	Опис конструкції і роботи дробилки, опори валкової	20.02.2024	
3	Функціональне призначення	01.03.2024	
4	Аналіз технологічності	15.03.2024	
5	САЕ –аналіз	04.04.2024	
6	Розробка схеми складання	17.04.2024	
7	Розробка вихідної заготовки	20.04.2024	
8	Розробка маршруту механічної обробки станини	25.04.2024	
9	Опис технологічного оснащення	01.05.2024	
10	Оформлення записки	15.05.2024	
11	Оформлення графічної частини	25.05.2024	
12	Підготовка до захисту	01.06.2024	

Здобувач вищої освіти

_____ Плесун Д.Ю. _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ Бойко С.В. _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Навчально-науковий інститут механічної інженерії, технологій та транспорту

(повне найменування інституту)

Технологій машинобудування та деревообробки

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до випускної кваліфікаційної роботи

бакалавр

(освітній ступінь)

на тему: Розробка технологічного процесу складання опори валкової та маршруту механічної обробки станини

Виконав:

здобувач вищої освіти 4 курсу, групи ТМ-201

спеціальності 131-Прикладна механіка

(код і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Виконавець Плесун Д.Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник Бойко С.В.

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедрою ТМД Єрошенко А.М.

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A4			KP TM 201.007.000	Завдання	1	
A4			KP TM 201.007.001	Відомість	1	
A4			KP TM 201.007.002 ПЗ	Пояснювальна записка	1	
A2			KP TM 201.007.003 СК	Опора валкова	1	
A2			KP TM 201.007.004	Станина	1	
A1			KP TM 201.007.005	Функціональний аналіз	1	
A1			KP TM 201.007.006	Силловий аналіз	1	
A1			KP TM 201.007.007	Розмірний аналіз	2	
A1			KP TM 201.007.008	Схема складання	1	
A2			KP TM 201.007.009	Виливок	1	
A1			KP TM 201.007.010	Вибір базування	2	
A1			KP TM 201.007.011	Операційний ескіз	1	
A4			KP TM 201.007.012	Технологічна документація	1	

KP TM 201.007.001				
Зм.	Аркцш	№ докum.	Підп.	Дата
Розроб.		Плесун Д.Ю.		
Перев.		Бойко С.В.		
Н.контр.		Ізнатенко О.А.		
Затв.		Ерошенко А.М.		
Відомість			Літ.	Аркцш
				3
			Аркцшів	1
			НУЧП	

Анотація

Плесун Дмитро Юрійович. Розробка технологічного процесу складання опори валкової та маршруту механічної обробки станини. Кваліфікаційна робота бакалавра. Чернігів: НУЧП, 2024 – 66 с., 41 ілюстрацій, 10 таблиць. Графічна частина: 8 аркушів формату А1, 2 аркуші формату А3.

В першому розділі описано конструкцію валкової дробилки, опори валкової та станини, принцип їх роботи, наведено технічні характеристики. Визначено функції, проведено технологічний аналіз.

В другому розділі виконаний силовий аналіз станини, зроблено висновки щодо змін в конструкції деталі.

В третьому розділі визначені параметри якості опори валкової, виявлені складальні розмірні ланцюги, проведено розрахунок двох із них.

В четвертому розділі розроблено технологічний процес складання опори валкової, проведено нормування.

В п'ятому розділі для станини визначено вихідну заготовку, виявлено основні технологічні задачі станини, підібрано верстати для обробки станини та інструмент.

В шостому розділі описано обладнання, яке використовується під час обробки станини та складання опори валкової.

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Патв.</i>				
<i>Розроб.</i>		Плесун Д.Ю..			Анотація	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Бойко С.В.					4	2
<i>Реценз.</i>						НУЧП		
<i>Н. Контр.</i>		Ігнатенко О.А.						
<i>Затв.</i>		Єрошенко А.М.						

Annotation

Plesun Dmytro Yuriyovych. Development of the technological process of assembling the support of the roll and the route of mechanical processing of the casing. Bachelor's qualifying work. Chernihiv: IRChNUT, 2024 – 66 pp., 41 illustrations, 10 tables. Graphic part: 8 sheets of A1 format, 3 sheets of A2 format.

The first chapter describes the design of the roller crusher, roller supports and bed, the principle of their operation, technical characteristics are given. The functions have been defined, the technological analysis has been carried out.

In the second section, a strength analysis of the frame is performed, conclusions are drawn regarding changes in the design of the part.

In the third section, the parameters of the quality of the roll support are determined, the component dimensional chains are identified, and the calculation of two of them is carried out.

In the fourth chapter, the technological process of assembling the roll support was developed, and standardization was carried out.

In the fifth section, the starting workpiece for the bed is determined, the main technological tasks of the bed are identified, machines for processing the bed and tools are selected.

The sixth chapter describes the equipment that is used during the processing of the bed and the assembly of the roll support.

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат.		5

Зміст

1. Загальний розділ	8
1.1 Функціональне призначення опори валкової та станини	8
1.1.1 Опис конструкції та роботи валкової дробилки ДВ-3,4x2,5	8
1.1.2 Функціональне призначення валкової дробилки ДВ-3,4x2,5	10
1.1.3 Опис конструкції та роботи опори валкової	11
1.1.4 Функціональне призначення опори валкової	12
1.1.5 Функціональне призначення станини	13
1.1.6 Функції поверхонь деталі	14
1.2 Тип виробництва і його організаційна форма	15
1.3 Аналіз технологічності конструкції	15
1.3.1 Технологічний аналіз опори валкової	15
1.3.2 Технологічний аналіз кресленика станини	16
2. САЕ-аналіз опори валкової	18
2.1 Силовий аналіз опори валкової	18
2.2 Оптимізація конструкції станини опори валкової	22
3. Розмірний аналіз конструкції	23
3.1 Визначення параметрів якості та норм точності опори валкової	23
3.2 Вплив недотримання норм точності на функції опори валкової	25
3.3 Виявлення складальних розмірних ланцюгів	27
3.4 Розрахунок складальних розмірних ланцюгів	33
4. Технологічний процес складання вузла	40
4.1 Розробка технологічної схеми складання	40
4.2 Розробка структури технологічного процесу складання	41

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ			
<i>Зм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Зміст	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		Плесун Д.Ю.						
<i>Перевір.</i>		Бойко С.В.					6	2
<i>Реценз.</i>						<i>НУЧП</i>		
<i>Н. Контр.</i>		Ігнатенко О.А.						
<i>Затв.</i>		Єрошенко А.М.						

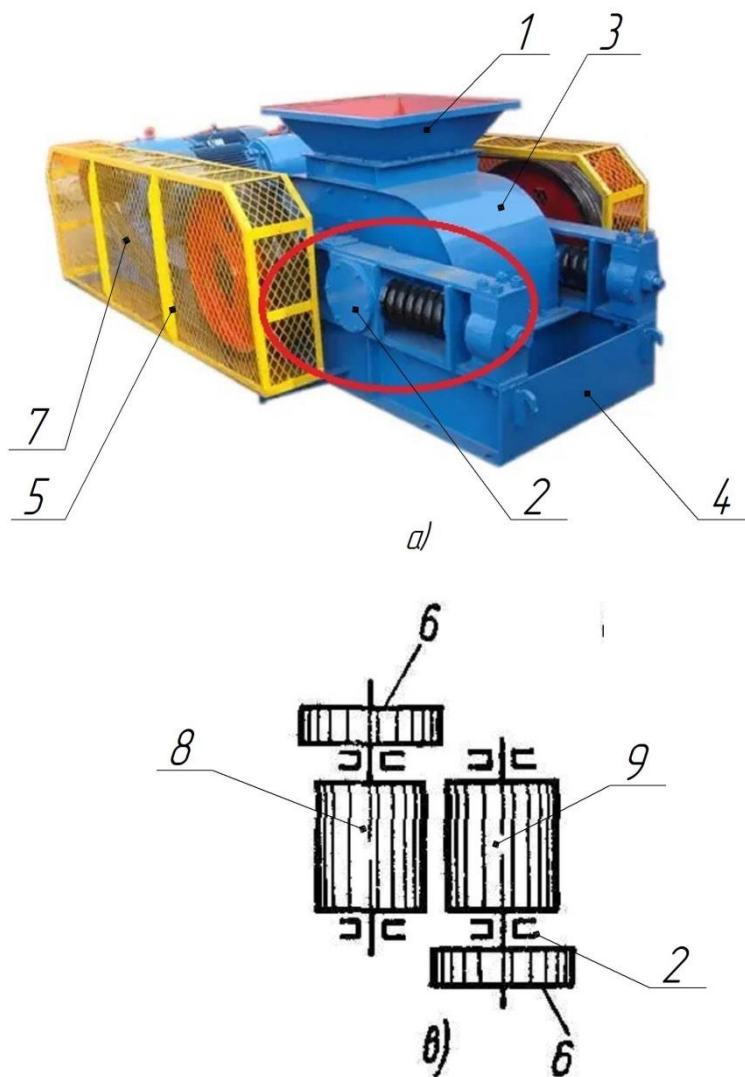
4.3 Нормування технологічного процесу складання	43
4.4 Визначення організаційних показників	44
5. Технологічний процес механічної обробки деталі	45
5.1 Вибір і проектування вихідної заготовки	45
5.2 Розробка технологічного маршруту механічної обробки деталі	46
5.2.1 Виявлення основних розмірних зв'язків поверхонь деталі	46
5.2.2 Аналіз норм точності станини	47
5.2.3 Основні технологічні задачі	49
5.2.4 Вибір методів і кількості переходів обробки поверхонь	50
5.2.5 Вибір технологічних баз	51
5.2.6 Вибір послідовності обробки поверхонь	55
5.2.7 Розробка структури маршруту обробки	55
6. Технологічне оснащення процесів	60
6.1 Технологічне оснащення операцій механічної обробки станини	60
6.2 Технологічне оснащення для складання	62
Висновки	64
Перелік посилань	65

1. Загальний розділ

1.1 Функціональне призначення опори валкової та станини

1.1.1 Опис конструкції та роботи валкової дробилки ДВ-3,4x2,5

Опора валків використовується в валковій дробилці ДВ-3,4x2,5 (рисунок 1.1).



а) зовнішній вигляд дробилки, б) схема дробилки

1 – приймальна воронка, 2 – опора валків, 3 – кожух, 4 – станина, 5 – сітчастий кожух, 6 – ведомий шків, 7 – пасова передача, 8 – ведучий валок, 9 – ведений валок

Рисунок 1.1 – Валкова дробилка ДВ-3,4x2,5

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Загальний розділ		
Розроб.		Плесун Д.Ю.					
Перевір.		Бойко С.В.					
Реценз.							
Н. Контр.		Ігнатенко О.А.					
Затв.		Єрошенко А.М.			Літ.	Арк.	Аркушів
					8	1	
					НУЧП		

Дробилка використовується для дроблення середнього та дрібного матеріалу: крейди, вугілля, будівельних відходів, солей, глини тощо (міцність продукту, який дрібниться 80 МПа).

Валкова дробилка складається із двох валків 8 та 9 (рисунок 1.1 б), які опираються на опори 2 (рисунок 1.1, а), кожуха 3 в який сховані валки з робочою порожниною, прийомна воронка 1. Все це монтується на станині 4, за допомогою ремінної передачі 7 надається обертання валку через ведений шків 6. Дана дробилка оснащена двома приводами для кожного валка окремо. За допомогою сітчастого кожуха 5 забезпечується захист ремінної передачі від потрапляння сторонніх предметів до пасової передачі [1].

Принцип роботи: валки обертаються один на зустріч одному при цьому захватують та дроблять (роздавлюють та стирають) матеріал, який потрапив між ними. Для забезпечення більшого подрібнення (стирання) матеріалу, необхідно змінити частоту обертання двох валків.

Для забезпечення можливості потрапляння неподробленого матеріалу між валками один валок необхідно забезпечити рухомим, тобто в опорі валків передбачено переміщення валка.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики валкової дробилки ДВ-3,4x2,5 [2]

Параметр	Од.вим	Значення
Матеріал, який дробиться	-	крейда, сіль, скло, кераміка, щебень
Діаметр валка,	мм	340
Довжина валка	мм	250
Частота обертання валків	об/хв	200
Продуктивність	м ³ /год	2-15
Межі регулювання вихідної щілини	мм	1-12
Максимальний розмір вихідного матеріалу	мм	20
Потужність електродвигуна	кВт	2x3(4,5)
Маса,	т	1,5

1.1.2 Функціональне призначення валкової дробилки ДВ-3,4x2,5

Ф₀₁ – подрібнення середнього та дрібного матеріалу: крейди, солей, щеня, глини тощо (міцність продукту, що подрібнюється 80МПа)..

Допоміжні функції валкової дробилки ДВ-3,4x2,5:

Ф_{д1} – забезпечення продуктивності 2-15 м³/год

Ф_{д2} – забезпечення регулювання вихідної щілини розмірами від 1 мм до 12 мм.

Ф_{д3} – забезпечення подрібнення матеріалу розміром до 20 мм

Ф_{д4} – забезпечення частоти обертання валків 200 об/хв.

Ф_{д5} – забезпечення можливості різних частот обертання на валках.

Ф_{д6} – забезпечення вимог надійності валкової дробилки.

Ф_{д7} – забезпечення вимог ергономічності та безпеки роботи валкової дробилки.

Валкова дробилка використовується для подрібнення різних матеріалів із міцністю до 80 МПа.

Продуктивність складає 2-15 м³/год. Максимальний розмір частинки, яку необхідно подрібнити складає 20 мм. Величина щілини між валками повинна змінюватися від 1 мм до 12 мм, при цьому. Це забезпечується за рахунок конструкції опори валків.

Розміри валків: довжина - 250 мм, діаметр – 340 мм, валки гладкі. Зовнішні поверхні валків не повинні мати слідів корозії, тріщин, раковин тощо. Матеріал валків – ХВГ. Кількість валків – 2. Кількість приводів для валків – 2 (для кожного валка окремо) [2].

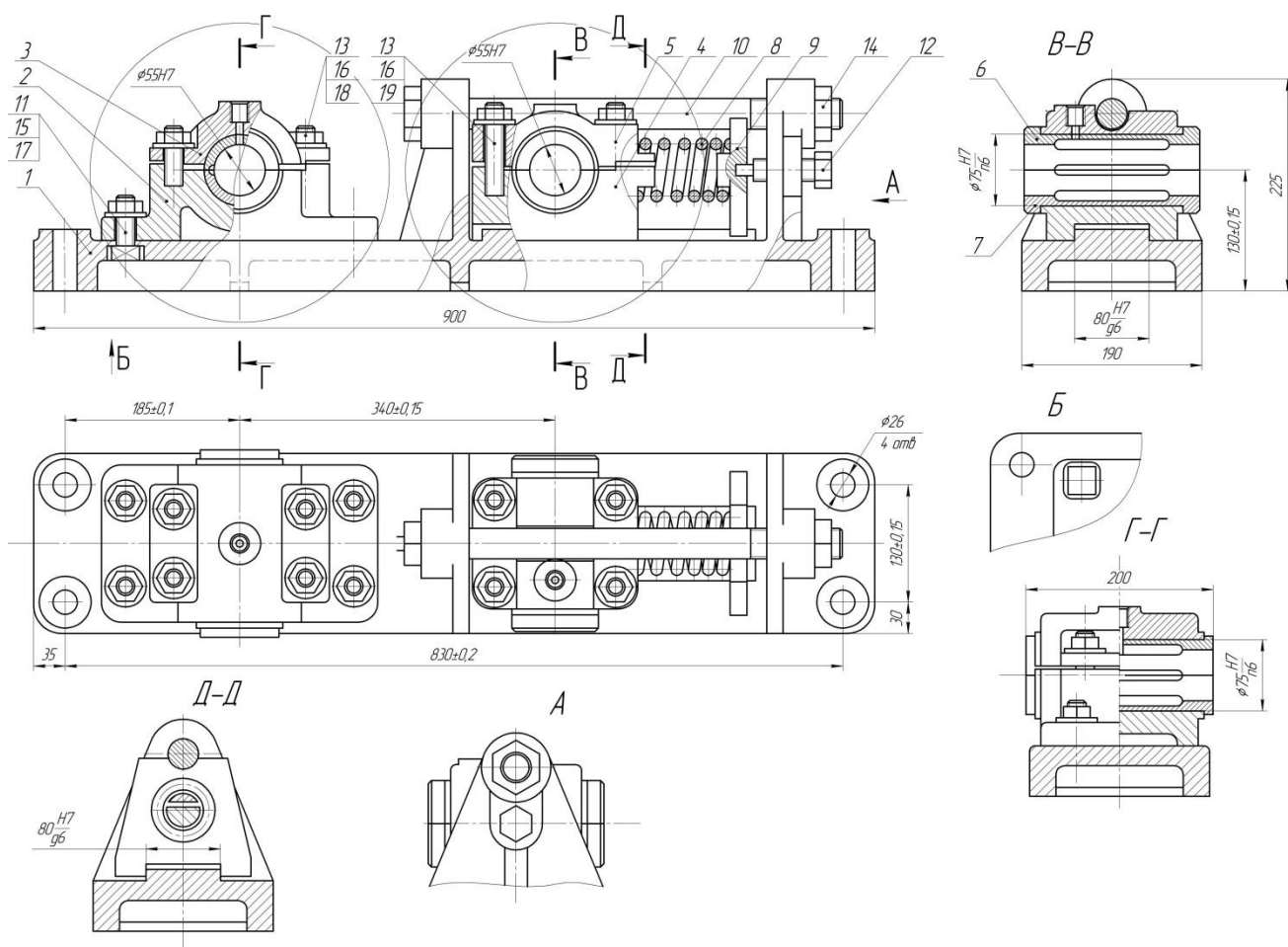
Частота обертання валків – 200 об/хв.. Оскільки валки мають окремі приводи, то є можливість забезпечити різні частоти обертання на валках.

Змащування підшипників в'язким мастилом Солідол –С.

Режим роботи – тривалий, умови експлуатації – УХЛ2 (t від 0 до +40°С, середовище агресивне та з великим вмістом пилу).

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		10

1.1.3 Опис конструкції та роботи опори валкової



1 – станина, 2 – корпус, 3 – кришка, 4 – корпус, 5 – кришка, 6 – вкладиш верхній, 7 – вкладиш нижній, 8 – пружина, 9 – повзун, 10 – Болт М24, 11 – Болт М20, 12 – Болт М22, 13 – гайка М16, 14 – гайка М24, 15 – гайка М20, 16 – шайба 16, 17 – шайба 20, 18 – шпилька М16х80, 19 – шпилька М16х100

Рисунок 1.2 - Кресленик опори валкової

Вали валкової дробилки опираються на підшипники двох опор. На рисунку 1.2 зображено одна опора. Станина 1 (рисунок 1.2) має направляючий виступ, який входить в паз корпуса 4, для попередження перекосу підшипника. Якщо в подрібнюючі частинки потрапить більш габаритна частина, то корпус підшипника 4 з валком (на рисунку не показано) стискаючи пружину 8 зміститься вправо, після подрібнення під дією тієї ж пружини корпус 4 повернеться у висхідне положення.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат
-----	------	----------	--------	-----

КР ТМ 201.007.002 ПЗ

Арк.

11

Натяжіння пружини регулюється болтом 12. Підшипник має бронзові вкладиші 6 та 7.

Другий валок, який нерухомий встановлюється в корпус 2.

В дану опору встановлюється два валки, діаметр валків складає 400 мм.

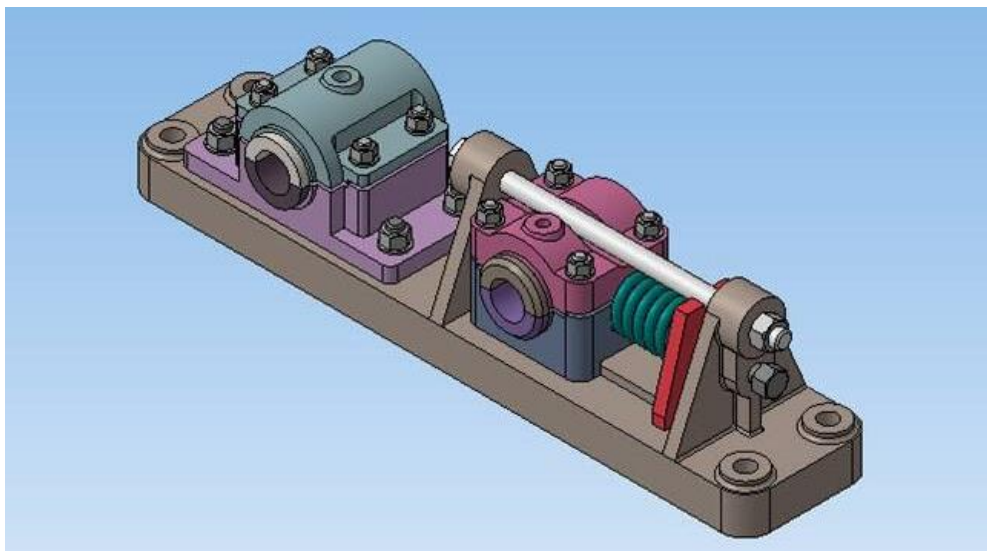


Рисунок 1.3 – Опора валкова

1.1.4 Функціональне призначення опори валкової

Ф₀₁ – забезпечення базування валків дробилки

Допоміжні функції:

Ф_{д1} – забезпечення точного взаємного розташування валків

Ф_{д2} – забезпечення переміщення одного із валків на величину 1 -12 мм

Ф_{д3} – забезпечення сприйняття навантаження

Ф_{д4} – забезпечення частоти обертання валків 200 об/хв

Ф_{д5} – забезпечення змащування поверхонь, що труться

Ф_{д6} – забезпечення шумових характеристик, не більше 80 дБ.

Ф_{д7} – забезпечення вимог надійності валкової дробилки.

Ф_{д8} – забезпечення вимог ергономічності та безпеки роботи валкової дробилки.

Опора валкова забезпечує опору та фіксацію двох валків дробилки при цьому залишаючи можливість їх обертатися із частотою 200 об/хв.. Опора повинна забезпечувати точне взаємне розташування валків.

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		12

Опора повинна витримувати навантаження, які виникають під час роботи дробилки під час подрібнення.

Конструкція опори валкової повинна забезпечувати переміщення одного із валків на величину 1-12 мм.

Змащування вкладишів та напрямної під корпус 4 (рисунок 1.2) відбувається в'язким мастилом Солідол –С.

Режим роботи – тривалий, умови експлуатації – УХЛ2 (t від 0 до +40°C, середовище агресивне та з великим вмістом пилю).

Опора валків повинна бути захищена додатковим кожухом, щоб забезпечити захист від пилю та бруду.

Опору валків фарбувати в колі драбинки.

1.1.5 Функціональне призначення корпусу

Ф01 – забезпечення сталої точності відносного розташування валків

Ф02 – забезпечення переміщення одного із валків

Допоміжні функції:

Фд1 – забезпечення плавності переміщення одного із валків

Фд2 – гасіння вібрацій

Фд3 – забезпечення базування та закріплення опори валкової на станині дробилки

Фд4 – забезпечення вимог надійності опори валкової.

Фд5 – забезпечення вимог ергономічності та безпеки роботи опори валкової

Корпус (рисунок 1.4) забезпечує точне розташування корпусів під валки та можливість одного із валків переміщуватися в горизонтальній площині. Переміщення одного із валків повинну бути плавним.

Станина частково гасить вібрації, які виникають під час роботи дробилки.

Також станина забезпечує точне розміщення опори валків та самих валків відносно електродвигуна та робочої кліті на станині самої дробилки.

Режим роботи – тривалий, умови експлуатації – УХЛ2 (t від 0 до +40°C, середовище агресивне та з великим вмістом пилю).

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		13

Станина виготовлена із сірого чавуну СІ 15 ГОСТ 1412-85.

При механічній обробці станини необхідно забезпечити точність розташування кріпильних отворів під корпус 2 та напрямної під корпус 4.

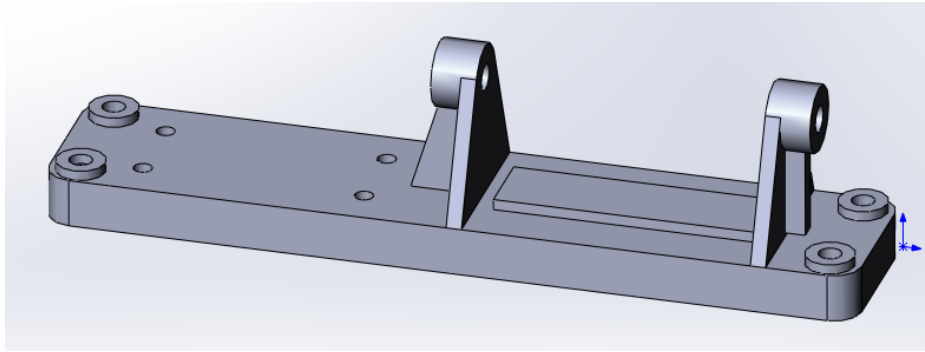


Рисунок 1.4 – Станина

1.1.6 Функції поверхонь деталі

Поверхні станини позначені на рисунку 1.5.

Основні бази – 1, 13, 14 – визначають положення станини в складальній одиниці.

Виконавці поверхні:

5 – визначають положення одного валка

8, 12 – визначають положення другого валка.

12 – забезпечують легкість переміщення другого валка

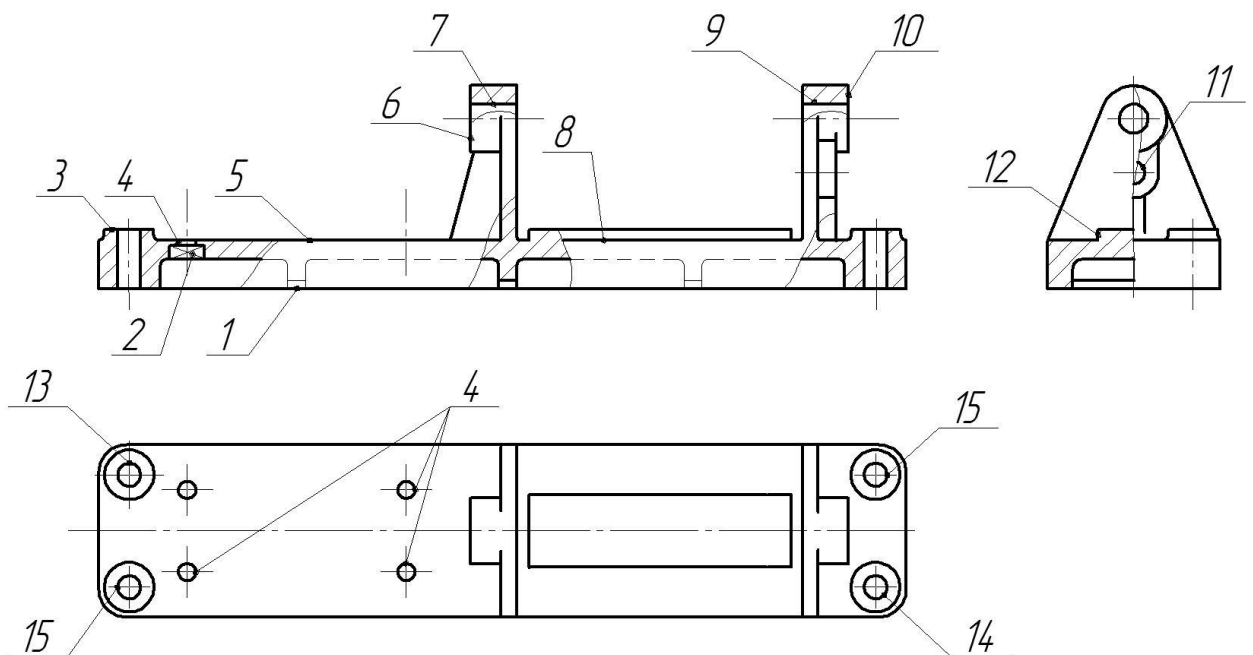


Рисунок 1.5 - Поверхні станини

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

КР ТМ 201.007.002 ПЗ

Арк.

14

Допоміжні бази:

2, 4 – визначають положення болтів М20

3, 15 – визначають положення кріпильних болтів

5 – визначає положення корпусу 1

6, 7, 9 – визначає положення болта

8, 9 – визначають положення корпусу 4

10 – визначають положення гайки

11 – визначає положення болта

Інші не позначенні поверхні відносяться до вільних поверхонь.

1.2 Тип виробництва і його організаційна форма

Тип виробництва – одиничне, кількість опор валкових, які випускаються за рік – 20 шт.

Враховуючи, що тип виробництва одиничний, то вся партія опор валкових доцільніше буде виготовити за одну партію, тому місячну програму випуску та величину партії в даному випадку не визначаємо.

1.3 Аналіз технологічності конструкції

1.3.1 Технологічний аналіз опори валкової

Опора валкова технологічна за наступними показниками:

1. Припасувальні роботи при складанні опори валкової відсутні
2. Невелика кількість деталей в опорі валковій
3. Раціональні приєднувальні зв'язки
4. Механічної обробки під час складання опори валкової немає.
5. Складальні технологічні бази зручні. Всі деталі монтуються на станини, яка має установчу базу.
6. При регулюванні переміщення корпусу 4 в зборі необхідності розбирання опори валкової немає.
7. Деталі мають схожу (однотипну) конструкцію.
8. Опора валкова має достатньо жорсткі та просту конструкцію загалом.
9. Використовують стандартизовані деталі.

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Опора валкова нетехнологічна за наступними показниками:

1. Наявні спеціальні болти із квадратною голівкою, яка необхідна для запобігання повертання їх, оскільки вони мають достатньо просту конструкцію та їх виготовлення не вимагає великих затрат, то вносити змін до конструкцію опори валкової не будемо.

Конструкція опори валкової достатньо технологічна.

1.3.2 Технологічний аналіз кресленника станини

Станина відноситься до корпусної деталі.

Технологічна:

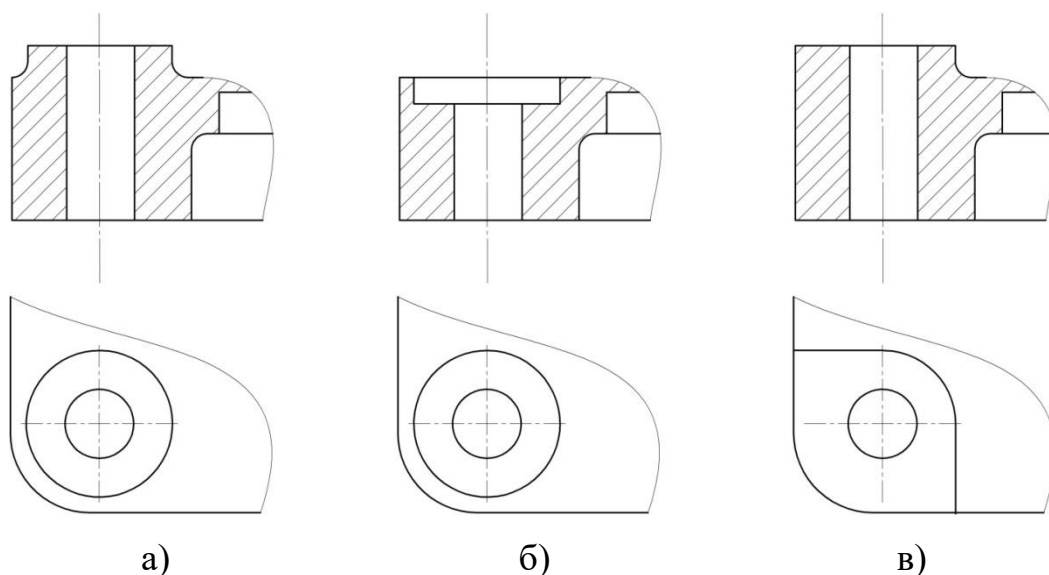
1. Наявні зручні бази для закріплення станини під час обробки на верстатах на всіх операціях.
2. Станина не піддається термічній обробці.
3. Всі поверхні не мають ускладненого доступу для обробки на верстатах.
4. Різностінність невелика
5. Жорсткість деталі достатня
6. Концентратори напруги відсутні.
7. Вимоги до корпусу не вимагають застосування верстатів підвищеної точності.
8. Специфічних вимог немає.
9. Кількість оброблюваних поверхонь небагато.
10. Оброблювальні поверхні розташовані паралельно та перпендикулярно відносно установчої бази станини
- 11.Всі отвори наскрізні
- 12.Відсутні отвори із різью
- 13.Відсутні торці, які необхідно підрізувати з внутрішніх боків.
- 14.Інструмент для обробки отворів використовується нормальної довжини
- 15.Відсутні похилі оброблювані поверхні та отвори на циліндричних поверхнях.

Нетехнологічна:

1. Наявні виступи в станині під шляпки болтів, оскільки деталь

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		16

виготовлена із чавуну, а заготовка буде виліток та з врахуванням типу виробництва (дрібносерійне), то модель із такими виступами не зможе бути вийнята із формувальної суміші, щоб не зруйнувавши її. Тому в даному випадку або треба позбутися цього виступу, або змінити його форму таким чином, щоб ливникова модель вільно виймалась із форми. Запропоновані варіанти зміни конструкції наведені на рисунку 1.6.



а) – заданий елемент, б) заміна виступу на поглиблення, в) зміна форми виступу

Рисунок 1.6 – Зміни до конструкції станини

2. Наявний отвір квадратного перерізу під голівку болта, однак він має достатні розміри для обробки кінцевою фрезою на верстаті оснащеним ЧПУ, тому вносити змін до конструкції станини не будемо.

Отже, з вище наведеного видно, що станина достатньо технологічна.

2. CAE-аналіз опори валкової

2.1 Силовий аналіз опори валкової

Оскільки на станину монтуються інші деталі опори (а саме: корпус рухомий в зборі та нерухомий) та на станину діють сили ваги цих деталей разом із валками.

Так, як силу ваги валків ми не знаємо, тому приймаємо вагу разом із корпусами в зборі величиною 100Н, вагу для болта визначаємо наступним чином:

$$F=m \cdot 9.8 \quad (2.1)$$

де m – маса болта, $m=1,75$ кг

9,8 – прискорення вільного падіння,

$$F=m \cdot 9.8=1,75 \cdot 9,8=17,18\text{Н.}$$

Також станина має власну силу ваги, яку автоматом розраховує програма.

На рисунку 2.1 зображено станину із позначеними поверхнями до яких прикладені сили та кріплення.

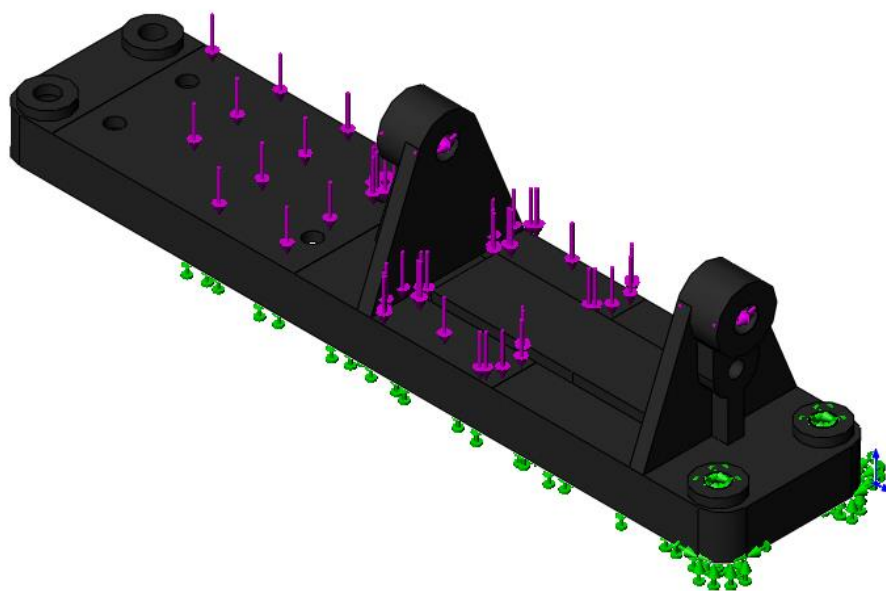


Рисунок 2.1 – Позначення поверхонь до яких прикладено закріплення та сили

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Плесун Д.Ю.			САЕ-аналіз опори валкової	Лит.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Бойко С.В.					18	2
Реценз.						НУЧП		
Н. Контр.		Ігнатенко О.А.						
Затв.		Єрошенко А.М.						

SolidWorks Simulation вивела результати розрахунку у вигляді епюр (рисунки 2.22.5). Програма 3д модель станини розбила на елементи, тобто створила сітку, інформація щодо сітки наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Інформація щодо сітки станини

Параметр	Значення
Точки Якобіана	4 Точки
Розмір елемента	19.6433 mm
Допуск	0.982165 mm
Якість сітки	Высокая
Всього вузлів	19681
Всього елементів	11209
Максимальне співвідношення сторін	14.523

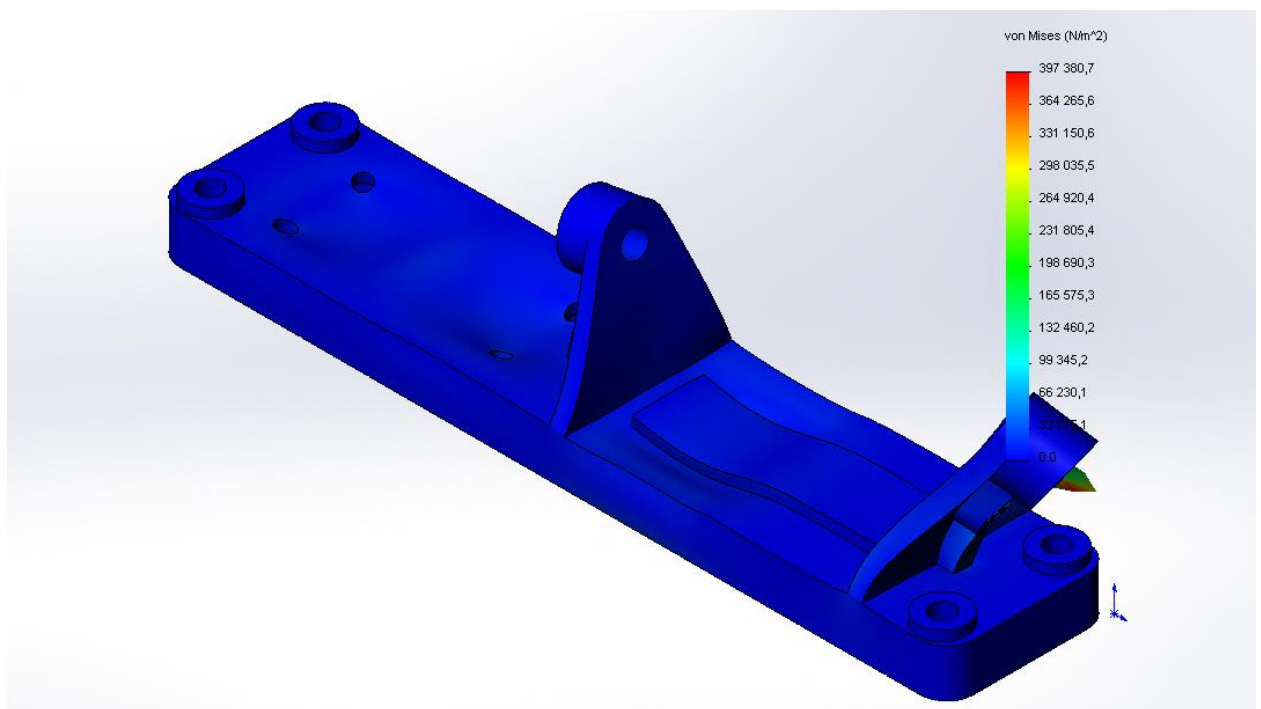


Рисунок 2.2 – Епюра внутрішніх напруг, які виникають в станині

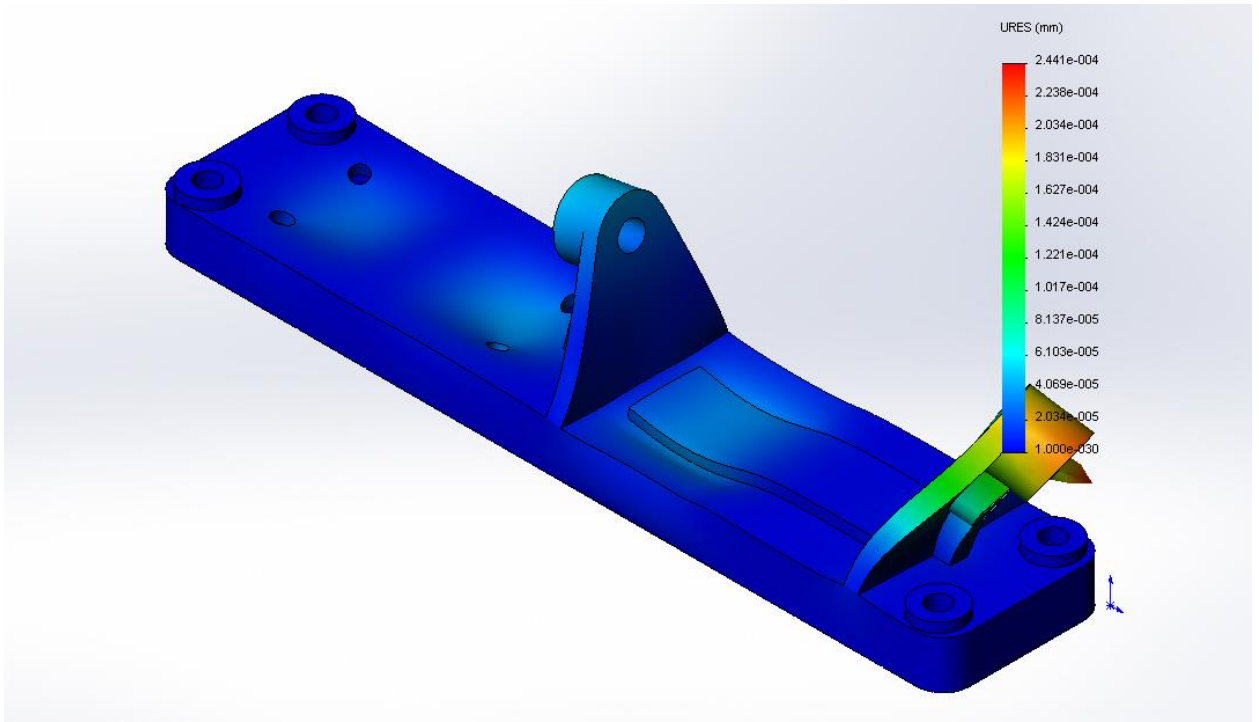


Рисунок 2.3 – Епюра переміщень, які виникають в станині

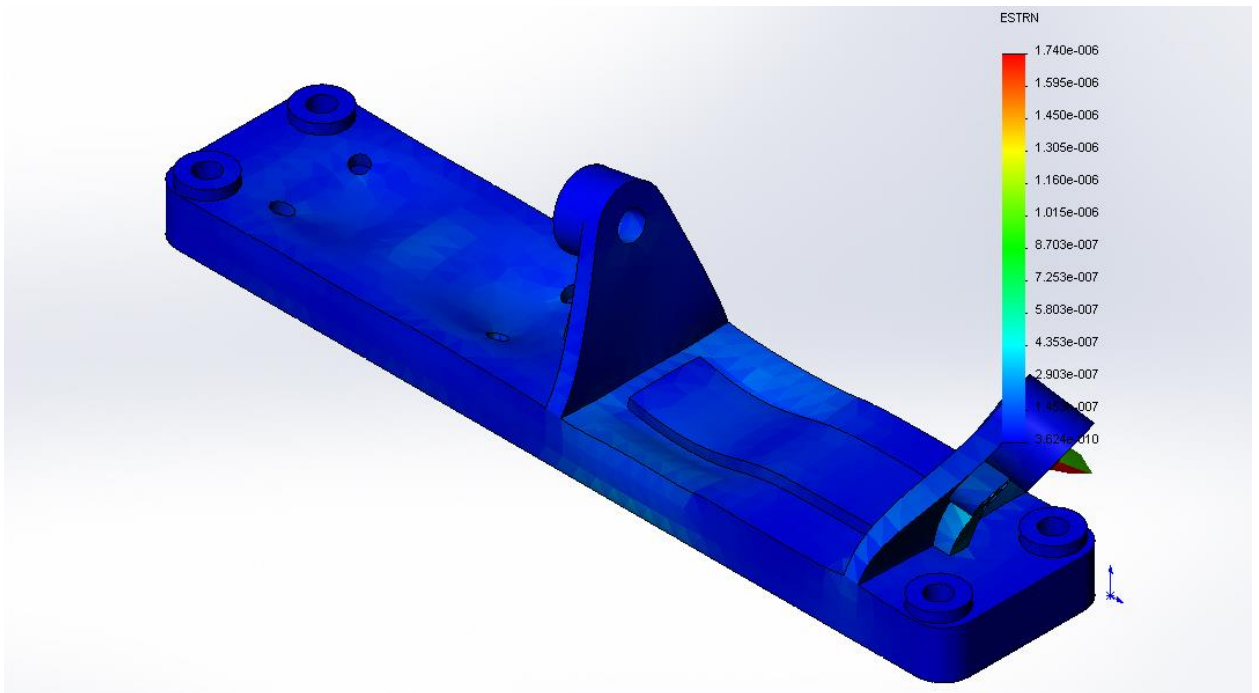


Рисунок 2.4 – Епюра деформацій, які виникають в станині

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

КР ТМ 201.007.002 ПЗ

Арк.

20

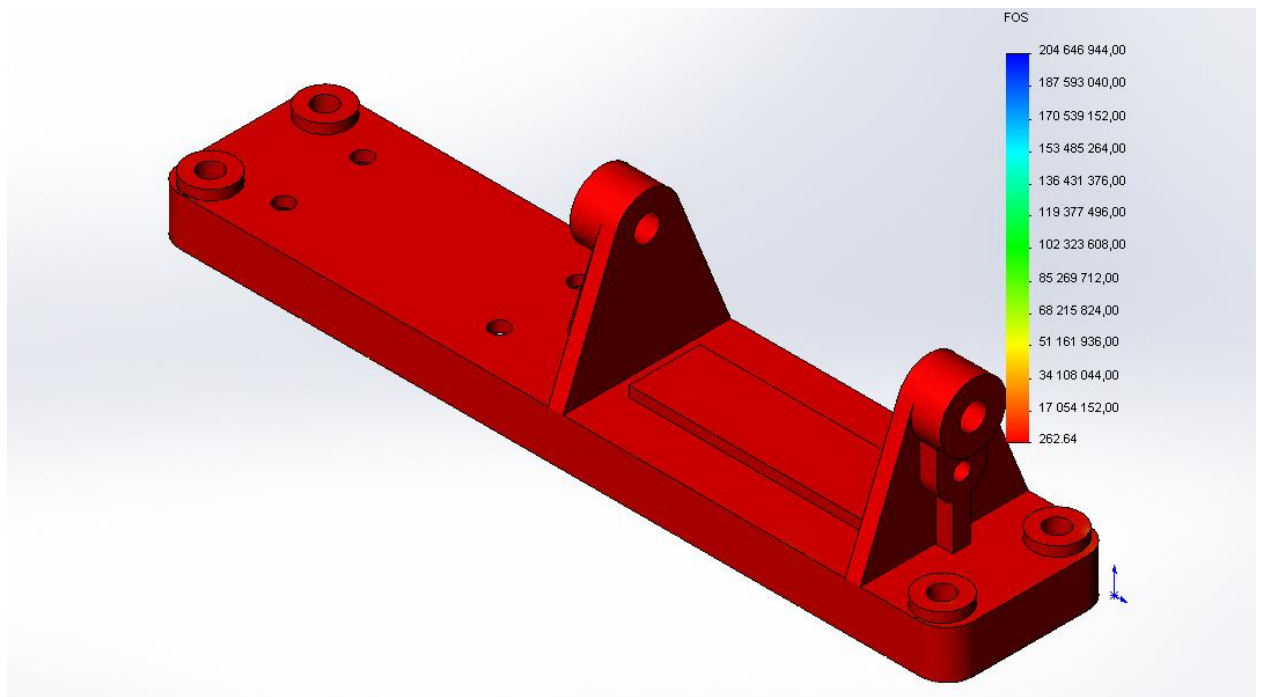


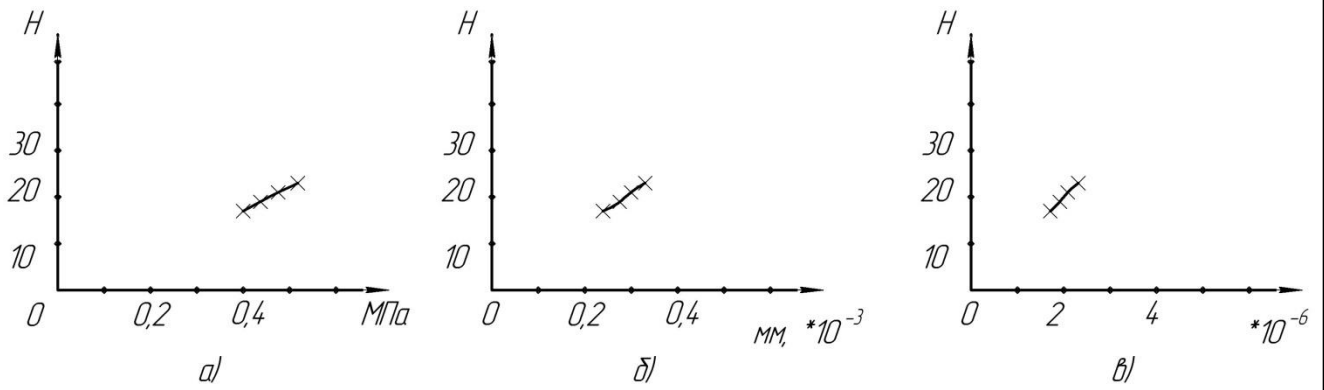
Рисунок 2.5 – Епюра запасу міцності станини

За результатами розрахунків видно, що максимальна переміщення буде 0.00024 мм, а максимальні внутрішні напруги – 0,39 МПа.

Проведемо додаткові розрахунки в яких збільшимо сили, які діють на станину, оскільки, найбільші значення виникають в бобиках, то і вирішальною силою будемо вважати силу ваги від болта. Результати внесено до таблиці 2.2 на основі цих даних будуюмо графіки залежностей (рисунок 2.6).

Таблиця 2.2 – Результати розрахунків

Вид епюри	Сила, Н			
	17,15	19	21	23
Напруження, МПа	0,4	0,43	0,47	0,52
Переміщення, мм	0.0002441	0.0002765	0.0003056	0.0003346
Деформації	$1,74 \cdot 10^{-6}$	$1,9 \cdot 10^{-6}$	$2,1 \cdot 10^{-6}$	$2,3 \cdot 10^{-6}$



а) напруження, б) переміщення, в) деформації

Рисунок 2.6- Графіки залежностей

2.2 Оптимізація конструкції станини

Міцність матеріалу станини складає 150 МПа, максимальні напруги, які виникають в станині -0,4 МПа для заданих умов та 0,52 МПа для проєктованих умов, тобто значення достатньо малі, а отже деталь витримає прикладені навантаження та вносити змін до конструкції станини немає необхідності.

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		22

3. Розмірний аналіз конструкції

3.1 Визначення параметрів якості та норм точності опори валкової

Експлуатаційні параметри [3,4]:

1. Точне розташування отворів під валки в горизонтальній площині
2. Точне розташування отворів під валки в вертикальній площині
3. Плавне переміщення корпусу 4

Точне розташування отворів під валків в горизонтальній площині залежать від правильного взаємного розташування цих отворів, а саме:

Точності відстані від вісі отвору вкладиша під нерухомий валок та вісі отвору вкладиша під рухомий валок ($A_{\Delta}=130\pm 0,15$ мм)

Відносний поворот вісі отвору вкладиша під нерухомий валок відносно вісі отвору вкладиша під рухомий валок (α_{Δ}).

Точне розташування отворів під валків в вертикальній площині залежать від правильного розташування цих отворів відносно основної бази станини, а саме:

Точністю відстані від вісі отвору вкладиша під нерухомий валок до основної бази станини ($B_{\Delta}=130\pm 0,15$ мм)

Точністю відстані від вісі отвору вкладиша під рухомий валок до основної бази станини ($B_{\Delta}=130\pm 0,15$ мм)

Відносним поворотом вісі отвору вкладиша під нерухомий валок відносно основної бази станини (β_{Δ})

Відносним поворотом вісі отвору вкладиша під рухомий валок відносно основної бази станини ($\gamma_{\Delta}=130\pm 0,15$ мм).

Плавне переміщення корпусу 4 залежить:

Точності відносно розташування вісі отвору вкладиша під рухомий валок відносно вісі симетрії направляючої станини (π_{Δ}).

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Листів</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розроб.		Плесун Д.Ю.			Розмірний аналіз конструкції	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
Перевір.		Бойко С.В.					23	2
Реценз.						НУЧП		
Н. Контр.		Ігнатенко О.А.						
Затв.		Єрошенко А.М.						

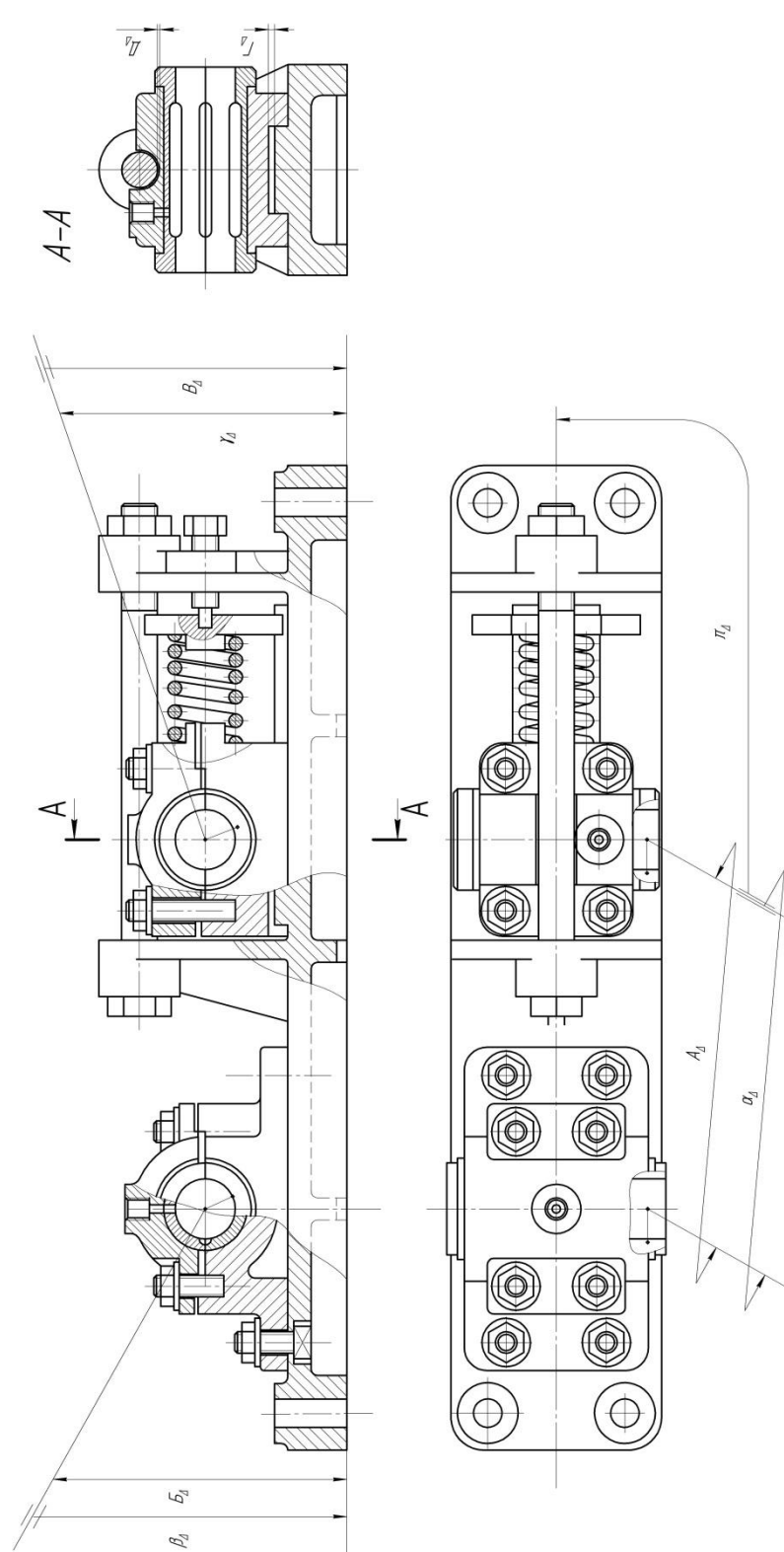


Рисунок 3.1 – Замикаючі ланки опори валкової

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

КР ТМ 201.007.002 ПЗ

Арк.

24

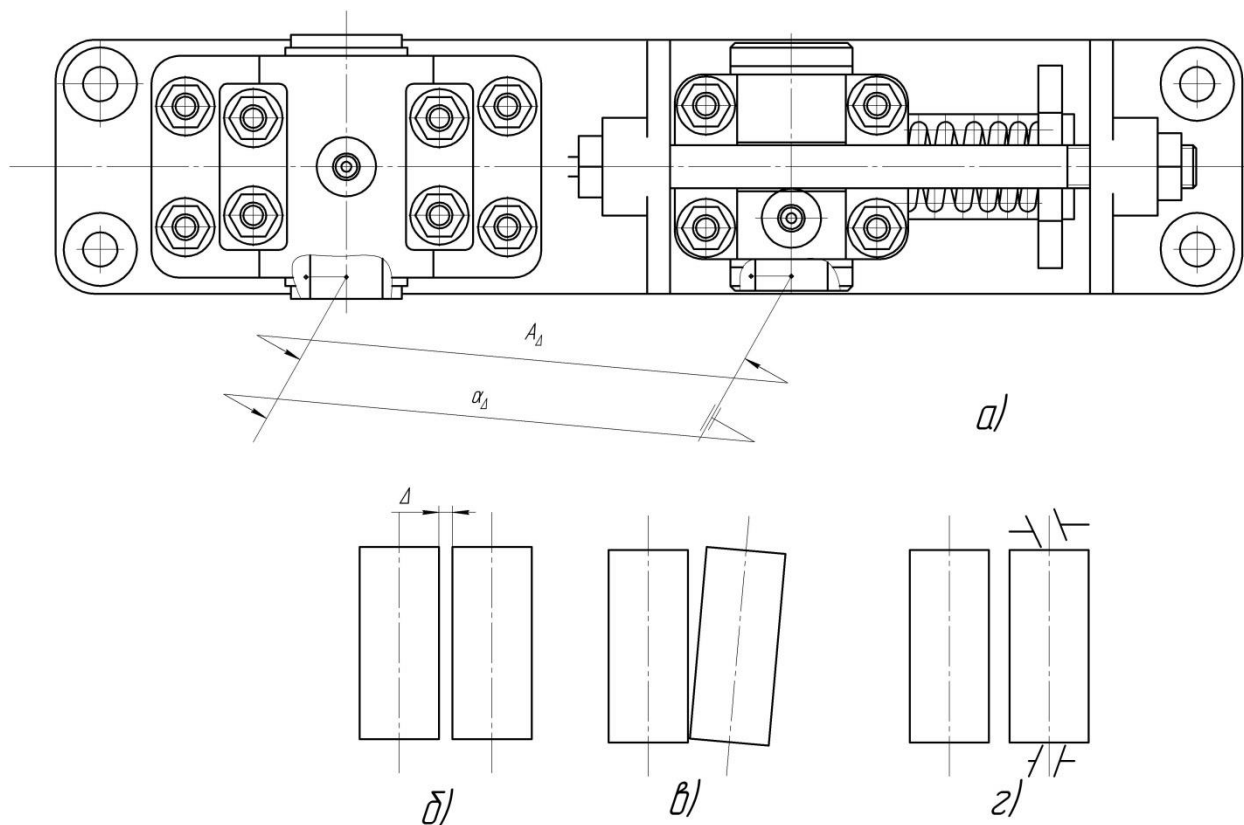
Гарантований зазор між верхнім торцем направляючої станини та глибиною пазу в корпусі 4 (Γ_{Δ}).

Гарантований зазор між болтом та пазом кришки 5 (Δ_{Δ}).

Задані параметри наведені на рисунку 3.1.

3.2 Вплив недотримання норм точності на функції опори валкової

Якщо недотримати точність відстані A_{Δ} то може виникнути ситуація, коли відстані між робочими поверхнями валків буде більше допустимої і виникне зазор Δ (рисунок 3.2, б) через який буде проходити матеріал, який не буде подрібнений певної величини, яка дорівнює цьому зазору Δ .



а) параметри, б, в) вплив недотримання точності відстані, г) вплив недотримання відносного повороту

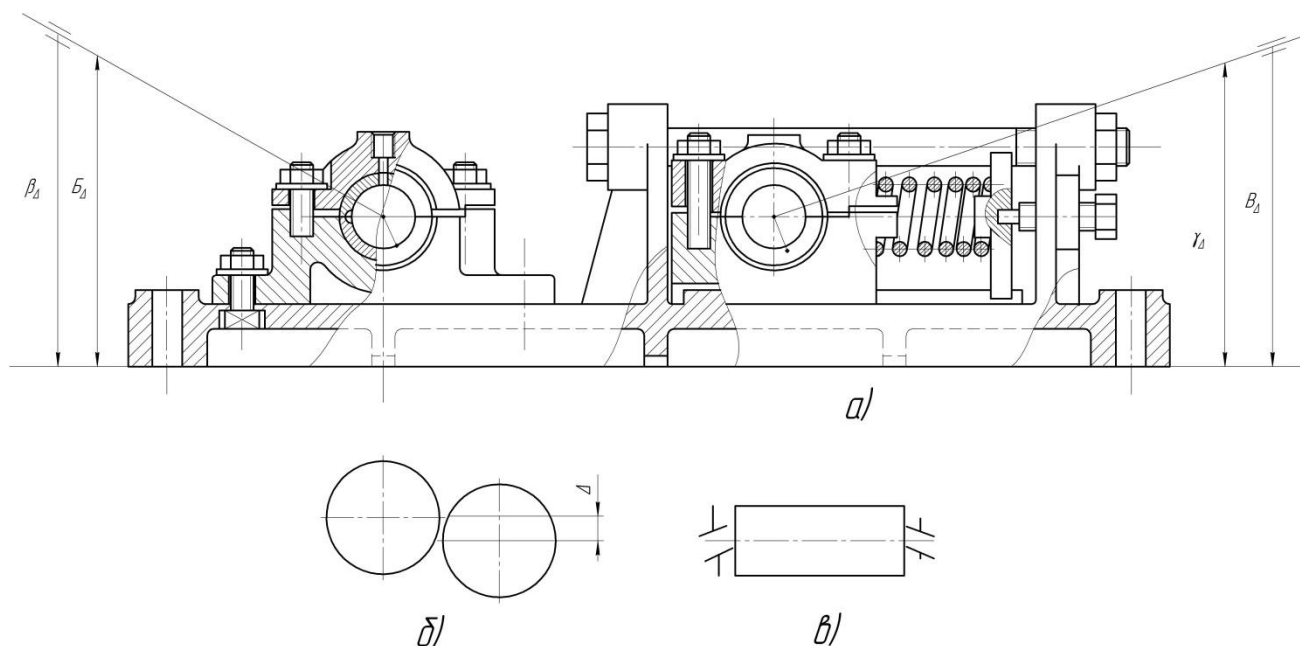
Рисунок 3.2 – Параметри, які впливають на точність розташування отворів під валки в горизонтальній площині та їх вплив на роботу валкової дробилки

Також якщо ця відстань Δ буде недотримана тільки і одній із двох опор, які розташовані на двох кінцях валків, то може виникнути ситуація, коли виникне перекіс валків в горизонтальній площині та валок встановиться із

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

перекосом (рисунок 3.2,в), то в цьому випадку в одній частині робочої зони валків буде забезпечувати подрібнення матеріалу, а в іншій ні.

Якщо недотримати відносний поворот α , то під час роботи валок рухомий може заклинити через теплові розширення металу, а в даному випадку не буде забезпечено необхідного зазору в підшипниках ковзання (рисунок 3.2, г).



а) параметри, б) вплив недотримання точності відстані, в) вплив недотримання відносного повороту

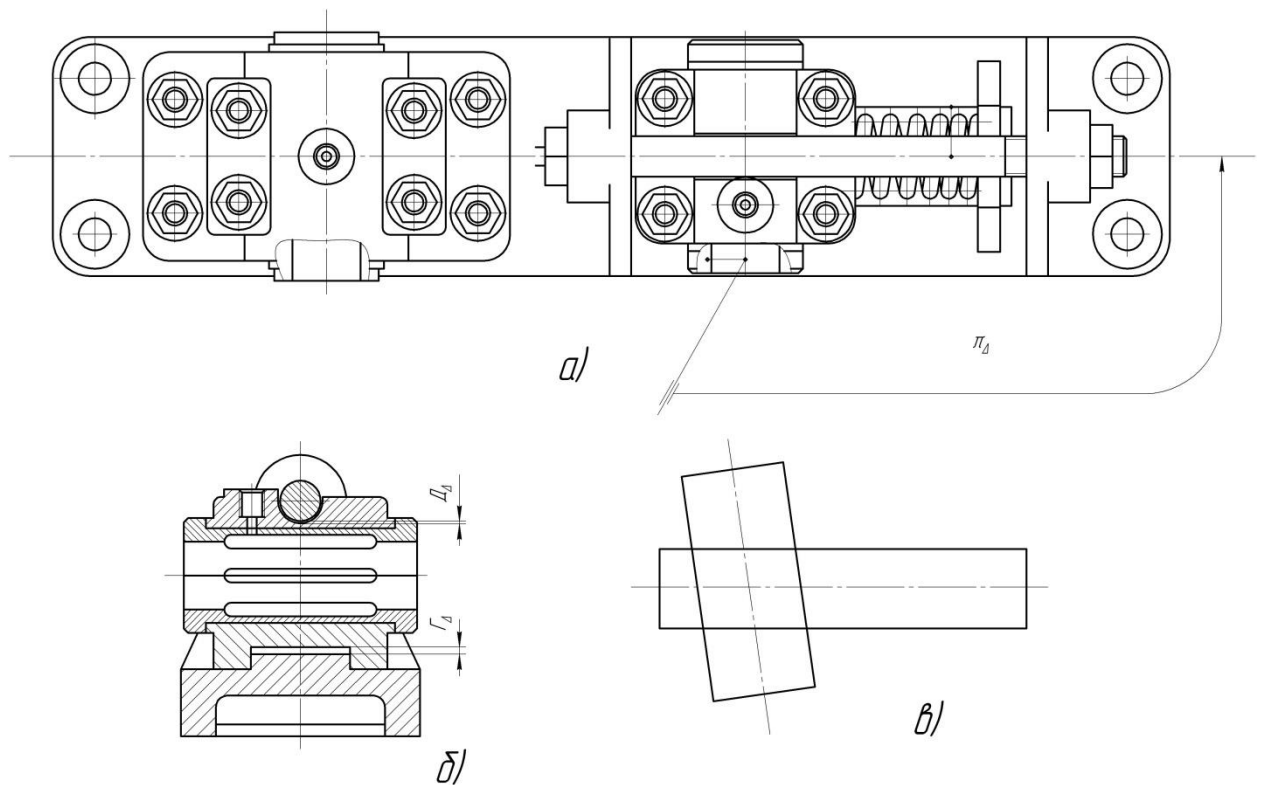
Рисунок 3.3 – Параметри, які впливають на точність розташування отворів під валки в вертикальній площині та їх вплив на роботу валкової дробилки

Якщо недотримати точності відстані B_{Δ} та B_{Δ} то виникне зміщення робочих поверхонь валків один відносно одного на величину Δ (рисунок 3.3, б), а отже і контакт робочих поверхонь валків буде недостатній, а отже і можливе проскакування часточок матеріалу, які будуть не подріблені.

Якщо недотримати відносні повороти β_{Δ} та γ_{Δ} , як і при недотриманні параметра α_{Δ} може виникнути заклинювання того чи іншого валків (рисунок 3.3, в).

Плавне переміщення корпуса 4 залежать від взаємного розташування отвору під валок до направляючої, посадки та зазорів, а саме:

						КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			26



а, б) параметри, в) вплив недотримання точності відносно повороту π
 Рисунок 3.4 – Параметри, які впливають на легкість переміщення корпуса 4 та їх вплив на роботу валкової дробилки

Недотримання точності відносно повороту π може призвести до заклинювання корпуса 4, тобто під час переміщення валка він може заклинитися в певному положенні (рисунок 3.4, а, в).

Якщо гарантовані зазори Γ та Δ будуть менше допустимих то під час теплового розширення металу може виникнути заклинювання корпуса 4 або його переміщення із ривками.

Забезпечення заданої посадки з зазором забезпечує мінімальний зазор та використовується на коротких на ходах.

3.3 Виявлення складальних розмірних ланцюгів

На рисунках 3.5-3.11 наведено розмірні ланцюги.

B_{Δ} - точність відстані від вісі отвору вкладиша під нерухомий валок до основної бази станини

B_1 – співвісність осей отвору та основної бази вкладиша

B_2 – співвісність вісі основної бази вкладиша та вісі отвору в корпусі

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		27

B_3 – точність відстані від вісі отвору в корпусі до основної бази корпуса

B_4 – точність відстані від площини на станині під корпус1 до основної бази станини.

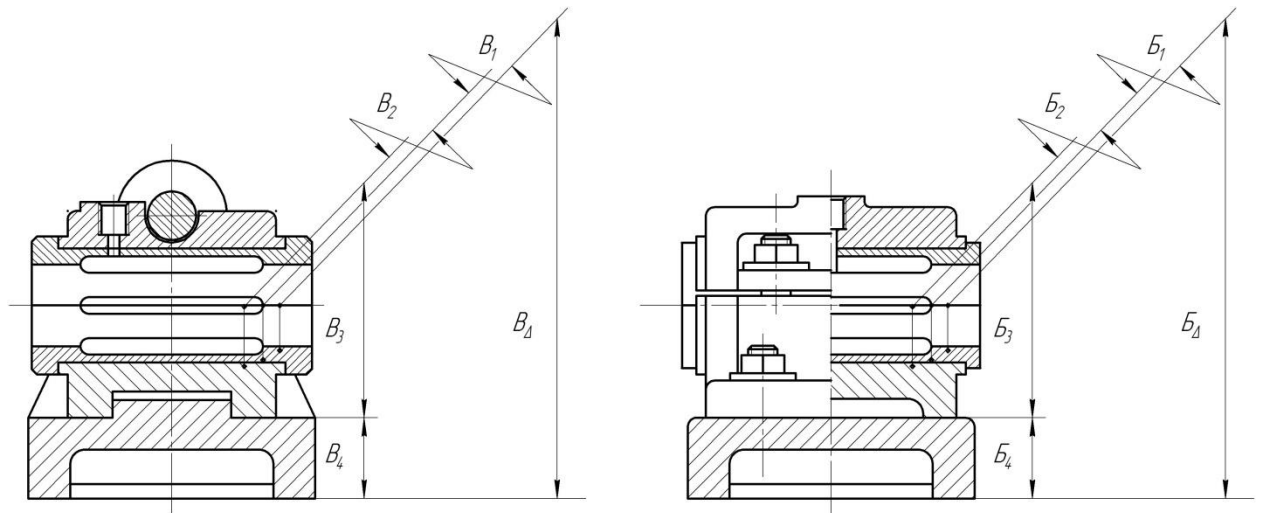


Рисунок 3.5 – Розмірні ланцюги В та Б, які забезпечують точність розташування осей отворів вкладишів в рухомому корпусі та нерухомому корпусі

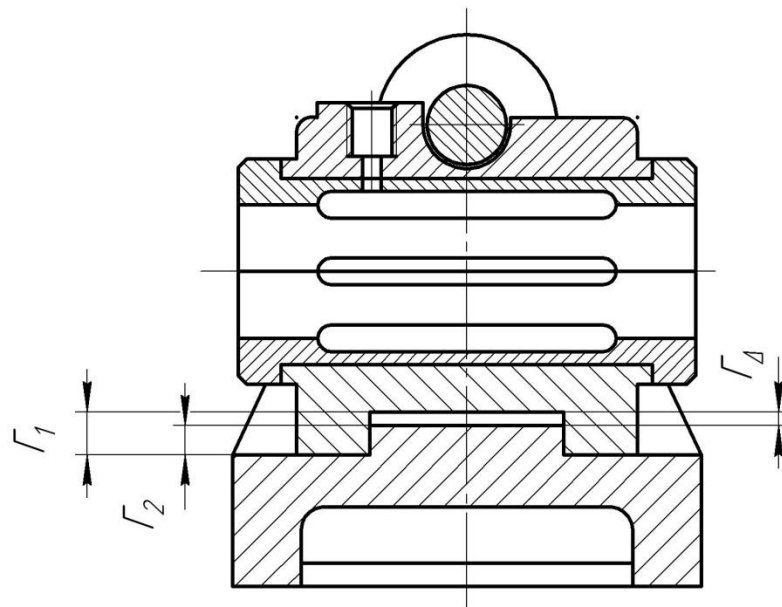


Рисунок 3.6 – Розмірний ланцюг Г, який забезпечує гарантований зазор

B_{Δ} - точність відстані від вісі отвору вкладиша під рухомий валок до основної бази станини

B_1 – співвісність осей отвору та основної бази вкладиша

B_2 – співвісність вісі основної бази вкладиша та вісі отвору в корпусі

B_3 – точність відстані від вісі отвору в корпусі до основної бази корпуса

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		28

V_4 – точність відстані від площини на станині під корпус 4 до основної бази станини.

Γ_{Δ} – гарантований зазор між верхнім торцем направляючої станини та глибиною пазу в корпусі 4.

Γ_1 – точність глибини пазу під направляючу в корпусі 4.

Γ_2 – точність висоти направляючої на станині.

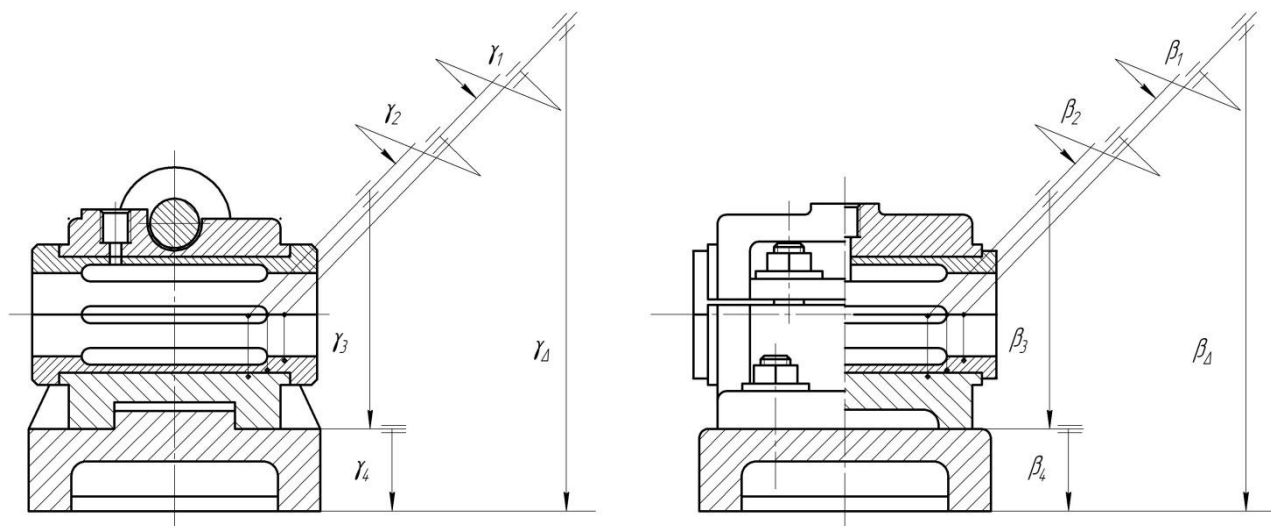


Рисунок 3.7 – Розмірні ланцюги γ та β , які забезпечують точність розташування осей отворів вкладишів в рухомому корпусі та нерухомому корпусі

β_{Δ} – відносний поворот вісі отвору вкладиша під нерухомий валок відносно основної бази станини.

β_1 – відносний поворот вісі отвору відносно вісі основної бази вкладиша

β_2 – відносний поворот вісі основної бази вкладиша відносно вісі отвору в корпусі

β_3 – відносний поворот вісі отвору в корпусі відносно основної бази корпуса

β_4 – відносний поворот площини на станині під корпус 1 відносно основної бази станини.

γ_{Δ} – відносний поворот вісі отвору вкладиша під рухомий валок відносно основної бази станини

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		29

γ_1 – відносний поворот вісі отвору відносно вісі основної бази вкладиша
 γ_2 – відносний поворот вісі основної бази вкладиша відносно вісі отвору в корпусі
 γ_3 – відносний поворот вісі отвору в корпусі відносно основної бази корпусу
 γ_4 – відносний поворот площини на станині під корпус 4 відносно основної бази станини.

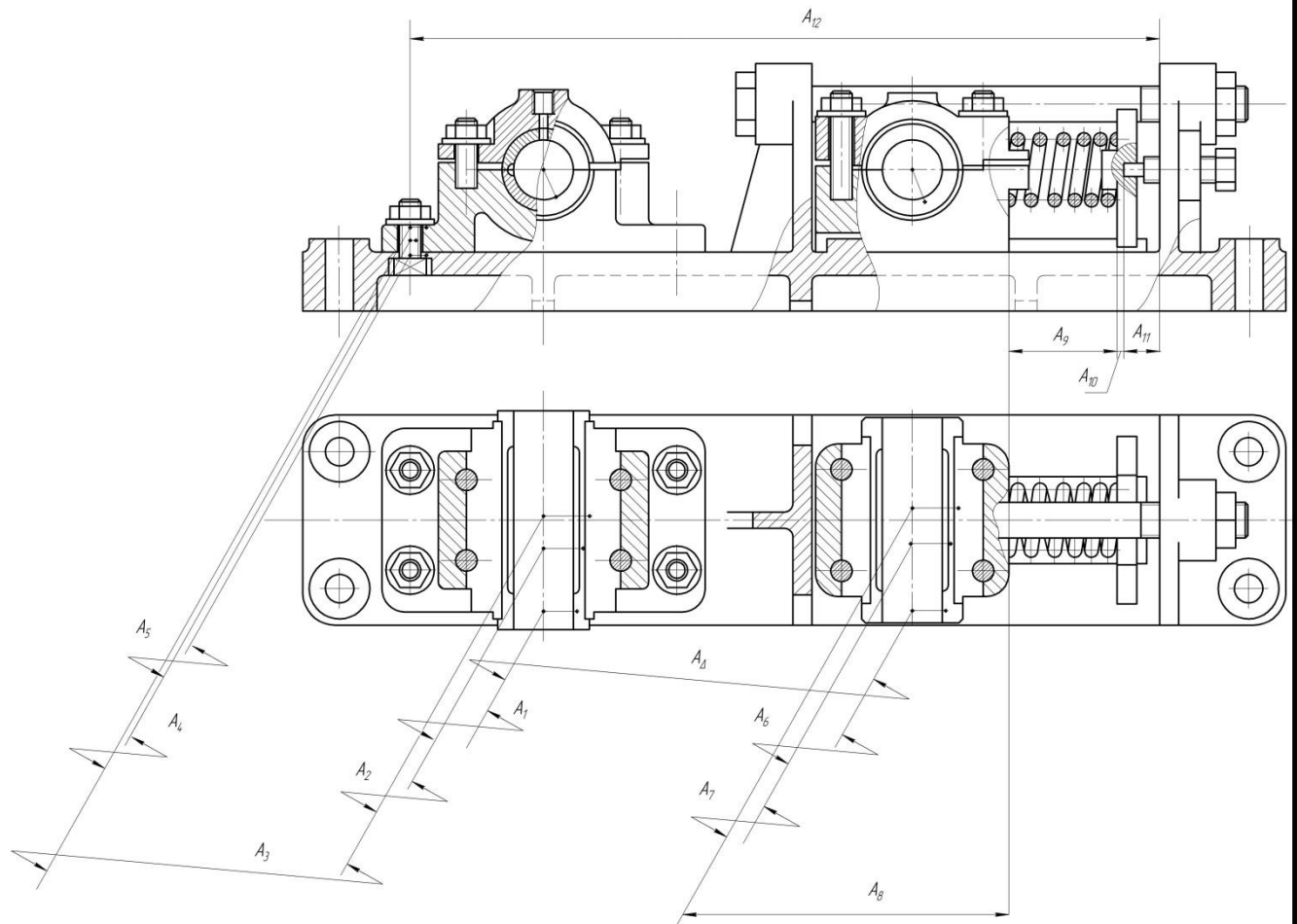


Рисунок 3.8 – Розмірний ланцюг А, який забезпечує точне розташування отворів під валки в горизонтальній площині

A_{Δ} - точність відстані від вісі отвору вкладиша під нерухомий валок та вісі отвору вкладиша під рухомий валок.

A_1 – співвісність осей отвору та основної бази вкладиша

A_2 – співвісність вісі основної бази вкладиша та вісі отвору в корпусі 1

A_3 – точність відстані від вісі отвору в корпусі до основної бази корпусу

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		30

- A_4 – співвісність основної бази (отвору) корпусу з віссю болта
- A_5 – співвісність болта та отвору в станині під цей болт
- A_6 – співвісність осей отвору та основної бази вкладиша
- A_7 – співвісність вісі основної бази вкладиша та вісі отвору в корпусі 4
- A_8 – точність відстані від вісі отвору в корпусі до основної бази корпусу
- A_9 – точність відстані від до основної бази корпусу до торця повзуна
- A_{10} – точність відстані від торця повзуна до основної бази повзуна
- A_{11} – точність відстані від основної бази повзуна до торця станини
- A_{12} – точність відстані торця станини до вісі отвору в станині під болт.

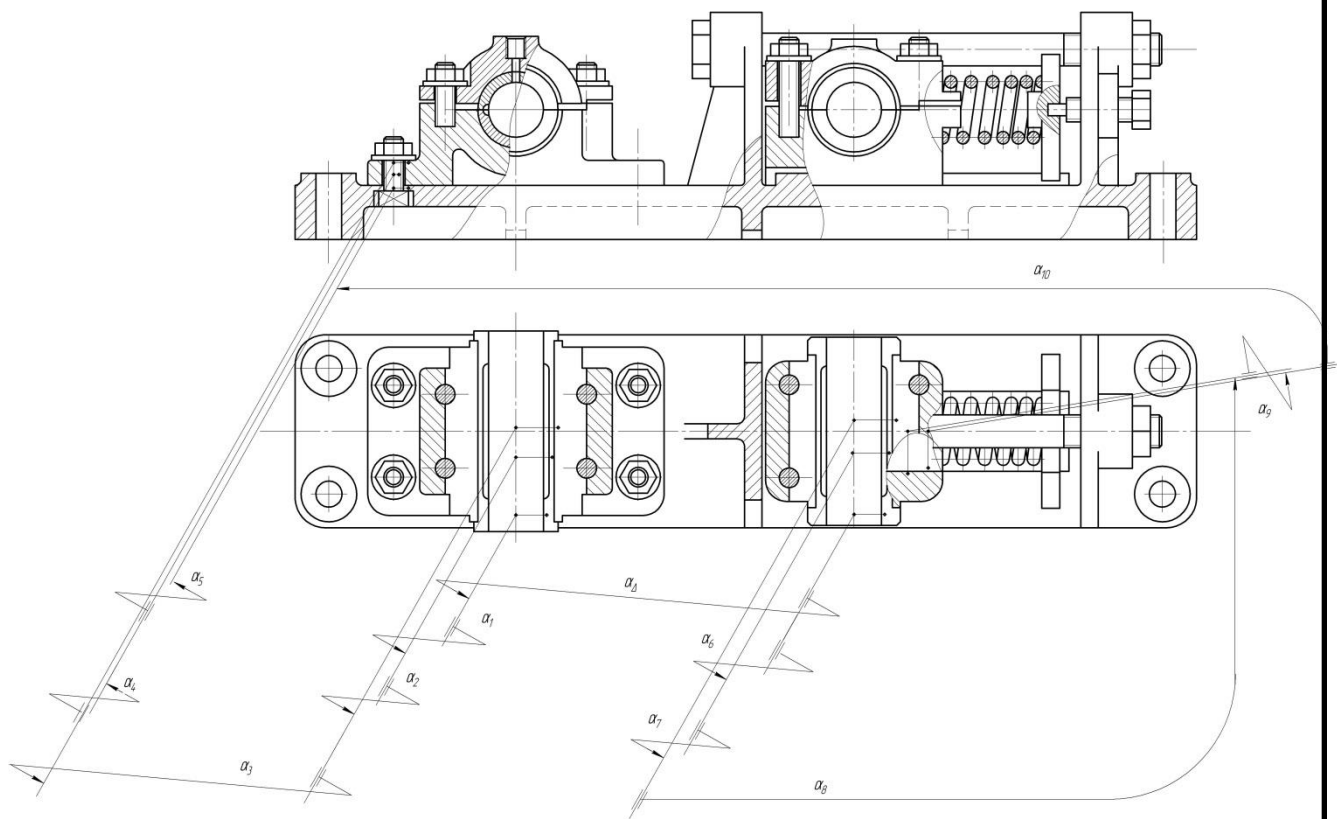


Рисунок 3.9 – Розмірний ланцюг α , який забезпечує точне розташування отворів під валки в горизонтальній площині

α_{Δ} - відносний поворот вісі отвору вкладиша під нерухомий валок відносно вісі отвору вкладиша під рухомий валок.

α_1 – відносний поворот вісі отвору відносно вісі основної бази вкладиша

α_2 – відносний поворот вісі основної бази вкладиша відносно вісі отвору в корпусі 1

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		31

α_3 – відносний поворот вісі отвору в корпусі відносно вісі основної бази корпусу

α_4 – відносний поворот вісі основної бази (отвору) корпусу відносно вісі болта

α_5 – відносний поворот вісі болта відносно вісі отвору в станині під цей болт

α_6 – відносний поворот вісі отвору відносно вісі основної бази вкладиша

α_7 – відносний поворот вісі основної бази вкладиша відносно вісі отвору в корпусі 4

α_8 – точність відносного повороту вісі отвору в корпусі 4 відносно вісі симетрії пазу (основної бази) корпусу 4

α_9 – відносний поворот вісі симетрії пазу (основної бази) корпусу 4 відносно вісі симетрії направляючої станини

α_{10} – точність відносного повороту вісі симетрії направляючої станини відносно вісі отвору в станині під болт.

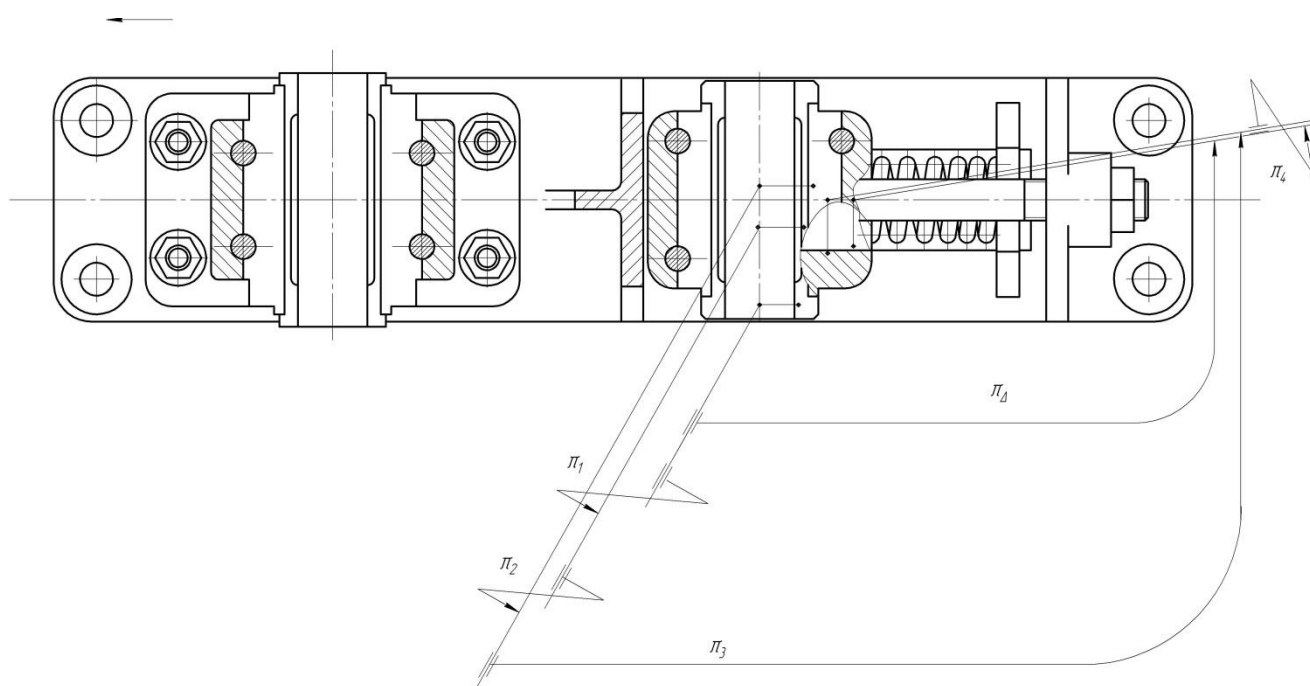


Рисунок 3.10 – Розмірний ланцюг π , який забезпечує плавне переміщення корпусу 4

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

КР ТМ 201.007.002 ПЗ

Арк.

32

π_{Δ} - точність відносного розташування вісі отвору вкладиша під рухомий валок відносно вісі симетрії направляючої станини

π_1 – відносний поворот вісі отвору відносно вісі основної бази вкладиша

π_2 – відносний поворот вісі основної бази вкладиша відносно вісі отвору в корпусі 4

π_3 – точність відносного повороту вісі отвору в корпусі 4 відносно вісі симетрії пазу (основної бази) корпуса 4

π_4 – відносний поворот вісі симетрії пазу (основної бази) корпуса 4 відносно вісі симетрії направляючої станини

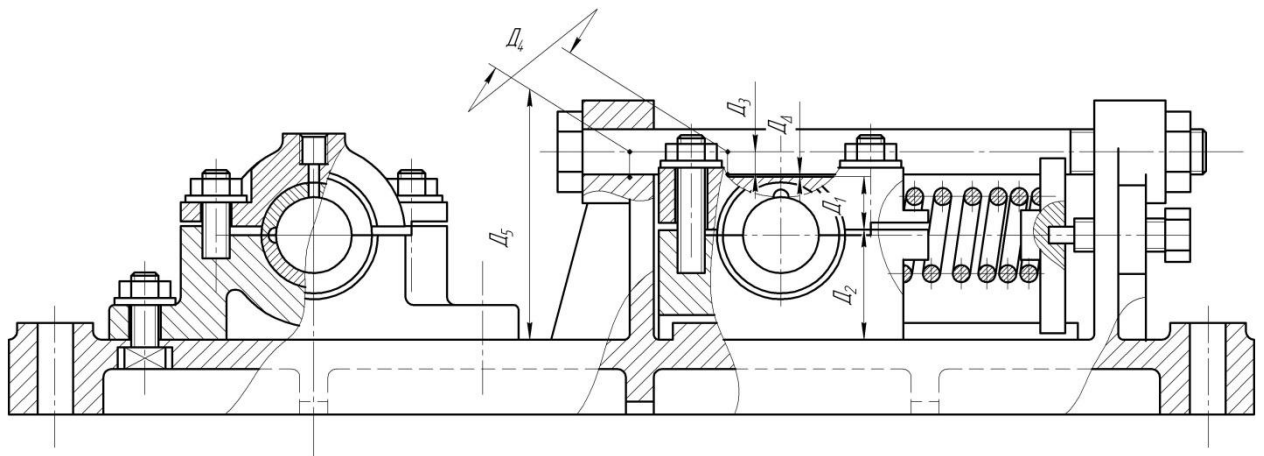


Рисунок 3.11 – Розмірний ланцюг Д, який забезпечує гарантований зазор

D_{Δ} - гарантований зазор між болтом та пазом кришки 5.

D_1 – точність відстані від пазу кришки 5 до основної бази кришки 5

D_2 – точність від поверхні під кришку 5 корпуса 4 до основної бази корпуса 4

D_3 – точність вісі зовнішньої поверхні болта до вісі болта

D_4 – співвісність вісі болта та отвору в станині під болт

D_5 – точність відстані від вісі отвору в станині до поверхні станини під корпус 4.

3.4 Розрахунок складальних розмірних ланцюгів

Проведемо розрахунок розмірних ланцюгів В (рисунок 3.5) та Г (рисунок 3.6).

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		33

Розрахунок розмірного ланцюга Г

Складальний розмірний ланцюг має включно із замикаючою три ланки.

$\Gamma_{\Delta} = 2^{+0,1}$ мм, визначимо допуск замикаючої ланки $T_{\Delta} = 0$, мм

Розраховуємо середнє значення складових ланок ланцюга:

$$\Gamma_{\text{сер}} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m |\Gamma_i| = \frac{1}{3} \cdot (12 + 14 + 2) = 9,33 \text{ мм} . \quad (3.1)$$

Розраховуємо середнє значення допуску складових ланок:

$$T_{\text{сер}} = \frac{T_{\Delta}}{m-1} = \frac{100}{3-1} = 50 \text{ мкм} . \quad (3.2) ,$$

Середнє значення допуску складових ланок відповідає IT10,

Розраховуємо координату середини поля допуску замикаючої ланки:

$$\Delta_{O\Delta} = 0,5 \cdot (\Delta_{e\Delta} + \Delta_{н\Delta}) = 0,5 \cdot (100 + (0)) = +50 \text{ мкм} \quad (3.3) ,$$

З складального розмірного ланцюга визначаємо передаточні відношення ланок:

$C_2 = -1$ – зменшуюча; $C_1 = +1$ – збільшуючі;

Попередньо приймаємо номінальні значення складових ланок із креслення опори валкової: $\Gamma_1 = 14$ мм, $\Gamma_2 = 12$ мм.

Розраховуємо номінальне значення замикаючої ланки :

$$\Gamma_{\Delta} = \sum_{i=1}^m C_i \cdot \Gamma_i = 14 - 12 = 2 \text{ мм} . \quad (3.4) ,$$

Розрахункове значення співпало із замикаючою ланкою, отже номінальні значення прийняті вірно.

Приймає параметр i для кожної ланки користуючись довідником:

$i_1 = i_2 = 1,86$ мкм [5]

$$a = \frac{T_{\Delta}}{\sum_{i=1}^{m-1} i_i} = \frac{100}{2 \cdot 1,86} = 46,3 . \quad (3.5)$$

Параметр «а» відповідає IT10, допуски складових ланок будуть: $T_1 = T_2 = 70$ мкм,

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		34

Розрахункове значення допуску замикаючої ланки:

$$T_{\Delta} = \sum_{i=1}^{m-1} T_i = 70 \cdot 2 = 140 \text{ мкм.} \quad (3.6)$$

Отримане значення більше на 40 мкм, тому зменшимо допуск на величину неузгодженості одну із ланок і тоді:

$$T_1 = 30 \text{ мкм, } T_2 = 70 \text{ мкм}$$

Координата середини поля допусків складових ланок:

$$\Delta_{o1} = +15 \text{ мкм, } \Delta_{o2} = -35 \text{ мкм}$$

Розрахункову координату середини поля допуску замикаючої ланки знаходимо за формулою 2.7:

$$\Delta o_{\Delta p} = \sum_{i=1}^{m-1} C_i \cdot \Delta_{oi} = (+1 \cdot 15) + (-1 \cdot -35) = +50 \quad (3.7)$$

Неузгодженості не виникає, тому приймаємо наступні значення зазначені в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Розрахункові показники розмірного ланцюга Г

Ланка	Γ_1	Γ_2	Γ_{Δ}
Номінальний розмір, мм	14	12	2
Величина допуску, мкм	30	70	100
Верхнє відхилення, мкм	+30	0	+100
Нижнє відхилення, мкм	0	-70	0

Розрахунок розмірного ланцюга В

Складальний розмірний ланцюг має включно із замикаючою п'ять ланок. $B_{\Delta} = 130 \pm 0,15$ мм, визначимо допуск замикаючої ланки $T_{\Delta} = 0,3$ мм

Розраховуємо середнє значення складових ланок ланцюга:

$$B_{\text{сер}} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m |B_i| = \frac{1}{5} \cdot (130 + 54 + 76 + 0 + 0) = 52 \text{ мм.} \quad (3.8)$$

Розраховуємо середнє значення допуску складових ланок:

$$T_{сер} = \frac{T_{\Delta}}{1,2\sqrt{m-1}} = \frac{300}{1,2\sqrt{5-1}} = 125 \text{ мкм} . \quad (3.9) ,$$

Середнє значення допуску складових ланок відповідає IT10, отже як вище зазначалось доцільніше було б проводити розрахунок ймовірнісним методом,

Розраховуємо координату середини поля допуску замикаючої ланки:

$$\Delta_{O\Delta} = 0,5 \cdot (\Delta_{\epsilon\Delta} + \Delta_{н\Delta}) = 0,5 \cdot (150 + (-150)) = 0 \text{ мкм} \quad (3.10) ,$$

З складального розмірного ланцюга визначаємо передаточні відношення ланок:

$C_1 = C_2 = -1$ – зменшуючі; $C_3 = C_4 = +1$ – збільшуючі;

Попередньо приймаємо номінальні значення складових ланок із креслення опори валкової: $B_1 = B_2 = 0$ мм, $B_3 = 76$ мм, $B_4 = 54$ мм.

Розраховуємо номінальне значення замикаючої ланки :

$$B_{\Delta} = \sum_{i=1}^m C_i \cdot B_i = 76 + 54 + 0 + 0 = 130 \text{ мм} . \quad (3.11) ,$$

Розрахункове значення співпало із замикаючою ланкою, отже номінальні значення прийняті вірно.

Приймає параметр i для кожної ланки користуючись довідником:

$i_1 = i_2 = 0,55$ мкм. $i_3 = i_4 = 1,86$ мкм [5]

Коефіцієнт відносного розсіювання λ_i буде:

$$\lambda_i^2 = (K/t)^2 = (1.732/3)^2 = 0.33, . \quad (3.12)$$

де K_i - коефіцієнти відносного розсіювання, $K_i = 1,732$

t - коефіцієнт ризику, $t = 3$

$\alpha_i = 0$ (для всіх ланок).

Визначаємо коефіцієнт «а» точності складових ланок за формулою:

$$a = \frac{\sqrt{T_{\Delta}^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n K_i^2 \cdot i_i^2}} = \frac{\sqrt{300^2}}{\sqrt{1.732^2 \cdot (2 \cdot 0.55^2 + 2 \cdot 1.86^2)}} = 63,14 \quad (3.13)$$

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		36

$$\Delta_{o1} = \Delta_{o2} = \Delta_{o3} = 0 \text{ мкм} \quad \Delta_{o5} = -84 \text{ мкм}$$

Визначаємо коефіцієнт відносної асиметрії замикаючої ланки:

$$\alpha_{\Delta} = \frac{0,59 \cdot \sum_{i=1}^{m-1} C_i \cdot \alpha_i \cdot T_i}{\sum_{i=1}^{m-1} |C_i| \cdot T_i} \quad (3.16)$$

$$\alpha_{\Delta} = \frac{0,59 \cdot ((-1 \cdot 0 \cdot 40) + (-1 \cdot 0 \cdot 40) + (1 \cdot 0 \cdot 120) + (1 \cdot 0 \cdot 168))}{2 \cdot 40 + 120 + 168} = 0 \text{ мкм.}$$

Визначимо розрахункову координату середини поля допуску замикаючої ланки:

$$\Delta o_{\Delta p} = \sum_{i=1}^{m-1} C_i \cdot (\Delta o_i + 0,5 \cdot \alpha_i \cdot T_i) - 0,5 \cdot \alpha_{\Delta} \cdot T_{\Delta} = -1(0 + 0,5 \cdot 0 \cdot 20) +$$

$$-1(0 + 0,5 \cdot 0 \cdot 20) + 1(0 + 0,5 \cdot 0 \cdot 120) + 1(-84 + 0,5 \cdot 0 \cdot 168) - 0,5 \cdot (0) \cdot 300 =$$

$$-84 \text{ мм.}$$

Знову виникає неузгодженість, отже узгоджуючою ланкою знову приймаємо В₅, оскільки дана ланка зменшуюча, то розрахунок проводимо за наступники формалами:

$$\Delta o_{iy} = \frac{1}{C_{sy}} (\Delta o_{\Delta} - \sum_{i=1}^{m-2} C_i \cdot (\Delta o_i + 0,5 \cdot \alpha_i \cdot T_i) + 0,5 \cdot \alpha_{\Delta} \cdot T_{\Delta}) \quad (3.17)$$

$$\Delta o_{iy} = \frac{1}{1} (0 - (-1(0 + 0,5 \cdot 0 \cdot 40) - 1(0 + 0,5 \cdot 0 \cdot 40) + 1(0 + 0,5 \cdot 0 \cdot 120))$$

$$+ 1(-84 + 0,5 \cdot 0 \cdot 168)) + 0,5 \cdot (0) \cdot 300 = -84$$

Знаходимо граничні відхилення узгоджуючої ланки за формулами 2.9 та 2.10:

$$\Delta_{ey} = \Delta o_{iy} + 0,5 \cdot T_{iy} = -84 + 0,5 \cdot 168 = 0$$

$$\Delta_{ny} = \Delta o_{iy} - 0,5 \cdot T_{iy} = -84 - 0,5 \cdot 168 = -168$$

Кінцеві розраховані значення складових ланок розмірного ланцюга В наведено в таблиці 3.2.

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 3.2 – Розрахункові показники розмірного ланцюга В

Ланка	V_1	V_2	V_3	V_4	V_{Δ}
Номинальний розмір, мм	0	0	76	54	0
Величина допуску, мкм	40	40	120	168	300
Верхнє відхилення, мкм	+20	+20	+60	0	+150
Нижнє відхилення, мкм	-20	-20	-60	-168	-150

4. Технологічний процес складання вузла

4.1 Розробка технологічної схеми складання опори валкової

На рисунку 4.1 зображено технологічну схему складання опори валкової, на рисунку 4.2 наведено пояснення (рознесений вигляд опори валкової) до схеми складання.

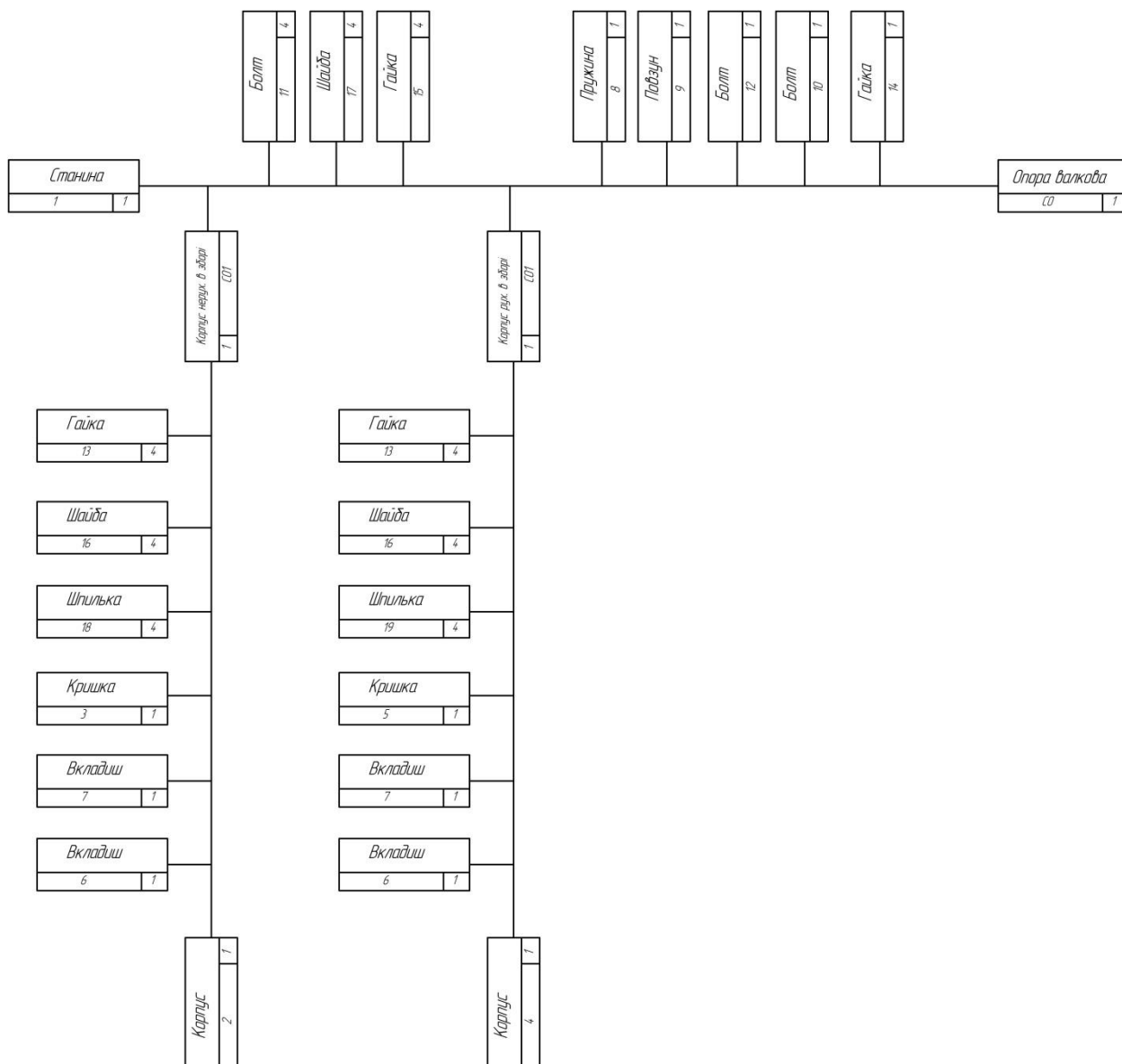


Рисунок 4.1 – Схема складання опори валкової

КР ТМ 201.007.002 ПЗ									
Зм.	Писм	№ докум.	Підпис	Патв	Технологічний процес складання вузла	Літ.	Арк.	Аркушів	
		Плесун Д.Ю.						40	2
		Бойко С.В.							
		Ігнатенко О.А.							
		Єрошенко А.М.							НУЧП

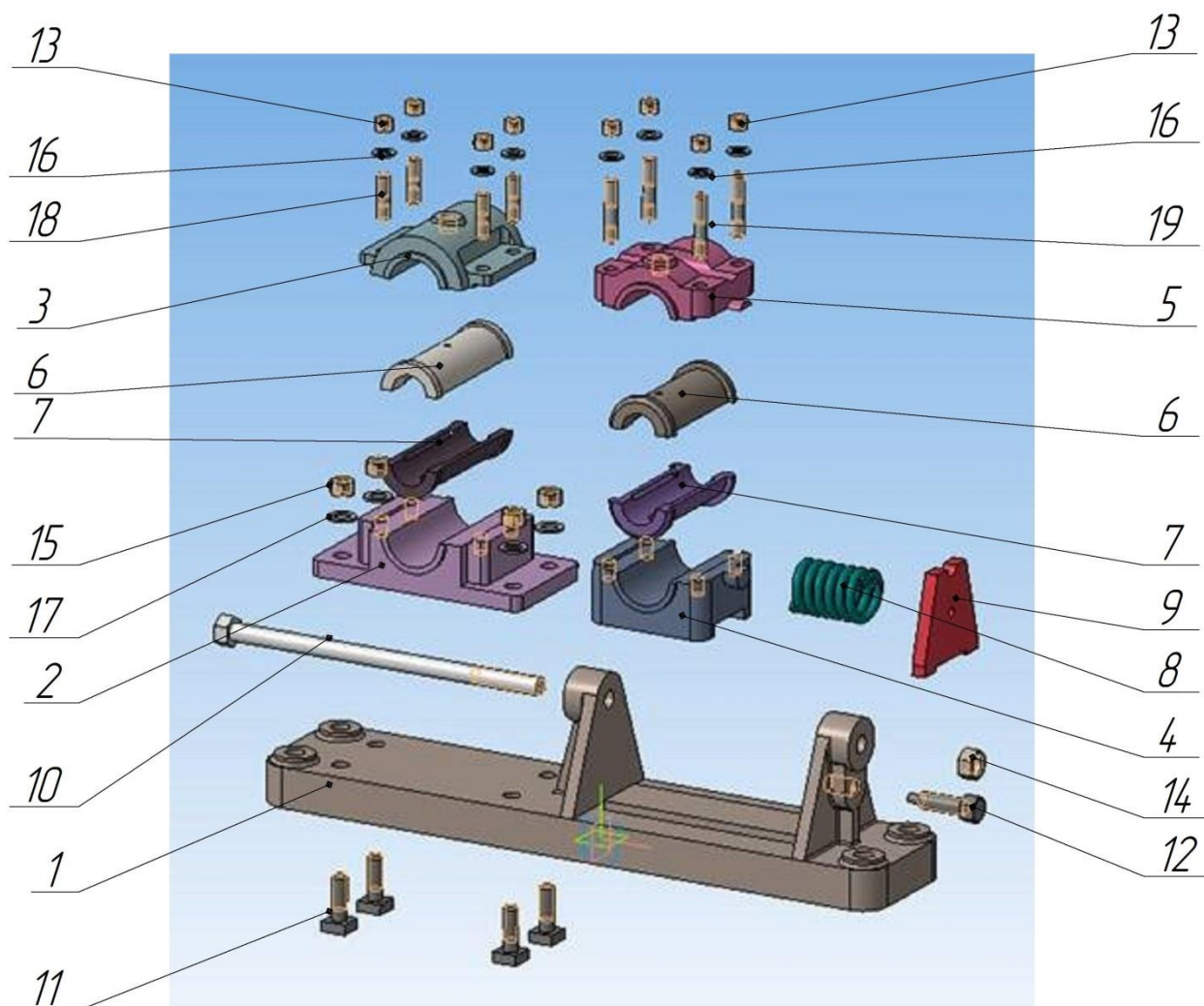


Рисунок 2.2 – Пояснювальний рисунок до схеми складання

4.2 Розробка структури технологічного процесу складання

ОПЕРАЦІЯ 005. Складальна (8800)

Метою операції: складання корпусу нерухомого в зборі

Зміст операції:

1. Загвинти в корпус 2 чотири шпильки 18
2. В корпус 2 встановити вкладиш нижній 7
3. Встановити на вкладиш нижній 7 вкладиш верхній 6
4. Встановити на корпус 2 кришку 3 притиснувши обидва вкладиши один до одного
5. Зафіксувати положення кришки 3 гайками 13 з шайбами 16.

Інструменти та обладнання:

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

КР ТМ 201.007.002 ПЗ

Арк.

41

- Ріжково-накидні ключі під розміри гайок
- Торцевий ключ

ОПЕРАЦІЯ 010. Складальна (8800)

Метою операції: складання корпусу рухомого в зборі

Зміст операції:

1. Загвинти в корпус 4 чотири шпильки 19
2. В корпус 4 встановити вкладиш нижній 7
3. Встановити на вкладиш нижній 7 вкладиш верхній 6
4. Встановити на корпус 4 кришку 5 притиснувши обидва вкладиши один до одного
5. Зафіксувати положення кришки 3 гайками 13 з шайбами 16.

Інструменти та обладнання:

- Ріжково-накидні ключі під розміри гайок
- Торцевий ключ

ОПЕРАЦІЯ 015. Складальна (8800)

Метою операції: складання опори валкової

Зміст операції:

1. На станину 1 встановити корпус нерухомий в зборі
2. Зафіксувати положення корпусу нерухомого в зборі чотирма болтами 11 з шайбами 17 та гайками 15.
3. На направляючі станини 1 встановити рухомий корпус в зборі
4. На виступ нерухомого корпусу в зборі вдягнути пружину 8
5. Встановити на направляючі станини 1 повзун 9
6. Загвинтити болт 12 до контакту із повзуном 9
7. Вставити гвинт 10 в отвори станини 1
8. Загвинтити гайку 14
9. Вручну перевірити легкість переміщення рухомого корпусу в зборі.

Інструменти та обладнання:

- Ріжково-накидні ключі під розміри гайок

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Торцевий ключ

4.3 Нормування технологічного процесу складання

Нормування проводиться за нормативом [6], дані занесені до таблиці 4.1. На прикладі складання корпусу нерухомого проведемо визначення норми штучно-калькуляційного часу:

$$T_{\text{штскл}}(T_{\text{оп}}+T_{\text{п.з.}}+T_{\text{обс}}+T_{\text{відп}}), \quad (4.1)$$

де $T_{\text{оп}}$ – оперативний час;

$T_{\text{п.з.}}$ – підготовчо-заклучний час (2.0% від $T_{\text{оп}}$)

$T_{\text{обс}}$ – час на обслуговування робочого місця (3.5% від $T_{\text{оп}}$)

$T_{\text{відп}}$ – час на відпочинок та власні потреби (6.0% від $T_{\text{оп}}$)

Визначення оперативного часу для операції 005:

1. Загвинти в корпус 2 чотири шпильки 18 + Зафіксувати положення кришки 3 гайками 13 з шайбами 16 – 5,0 хв
2. В корпус 2 встановити вкладиш нижній 7 – 0,35 хв.
3. Встановити на вкладиш нижній 7 вкладиш верхній 6 - 0,11 хв.
4. Встановити на корпус 2 кришку 3 притиснувши обидва вкладиши один до одного – 0,22 хв.

$$T_{\text{оп}} = 5,0+0,35+0,11+0,22 = 5,68 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{п.з.}} = 5,68 \cdot 2\% = 0,11 \text{ хв}$$

$$T_{\text{обс}} = 5,68 \cdot 3,5\% = 0,2 \text{ хв}$$

$$T_{\text{відп}} = 5,68 \cdot 6\% = 0,34 \text{ хв}$$

$$T_{\text{штскл}} = 5,68+0,11+0,2+0,34 = 6,33 \text{ хв.}$$

Таблиця 4.1 – Нормування часу складання опори валкової

Зміст операції	$T_{\text{оп}}$, хв.	$T_{\text{пз,п}}$, хв.	$T_{\text{обсл}}$, хв.	$T_{\text{від}}$, хв.	$T_{\text{шк}}$, хв.
1	2	3	4	5	6
Операція 005	5,68	0,11	0,2	0,34	6,33
Операція 010	6,18	0,12	0,22	0,37	6,89
Операція 015	12,26	0,25	0,43	0,74	13,68
Всього	24,12	0,48	0,85	1,45	26,9

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		43

4.4 Визначення організаційних показників

Визначаємо кількість складальних стендів:

$$m = \frac{\sum t_i \cdot N_i + k \cdot \sum T_{пз}}{F_{\delta}}, \quad (4.2)$$

де t_i – час загального складання i -го виробу;

N_i – річна програма випуску виробів, $N_i = 20$ шт.

k – кількість партій, $k = 1$.

$T_{пз}$ – підготовчо-заклучний час виробів.

F_{δ} – дійсний річний фонд часу. $F_{\delta} = 2040$ год.

$$m = \frac{26,9 \cdot 20 + 1 \cdot 0,48}{2040 \cdot 60} = 0,004, \text{ приймаємо } m=1.$$

Завантаженість складальних стендів:

$$\eta = \frac{m}{m_{\text{пр}}} \quad (4.3)$$

$$\eta = \frac{0,004}{1} = 0,004$$

Завантаженість складального стенда дуже мала та враховуючи тип виробництва, то на даному стенді необхідно проводити ц складання інших виробів.

5. Технологічний процес механічної обробки деталі

5.1 Вибір і проектування вихідної заготовки

Матеріал станини – СЧ 15, що свідчить про те, що вихідна заготовка може бути отримана тільки литтям. Враховуючи кількість необхідних деталей (20 шт.), то лиття буде в піщані форми (сирі) по дерев'яним моделям.

Вага деталі – 54,60 кг (визначена за допомогою SolidWorks під час виконання силового дослідження).

Орієнтовна маса заготовки:

$$M_B = M_D \cdot K_{T.M.}; \quad (5.4)$$

Де M_D – маса деталі, кг,

$K_{T.M.}$ – коефіцієнт збільшення маси; $K_{T.M.} = 1,2$

$$M_B = 54,60 \cdot 1,2 = 65,52 \text{ кг}$$

Згідно методичних рекомендацій визначаємо вагову групу – Па, тип виробництва – одиничне, група конструктивно-технологічної складності – 2.

Вологість форми – від 3,5 до 4,5%.

В конструкції станини для полегшення виймання виливка внесемо деякі зміни, які будуть описані в наступному пункті, лінія рознімання розташована по найбільшому габаритному розмірі. Стрижень простої форми з консольним закріпленням та використовується для невідповідальних поверхонь. Отвори під болт та інші кріплення утворюються під час механічної обробки.

Лінія рознімання та розміри виливка станини наведені на рисунку 5.1.

Точність виливка визначаємо згідно ГОСТ 26645-85:

10 - клас розмірної точності [7, таблиця 9];

6 - ступінь жолоблення [7, таблиця 10];

14- ступінь точності поверхонь виливка [7, таблиця 11];;

9- клас точності виливка за масою [7, таблиця 13];

$R_a=40$ мкм- шорсткість поверхонь виливка [7, таблиця 12];;

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ			
<i>Зм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Плесун Д.Ю.			Технологічний процес механічної обробки деталі	<i>Лит.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Бойко С.В.					45	2
<i>Реценз.</i>						НУЧП		
<i>Н. Контр.</i>		Ігнатенко О.А.						
<i>Затв.</i>		Єрошенко А.М.						

7- ряд припусків на обробку [7, таблиця 14];

Точність вилівка станини 10-6-14-9 ГОСТ 26645-85.

Таблиця 5.1 – Припуски та допуски на розміри вилівка станини

Розмір деталі, мм	Допуск розміру вилівка, мм	Співвідношення допусків розміру деталі і вилівка	Допуск форми або розташування поверхні, мм		Співвідношення допусків форми або розташування деталі та вилівка	Загальний допуск вилівка, мм	Вид остаточної обробки	Загальний припуск на сторону, мм		Розрахунковий розмір вилівка, мм	Прийнятний розмір вилівка, мм
			Деталі, мм	Вилівка, мм				Розрахований	Прийнятний		
50 _(-0,62)	2,4	0,258	-	-	-	2,4	чорнова	2,3	2	52,3±1,2	52±1,2
54 _{-0,1}	2,4	0,042	0,02	0,4	0,05	2,4	чистова	3,8	4,0	61,6±1,2	62±1,2
54 _{-0,1}	2,4	0,042	0,02	0,4	0,05	2,4	чистова	3,8	4,0	61,6±1,2	62±1,2
12 _{-0,07}	1,8	0,039	-	-	-	1,8	чистова	2,8	3,0	14,8±0,9	11±0,9
80g6 (0,019)	2,8	0,006	0,02	0,4	0,05	3,2	тонка	4,5	4,5	89±1,8	89±1,8
320	4,0	Не оброблюються								320±2,0	320±2,0
17	2,0									17±1,0	17±1,0
37	2,2									37±1,1	37±1,1
68	2,8									68±1,4	68±1,4
225	3,6									225±1,8	229±1,8
Ø75	2,4									Ø75±1,2	Ø75±1,2
R28	2,2									R28±1,1	R28±1,1
136	3,2									136±1,6	136±1,6
190	3,6									190±1,8	190±1,8
20	2,0									20±1,0	20±1,0
10	1,8									10±0,9	14±0,9
140	3,2									140±1,6	140±1,6
160	3,2									160±1,6	160±1,6
215	3,6									215±1,6	215±1,6
115	3,2									115±1,6	115±1,6
35	2,2									35±1,1	35±1,1
30	2,2									30±1,1	30±1,1
R9	1,6									R9±0,8	R9±0,8
900	5,0									900±2,5	900±2,5
130±0,1	3,2									Міжосьова відстань	
190±0,2	3,6	190±1,8	190±1,8								
830±0,2	5,0	830±2,5	830±2,5								
130±0,15	3,2	130±1,6	130±1,6								

5.2 Розробка технологічного маршруту механічної обробки деталі

5.2.1 Виявлення основних розмірних зв'язків поверхонь деталі

На рисунку 5.2 наведено розмірні зв'язки станини.

											Арк.
											46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат							

КР ТМ 201.007.002 ПЗ

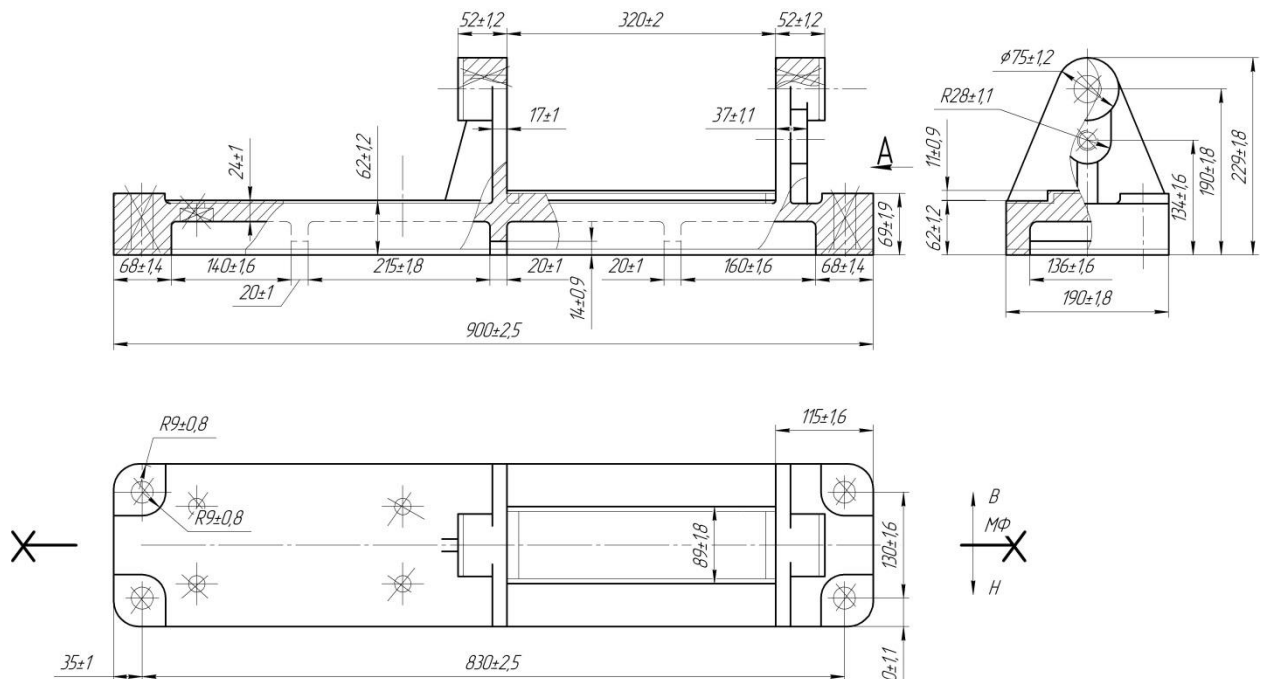


Рисунок 5.1 – Заготовка станини

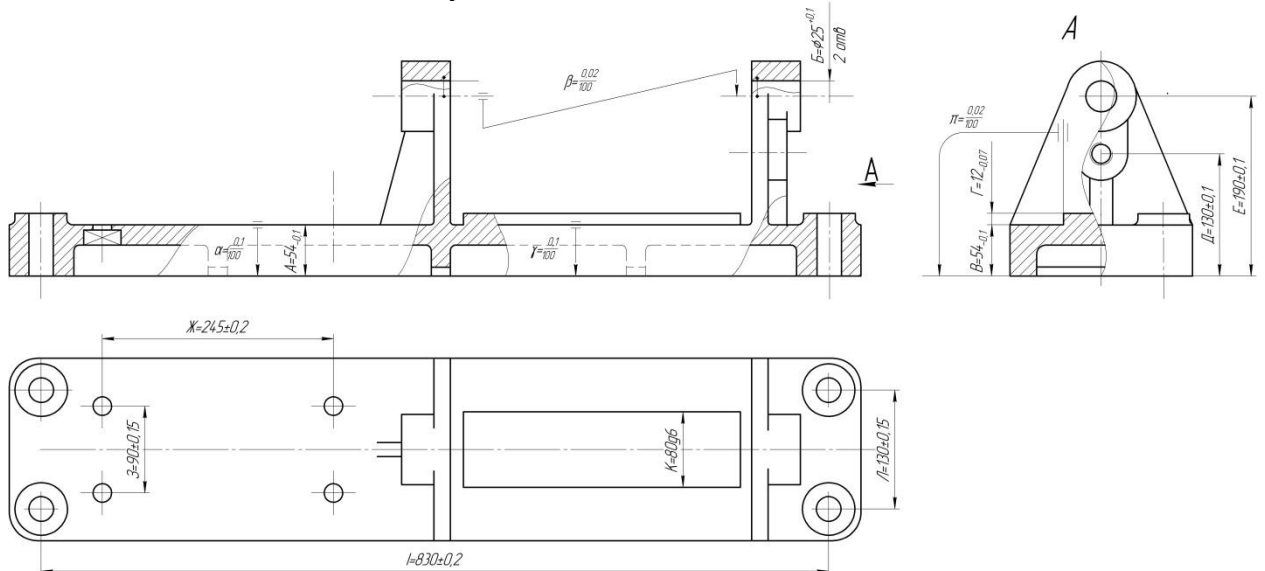


Рисунок 5.2 – Розмірні зв'язки корпусу, які необхідно вирішити під час механічної обробки станини

5.2.2 Аналіз норм точності станини

При механічній обробці станини необхідно забезпечити:

1. Забезпечити точність ширини направляючої витримуючи 80gб мм та перпендикулярність направляючої відносно основи станини в межах допуску 0,02 мм

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

2. Забезпечити точність висоти поверхні під корпус 1 витримуючи розміри $54_{-0,1}$ мм, та паралельність відносно основи станини в межах допуску 0,02 мм.
3. Забезпечити точність висоти поверхні під корпус 4 витримуючи розміри $54_{-0,1}$ мм, та паралельність відносно основи станини в межах допуску 0,02 мм.
4. Забезпечити висоту направляючої витримуючи розміри $12_{-0,07}$ мм.
5. Забезпечити точність отвору $\varnothing 25^{+0,1}$ мм та точність його розташування витримуючи $190 \pm 0,02$ мм.
6. Забезпечити точність другого отвору $\varnothing 25^{+0,1}$ мм та точність його розташування витримуючи $190 \pm 0,02$ мм та співвісність відносно першого отвору $\varnothing 25^{+0,1}$ мм в межах допуску 0,02 мм.
7. Забезпечити точність розташування різевого отвору витримуючи розмір $130 \pm 0,1$ мм
8. Забезпечити точність розташування отворів під кріплення корпуса 1 витримуючи розміри $245 \pm 0,2$ мм, $90 \pm 0,15$ мм
9. Забезпечити точність розташування кріпильних отворів станини витримуючи розміри $830 \pm 0,2$ мм, $130 \pm 0,15$ мм.

Недотримання точності розміру 80g6 мм призведе до недотримання необхідної посадки, що вплине на легкість переміщення корпуса 4 під час роботи валкової дробилки.

Недотримання точності розмірів $54_{-0,1}$ мм та $54_{-0,1}$ мм, а саме розташування поверхні під корпус 1 вплине на розмірні ланцюги B_{Δ} та V_{Δ} , що в свою чергу вплине на точність розташування осей отворів вкладишів під валки в нерухомому та рухомому корпусах відповідно.

Недотримання точності розміру $12_{-0,07}$ мм вплине на точність гарантованого зазору Γ_{Δ} .

Недотримання точності розташування кріпильних отворів під кріплення корпуса 1 вплине на можливість монтажу корпуса 1 на станину, та вплине на точність розташування вісі отвору вкладиша.

						КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			48

Недотримання точності розташування кріпильних отворів станини вплине на можливість монтажу опори валкової на дробильні та вплине на точність розташування отворів підшипників ковзання однієї опори відносно іншої опори, тобто вплине на точність розташування валків

5.2.3 Основні технологічні задачі

I. При механічній обробці станини необхідно забезпечити наступні задачі:

1. Забезпечити точність ширини направляючої витримуючи $80\pm 0,06$ мм та перпендикулярність направляючої відносно основи станини в межах допуску $0,02$ мм
2. Забезпечити точність висоти поверхні під корпус 1 витримуючи розміри $54_{-0,1}$ мм, та паралельність відносно основи станини в межах допуску $0,1$ мм.
3. Забезпечити точність висоти поверхні під корпус 4 витримуючи розміри $54_{-0,1}$ мм, та паралельність відносно основи станини в межах допуску $0,1$ мм.
4. Забезпечити висоту направляючої витримуючи розміри $12_{-0,07}$ мм.
5. Забезпечити точність отвору $\varnothing 25^{+0,1}$ мм та точність його розташування витримуючи $190\pm 0,1$ мм.
6. Забезпечити точність другого отвору $\varnothing 25^{+0,1}$ мм та точність його розташування витримуючи $190\pm 0,1$ мм та співвісність відносно першого отвору $\varnothing 25^{+0,1}$ мм в межах допуску $0,02$ мм.
7. Забезпечити точність розташування різевого отвору витримуючи розмір $130\pm 0,1$ мм
8. Забезпечити точність розташування отворів під кріплення корпуса 1 витримуючи розміри $245\pm 0,2$ мм, $90\pm 0,15$ мм
9. Забезпечити точність розташування кріпильних отворів станини витримуючи розміри $830\pm 0,2$ мм, $130\pm 0,15$ мм.

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

5.2.4 Вибір методів і кількості переходів обробки поверхонь

Обробку визначених вище задач можна провести різними методами, тому в таблиці 5.2 представлені по три можливі методи обробки при вирішенні задач.

Таблиця 5.2 – Методи і кількість переходів обробки поверхонь

Номер задачі	Параметри	Значення параметрів	Можливі методи і кількість переходів обробки (варіанти)		
			1	2	3
1	Точність розміру Перпендикулярність Шорсткість	80g6 0,02 мм Ra 1,25 мкм	Фрезерування чорнове Фрезерування чистове Фрезерування тонке	Стругання чорнове Стругання чистове Шліфування	Фрезерування чорнове Шліфування попереднє Шліфування чистове
2	Точність розміру Паралельність Шорсткість	54 _{-0,1} мм 0,1 мм Ra 2,5 мкм	Фрезерування чорнове Фрезерування чистове	Стругання чорнове Стругання чистове	Фрезерування чорнове Шліфування попереднє Шліфування чистове
3	Точність розміру Паралельність Шорсткість	54 _{-0,1} мм 01 мм Ra 2,5 мкм	Фрезерування чорнове Фрезерування чистове	Стругання чорнове Стругання чистове	Фрезерування чорнове Шліфування попереднє Шліфування чистове
4	Точність розміру Шорсткість	12 _{-0,07} мм Ra 3,2 мкм	Фрезерування чорнове Фрезерування чистове	Стругання чорнове Стругання чистове	Фрезерування чорнове Шліфування попереднє Шліфування чистове
5	Точність розміру Шорсткість	Ø25 ^{+0,1} мм 190±0,1 мм Ra 3,2 мкм	Свердління	Свердління Розсвердлювання	Свердління Розточування чорнове Розточування чистове
6	Точність розміру Співвісність Шорсткість	Ø25 ^{+0,1} мм 190±0,1 мм 0,02 мм Ra 3,2 мкм	Свердління	Свердління Розсвердлювання	Свердління Розточування чорнове Розточування чистове
7	Точність розміру	130±0,1 мм	Свердління Нарізання різи	Свердління Зенкерування Нарізання різи	Свердління Зенкерування Розгорткування Нарізання різи
8	Точність розміру	245±0,2 мм, 90±0,15 мм	Свердління Нарізання різи	Свердління Зенкерування Нарізання різи	Свердління Зенкерування Розгорткування Нарізання різи
9	Точність розміру	830±0,2 мм, 130±0,15 мм	Свердління Нарізання різи	Свердління Зенкерування Нарізання різи	Свердління Зенкерування Розгорткування Нарізання різи

5.2.5 Вибір технологічних баз

Розглянемо обробку одного із отворів $\varnothing 25^{+0,1}$ мм при обробці якого необхідно витримати точність розміру $190 \pm 0,1$ мм. Два варіанти базування зображені на рисунках 5.3-5.5.

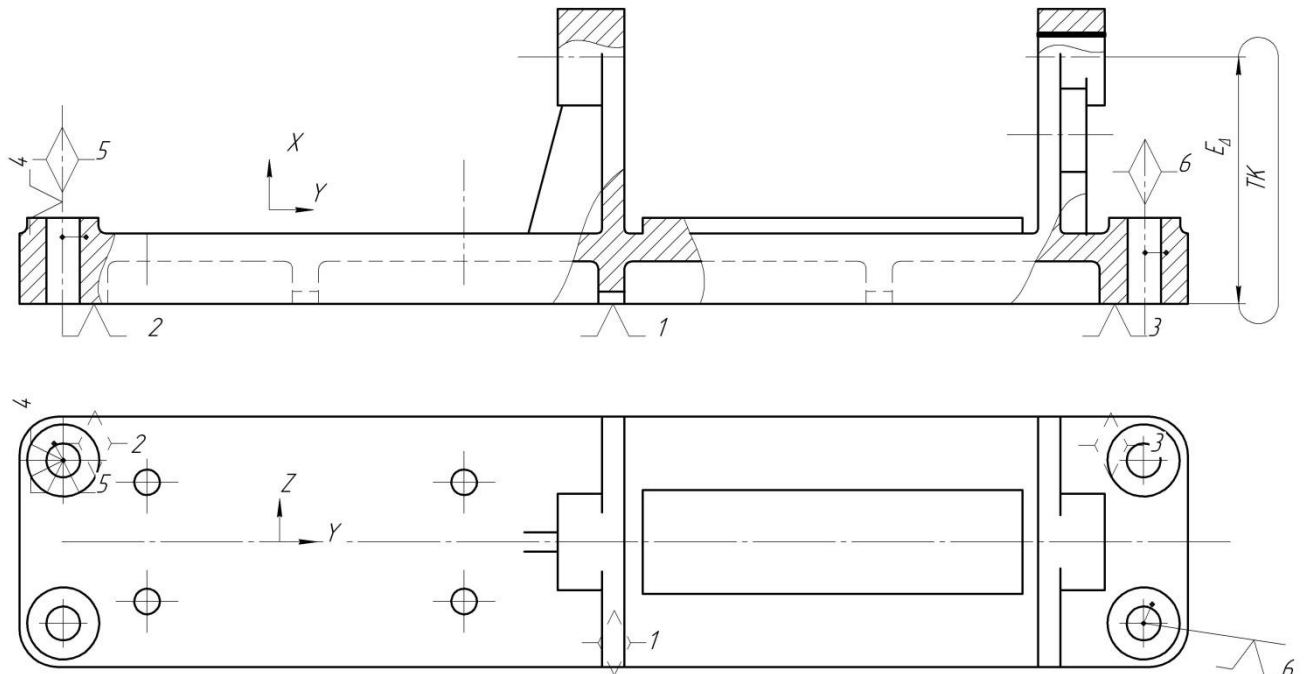


Рисунок 5.3 – Перший варіант базування станини при обробці отвору $\varnothing 25^{+0,1}$ мм

При першому варіанті виникає спів падіння баз (рисунок 5.3), тому похибка базування буде:

$$E_{\Delta} = \omega_{\text{св.}}^1 = 0,1 \text{ мм [3]}$$

$$T = 0,2 \text{ мм}$$

При другому варіанті базування виникає додаткова похибка базування та визначається вона наступним чином:

$$E_{\Delta} = E_1 + E_2$$

$$E_1 = \omega_{\text{св.}}^2 = 0,1 \text{ мм [3]}$$

$E_2 = A_{\Delta} = \omega_{\text{фрез.чист}}^2 = 0,025 \text{ мм [3]}$ отримується на попередній операції (рисунок 5.5)

$$E_{\Delta} = 0,1 + 0,025 = 0,125 \text{ мм}$$

$$T = 0,2 \text{ мм}$$

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		51

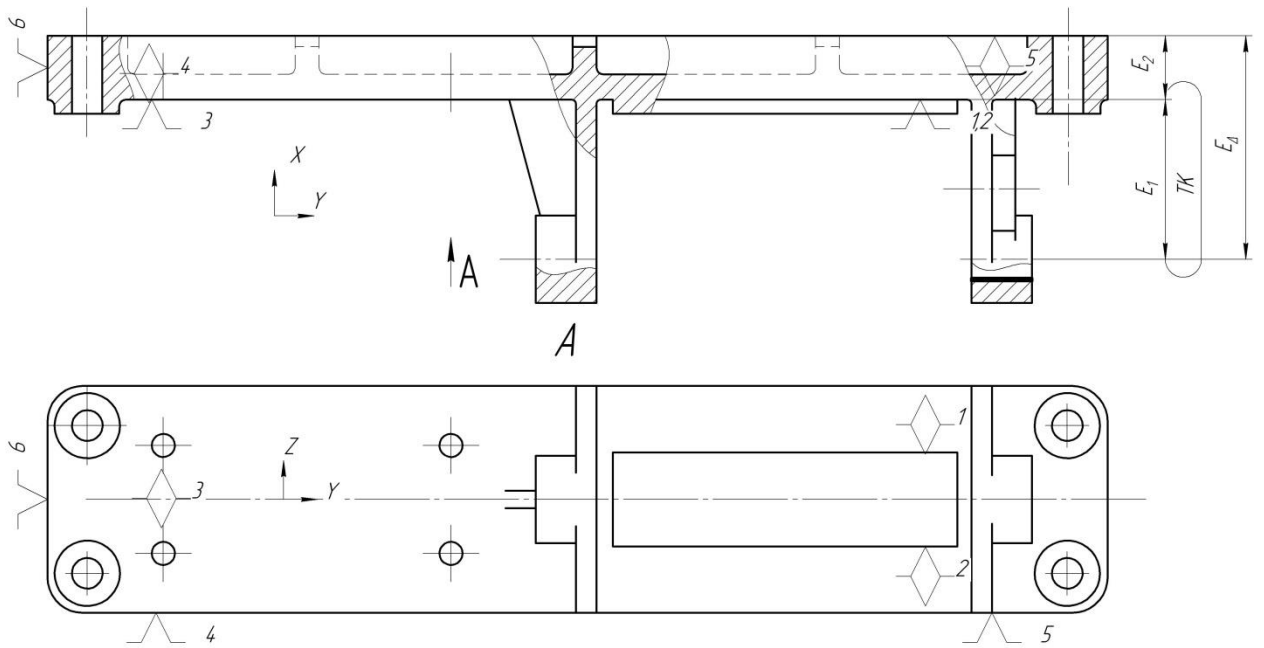


Рисунок 5.4 – Другий варіант базування станини при обробці отвору $\text{Ø}25^{+0,1}$
мм

Таблиця 5.3– Значення параметрів точності при різних варіантах базування

Параметр точності	Варіант базування	
	1	2
Е (Т=0,2 мм)	0,1	0,125

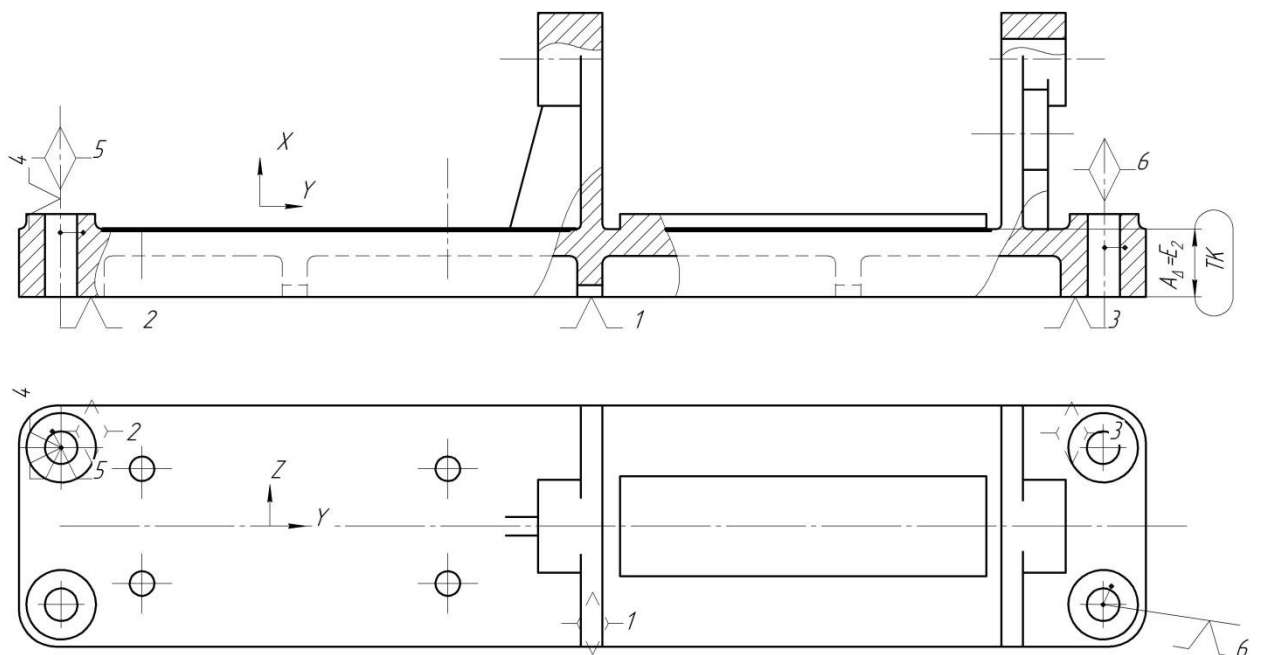


Рисунок 5.5 – Базування станини на попередній операції для другого варіанту
базування

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат
-----	------	----------	--------	-----

Видно, що обидва варіанти базування забезпечують необхідну точність обробки, та обидва мають достатньо просту реалізацію, однак, доцільно обрати перший варіант базування, оскільки при такому варіанті базування точність обробки краща та все одно для реалізації другого варіанту на попередній операції використовується перший варіант, отже використання першого варіанту ще і зменшить кількість операцій при обробці станини.

Розглянемо обробку поверхні під рухомий корпус при цьому необхідно витримати точність розміру $54_{-0,1}$ мм та паралельність відносно основної бази 0,1 мм. Два варіанти базування зображені на рисунках 5.6-5.8.

При першому варіанті виникає спів падіння баз (рисунок 5.6), тому похибка базування буде:

$$B_{\Delta} = \omega_{\text{фр.чист.}}^1 = 0,025 \text{ мм} \quad [3] \quad T=0,1 \text{ мм}$$

$$\gamma_{\Delta} = \omega_{\text{фр.чист.}}^1 = 0,07/300=0,072/310 \text{ мм} \quad [5] \quad T=0,1 \text{ мм}$$

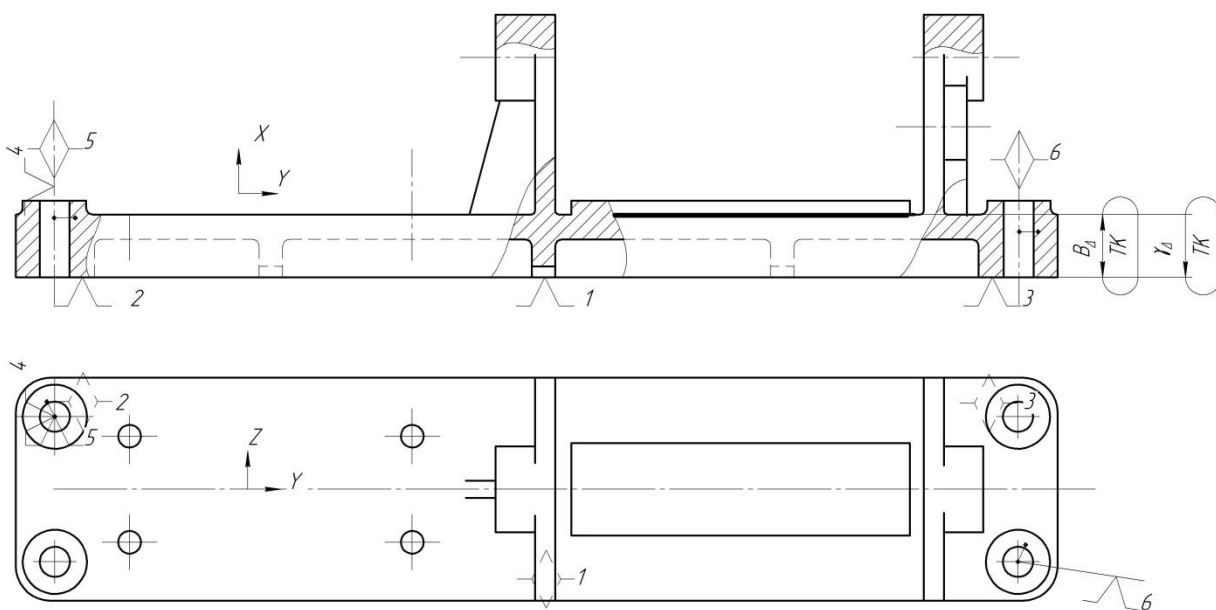


Рисунок 5.6 – Перший варіант базування станини при обробці поверхні під корпус

При другому варіанті базування виникає додаткова похибка базування та визначається вона наступним чином:

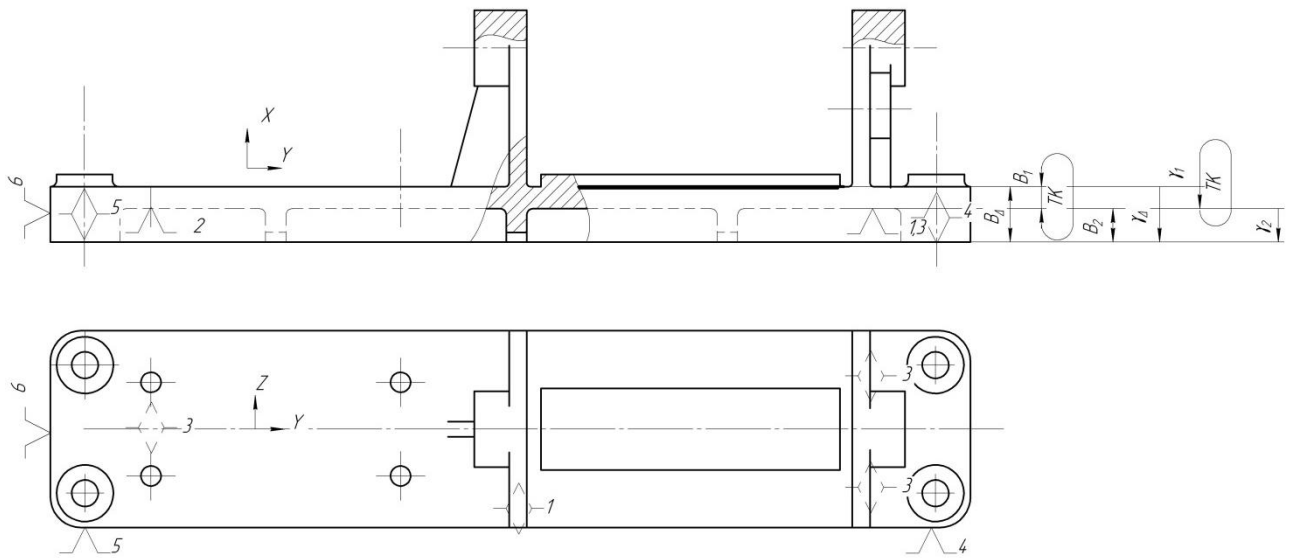


Рисунок 5.7 – Другий варіант базування станини при обробці поверхні під корпус

$$B_{\Delta} = B_1 + B_2$$

$$B_1 = \omega_{\text{фр.чист}}^2 = 0,025 \text{ мм}[3]$$

$B_2 = \Gamma_{\Delta} = \Gamma_1 + \Gamma_2 = \omega_{\text{фрез.чист}}^2 + \omega_{\text{Дзагот}}^2 = 0,025 + 2 = 2,025 \text{ мм}$ отримується на попередній операції (рисунок 5.8)

$$B_{\Delta} = 2,025 + 0,025 = 2,05 \text{ мм}$$

$$T = 0,1 \text{ мм}$$

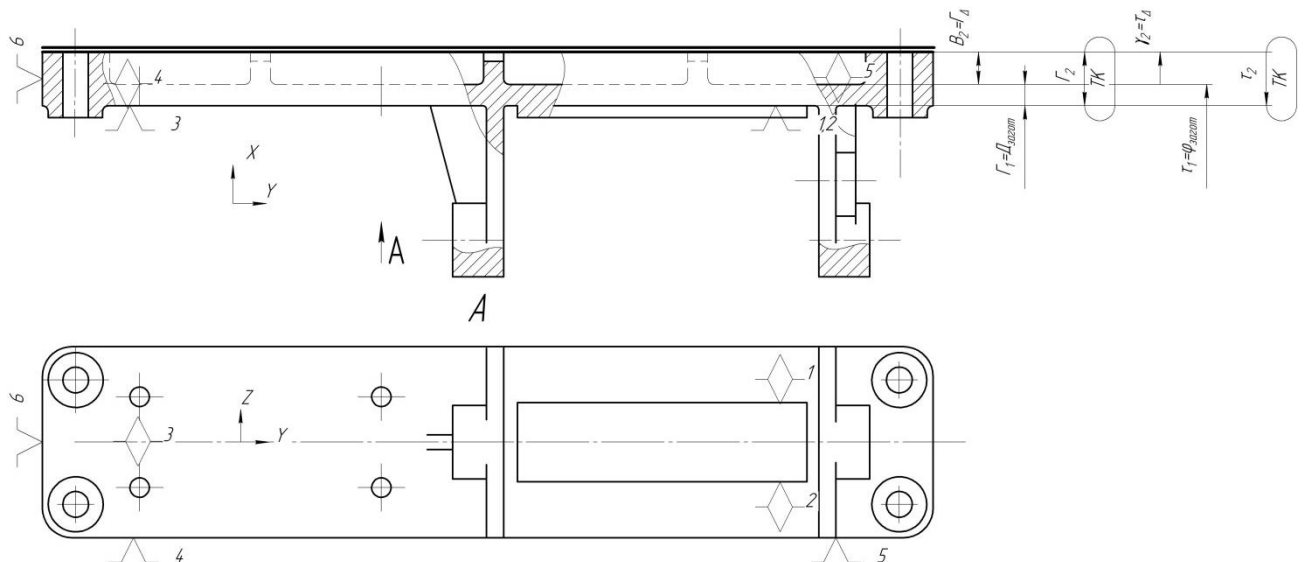


Рисунок 5.8 – Базування станини на попередній операції для другого варіанту базування

$$\gamma_{\Delta} = \gamma_1 + \gamma_2$$

$$\gamma_1 = \omega_{\text{фр.чист}}^2 = 0,07/300 = 0,072/310 \text{ мм} [5]$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

$$\gamma_2 = \tau_{\Delta} = \tau_1 + \tau_2 = \tau_1 + \Phi_{\Delta} = \omega_{\text{фрез.чист}}^2 + \omega_{\text{Д загот}}^2 = 0,07/300 + 0,4/300 = 0,072/310 + 0,41/310 = 0,473/310 \text{ мм} \quad [5]$$

мм отримується на попередній операції (рисунок 5.8)

$$\gamma_{\Delta} = 0,072/31 + 0,473/310 = 0,545/310 \text{ мм} \quad T=0,1 \text{ мм}$$

Таблиця 5.4– Значення параметрів точності при різних варіантах базування

Параметр точності	Варіант базування	
	1	2
V (T=0,1 мм)	0,025	2,05
γ (T=0,1 мм)	0,072/310	0,545/310

Як видно, що другий варіант не забезпечує задані точності деталей, отже обираємо перший варіант базування.

5.2.6 Вибір послідовності обробки поверхонь

1. Обробка основної бази.
2. Обробка отворів під кріплення станини.
3. Обробка отворів під кріплення корпусу нерухомого.
4. Обробка поверхні під кріплення корпусу нерухомого.
5. Обробка направляючої та поверхні під корпус рухомий.
6. Обробка поверхонь під шляпки кріпильних болтів.
7. Обробка торців біля отворів під болт.
8. Обробка отворів під болт.
9. Обробка отвору під гвинт.

5.2.7 Розробка структури маршруту обробки

Обробку станини проводиться на оброблюючому центрі, що дозволить зменшити кількість операцій до двох.

Операція 005. Програмно-комбінована

На операції виконується підготовка чистових баз та кріпильних отворів під нерухомий корпус.

Верстат: 5 осьовий верстат KITAMURA MYTRUNNION - 7G [8].

Заготовка закріплюється в пристрої зібраному з УЗП.

Контроль: контактний щуп Renishaw OMP400 [9]

Зміст операції та інструмент:

1. Фрезерувати начорно основну базу витримуючи 59,5h14 мм, шорсткість Ra 8,0.
2. Фрезерувати начисто основну 58h12 мм, шорсткість Ra 3,2.
3. Вифрезерувати чотири поверхні під івку болта спеціального витримуючи розміри 40 мм, R8 мм, 12 мм, 98 мм, 245±0,2 мм, 90±0,15 мм, 50 мм.
4. Центрувати вісім отворів витримуючи Ø3 мм, 98 мм, 245±0,2 мм, 90±0,15 мм, 50 мм, 35 мм, 835±0,2 мм, 30 мм, 130±0,15 мм.
5. Свердлити чотири отвори Ø25,9H10 мм, 35 мм, 835±0,2 мм, 30 мм, 130±0,15 мм.
6. Свердлити чотири отвори Ø20H9 мм, 98 мм, 245±0,2 мм, 90±0,15 мм, 50 мм.
7. Розточити два отвори (по діагоналі один відносно одного) витримуючи Ø26H7 мм, 35 мм, 835±0,2 мм, 30 мм, 130±0,15 мм.

Інструмент:

- 1.Ферза кінцева R390-050C5-11M060, діаметром 50 мм, кількість лез 5, пластина R390-11 T3 02E-PM 4340 – чорнова обробка,
- 2.Ферза кінцева R390-050C5-11M060, діаметром 50 мм, кількість лез 5, пластина R390-11 T3 04E-NL H13A – чистова обробка,
3. Фреза кінцева 2F342-1600-050-PD P2BM, діаметр 16 мм, кількість лез – 5, фреза суцільна твердосплавна.
4. Центрувальне свердло

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		56

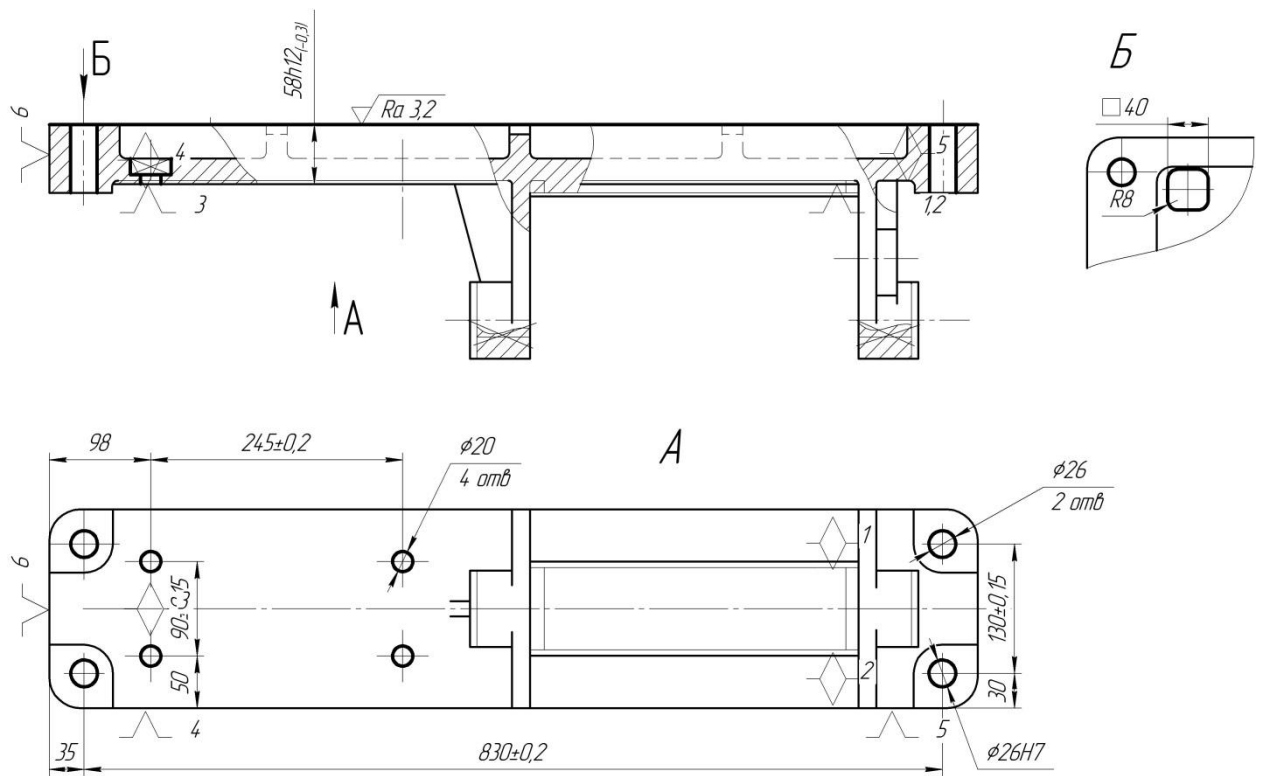


Рисунок 5.9 – Базування заготовки при обробці на операції 005

5. Спиральне свердло 460.1-2000-060A0-ХМ GC34, діаметр 20 мм,
6. спиральне свердло 870-2600-26L32-3, діаметром 26мм, з коронками механічним кріпленням.
7. свердло зі змінними пластинами DS20-D2600DM32-04.

Операція 010. Програмно-комбінована

На операції виконується обробка

Верстат: 5 осьовий верстат KITAMURA MYTRUNNION - 7G [8].

Заготовка закріплюється в пристрої зібраному з УЗП.

Контроль: контактний щуп Renishaw OMP400 [9]

Зміст операції та інструмент:

1. Фрезерувати начорно:

поверхню під нерухомий корпус витримуючи 55,5h10 мм, шорсткість Ra 8,0.

						КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			57

поверхню під рухомий корпус з одночасною обробкою торців направляючих витримуючи розміри 55,5h10 мм, 82 мм, шорсткість Ra 8,0.

Поверхню під рухомий корпус зверху направляючих витримуючи 13 мм, шорсткість Ra 8,0.

Чотири поверхні під шляпки болтів витримуючи 65 мм.

торців біля отворів під болтів витримуючи 50 мм.

2. Фрезерувати начисто:

поверхню під нерухомий корпус витримуючи 54_{-0,1} мм, паралельність 0,1 мм відносно основної бази шорсткість Ra 2,5.

поверхню під рухомий корпус з одночасною обробкою торців направляючих витримуючи розміри 54_{-0,1} мм, паралельність 0,1 мм відносно основної бази, 80g6 мм, перпендикулярність 0,02 мм відносно основної бази, шорсткість Ra 1,25

Поверхню під рухомий корпус зверху направляючих витримуючи 12_{-0,07} мм, шорсткість Ra 6,3.

3. Фрезерувати канавки витримуючи розміри 10 мм, 290 мм

4. Центрувати отвори:

Один отвір під гвинт упорний витримуючи 130±0,1 мм

Два отвори під болт витримуючи 190±0,2 мм

5. Свердлити два отвори під болт витримуючи 190±0,2 мм, Ø25^{+0,1} мм, співвісність отворів

6. Свердлити отвір під упорний гвинт витримуючи 130±0,1 мм, Ø19,5 мм.

7. Нарізати різь в отворі під упорний гвинт витримуючи 130±0,1 мм, Ø22 мм.

Інструмент:

1.Ферза кінцева R390-050C5-11M060, діаметром 50 мм, кількість лез 5, пластина R390-11 T3 02E-PM 4340 – чорнова обробка,

2.Ферза кінцева R390-050C5-11M060, діаметром 50 мм, кількість лез 5, пластина R390-11 T3 04E-NL H13A – чистова обробка,

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		58

3. Фреза кінцева 2F342-1000-050-PD P2BM, діаметр 10 мм, кількість лез – 5, фреза суцільна твердосплавна.

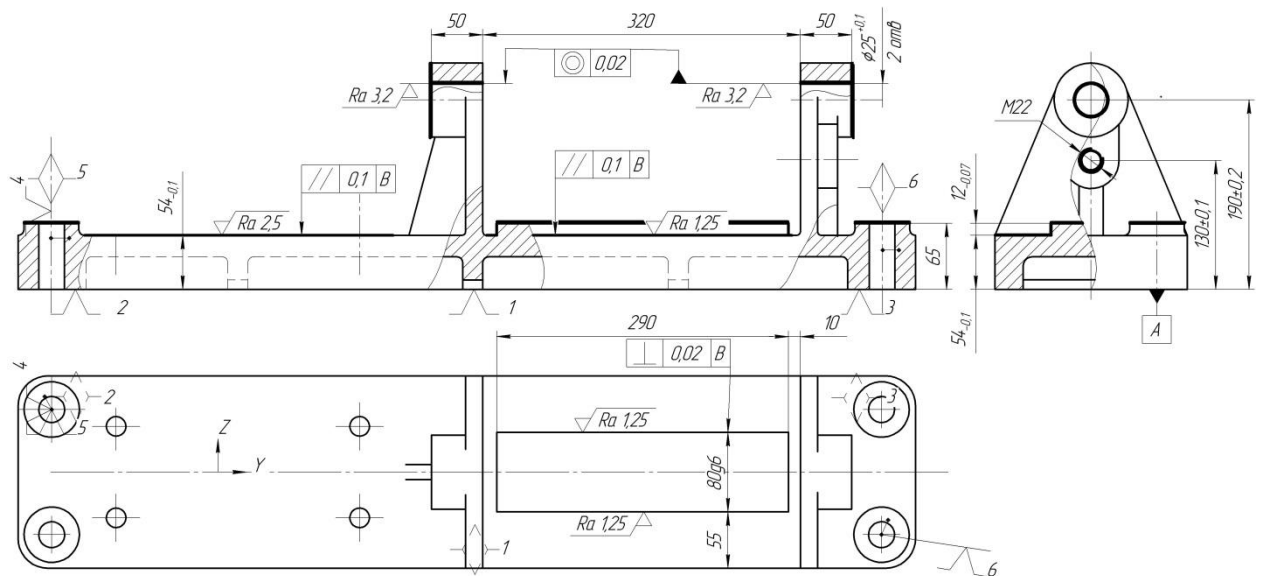


Рисунок 5.10 – Базування заготовки при обробці на операції 010

4. Центрувальне свердло

5. Спіральне свердло 460.1-1950-059A0-ХМ GC34, діаметр 19,5 мм.

6. спіральне свердло 870-2400-24L32-10, діаметром 25 мм, з коронками механічним кріпленням.

7. Мітчик T100-КМ101DA-M22 D210, M22 під різь з кроком 2,5.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

КР ТМ 201.007.002 ПЗ

Арк.

59

6. Технологічне оснащення процесів

6.1 Технологічне оснащення операцій механічної обробки станини

Для обробки станини використовується верстат КІТАМУРА MYTRUNNION - 7G (рисунок 6.1), Стіл дозволяє закріпити деталь розміром до 1000 мм, вагою до 2000 кг, максимальна висота деталь 740 мм. Стіл верстату дозволяє обертання заготовки навколо п'ятої вісі 0-360° та за четвертою віссю від - 120° до +30°. Конус шпинделя №50 NST або HSK-A100. Швидкість обертання шпинделі від 35-12000 об/хв., крутний момент 157,4 Нм. Кількість інструментів – 50 шт [8].



Рисунок 6.1 – Верстат КІТАМУРА MYTRUNNION - 7G

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Пат.з</i>				
<i>Розроб.</i>		Плесун Д.Ю.			Технологічне оснащення процесів	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Бойко С.В..					60	1
<i>Реценз.</i>						<i>НУЧП</i>		
<i>Н. Контр.</i>		Ігнатенко О.А.						
<i>Зав.</i>		Єрошенко А.М.						

Вимірювання параметрів точності оброблених деталей виконується контактним щупом Renishaw OMP400. Точність щупа 0,25 мкм [9].



Рисунок 6.2 – Контактний щуп Renishaw OMP400

Фрезерування основної бази виконується кінцевою фрезою R390-050C5-11M060, діаметром 50 мм, кількість лез 5 [10], для чорнової обробки використовується пластина R390-11 T3 02E-PM 4340, для чистової - R390-11 T3 04E-NL H13A. В якості перехідних втулок HA10-C5HD-050-100.



Рисунок 6.2 – Фреза кінцева для обробки основної бази

Вифрезерування поверхонь під голівки болтів виконується фрезою кінцевою 2F342-1600-050-PD P2BM [11], діаметр 16 мм, кількість лез – 5, фреза суцільна твердосплавна., використовується перехідна втулка HA10-WE16-B048-100.



Рисунок 6.3 – Фреза кінцева для обробки поглиблень під голівки болтів та схема його обробки

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		61

Свердління отворів під кріплення корпуса нерухомого використовується свердло 460.1-2000-060A0-ХМ GC34, діаметр 20 мм, використовується перехідна ступка 930-НА10-НD-20-100А

Для обробки отворів кріпильних отворів спіральне свердло 870-2600-26L32-3 [12], діаметром 26 мм, з коронками механічним кріпленням., точність отвору буде отримана Н10 мм.



Рисунок 6.4 – Свердло з механічним кріпленням коронки

Для обробки отворів під пальці для наступної операції використовується свердло зі змінними пластинами DS20-D2600DM32-04.

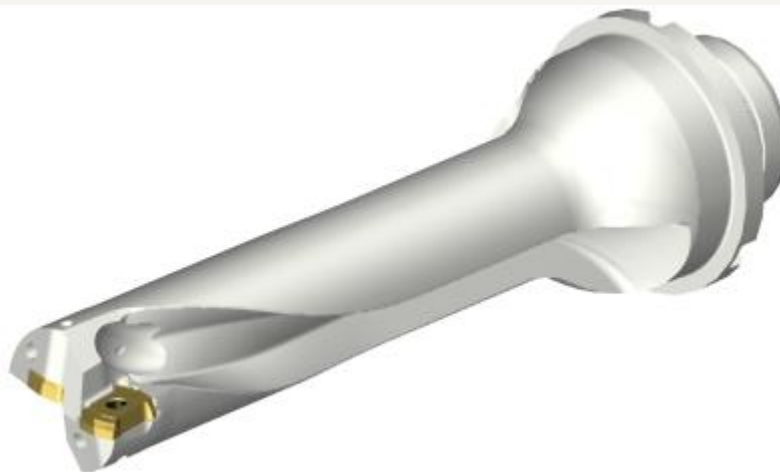


Рисунок 6.5 – Розточна голівка з різцем для обробки кріпильних отворів

6.2 Технологічне оснащення для складання

Для загвинчування гайок використовується набір різково-накидних комбінованих ключів ГОСТ 16983-80 та торцевий ключ з тріскачкою.

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		62

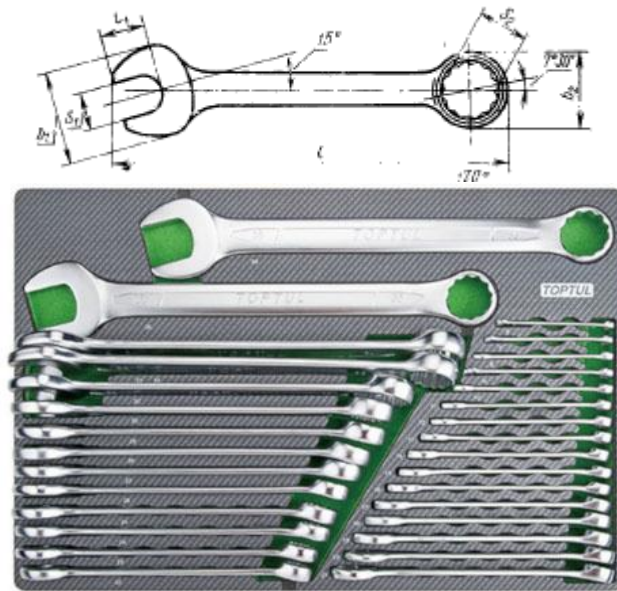


Рисунок 6.6 – Ріжково-накидні ключі



Рисунок 6.7 - Торцевий ключ з набором голівок з тріскачкою

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

КР ТМ 201.007.002 ПЗ

Арк.

63

Висновки

Опора валкова використовується в якості опори для робочих деталей (валків) в дробинці ДВ-3,4x2,5. В кваліфікаційні роботі було описано конструкцію дробилки, її службове призначення, визначено функції основні та допоміжні, також описано конструкцію та призначення опори валкової, функції та більш детально розглянуто деталь опори – станину.

За допомогою отриманої інформації з першого розділу виявлено сили, які діють на станину та визначено більш навантажені місця деталі. Виявлено, що станина витримає задані навантаження.

Складання опори валкової виконується за три операції (складання нерухомого корпусу в зборі, складання рухомого корпусу в зборі та загальне складання опори). Нормування показало, що штучно калькуляційний час складає 26,9 хв.

Обробка станини виконується за дві програмно-комбіновані операції. При обробці станини задіяні високопродуктивний обробний центр, ріжучі інструменти для верстаті з ЧПУ, автоматизований контрольний пристрій.

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ			
<i>Зм</i>	<i>Писм</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Патв</i>				
<i>Розроб.</i>		Плесун Д.Ю			Висновки	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Бойко С.В..					64	1
<i>Реценз.</i>						НУЧП		
<i>Н. Контр.</i>		Ігнатенко О.А.						
<i>Затв.</i>		Єрошенко А.М.						

Перелік посилань

1. studfile [Електронний ресурс]. – режим доступа: <https://studfile.net/preview/7829687/page:8/>
2. Маркетплейс [Електронний ресурс]. – режим доступа: <https://prom.ua/p237859026-drobilka-dvuhvalkovaya-15h6.html>
3. Бондаренко С.Г. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва: Навч. посібник. – К.: ІСДО, 1993. – 544 с
4. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. пособие для студ. техн. спец. вузов / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.; Издательский центр «Академия», 2004. – 496 с.
5. Размерный анализ конструкций. Справочник / С.Г. Бондаренко, О.Н. Чередников, В.П. Губий, Т.М. Игнатцев. Под общ. ред. С.Г. Бондаренко. – К.: Техника, 1989. – 150 с.
6. Общемашиностроительные нормативы времени на слесарную обработку деталей и слесарно-сборочные работы по сборке машин в условиях единичного производства. – М.: Экономика, 1991. – 159с.
7. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. ГОСТ 26645-85 – [Чинний від 2019-01-01]. К.:Держстандарт, 2019 – 33с.
8. Abplanalp Україна [Електронний ресурс]. – режим доступа: <https://abplanalp.ua/ru/stanok-frezernyj-5-ti-osevoj-kitamura-mytrunnion-7g>
9. renishawprobe [Електронний ресурс]. – режим доступа: <https://renishawprobe.com/p/machine-tool/RI-5069-0001>
10. Сандвик коромант [Електронний ресурс]. – режим доступа: <https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/product-details?c=R390-050C5-11M060&m=5745486>

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ						
<i>Зм</i>	<i>Писм</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Патв</i>	Перелік посилань						
<i>Розроб.</i>		Плесун Д.Ю.							<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архувів</i>
<i>Перевір.</i>		Бойко С.В...								65	2
<i>Реценз.</i>									НУЧП		
<i>Н. Контр.</i>		Ігнатенко О.А.									
<i>Затв.</i>		Єрошенко А.М.									

- 11.Сандвик коромант [Електронний ресурс]. – режим доступа:
<https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/product-details?c=2F342-1600-050-PD%20%20%20P2BM&m=8351784>
- 12.Сандвик коромант [Електронний ресурс]. – режим доступа:
<https://www.sandvik.coromant.com/en-us/product-details?c=870-2600-26132-3>
- 13.Сандвик коромант [Електронний ресурс]. – режим доступа:
<https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/product-details?c=DS20-D2600DM32-04&m=7755892>

					КР ТМ 201.007.002 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат.		66