

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут Інженерної механіки
Кафедра комп'ютеризованого машинобудування
Кедик Назар Васильович
(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Розробка технологічного процесу виготовлення деталі
(назва роботи)

“Вкладиш корінного підшипника РМЦ 5673 00.009 для умов середньосерійного
типу виробництва”

Комп'ютеризовані та роботизовані технології машинобудування
(назва освітньої програми)

131 Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

Н.В. Кедик

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Одосій Зіновій Михайлович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступень, вчене звання)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

Проф. В.Г. Панчук
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Івано-Франківськ - 2023 р.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень магістр

Спеціальність 131-Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«___» _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Кедику Назару Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи "Розробка технологічного процесу виготовлення деталі "Вкладиш корінного підшипника РМЦ 5673 00.009 для умов середньосерійного типу виробництва"

керівник роботи професор кафедри КМВ Одосій З.М.

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

затвержені наказом закладу вищої освіти від "14" жовтня 2022 року № 494/7

2. Строк подання студентом роботи 15 січня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Креслення деталі 2. Матеріали переддипломної практики

3. Тип виробництва - середньосерійний

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

1. Технологічна частина

2. Конструкторська частина

3. Імітаційне дослідження роботи розточного пристрою

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

1. Карта налагодження

2. Графічний аналіз точності

3. Пристрій токарний

4, 5. Пристрій розточний

6, 7. Імітаційне дослідження роботи розточного пристрою

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Одосій З.М, проф.каф.КМВ		
2	Одосій З.М, проф.каф.КМВ		
3	Одосій З.М, проф.каф.КМВ		

7. Дата видачі завдання _____ 10 жовтня 2022 р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Технологічна частина	12.11.2022 р.	
2	Конструкторська частина	28.11.2022 р.	
3	Імітаційне дослідження роботи розточного пристрою	03.01.2023 р.	
4	Оформлення пояснювальної записки та графічної частини	15.01.2023 р.	

Студент _____

(підпис)

Кедик Н.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

(підпис)

Одосій З.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної магістерської роботи на тему: “Розробка технологічного процесу виготовлення деталі “Вкладиш корінного підшипника РМЦ 5673 00.009 для умов середньосерійного типу виробництва”.

Розрахунково-пояснювальна записка 83 сторінки, має 16 рисунків, 17 таблиць, 15 посилань на літературу та додатки на 13 сторінках.

Графічна частина: 8 аркушів формату А1.

Об’єкт дослідження – процес механічної обробки.

Предмет дослідження - деталь «Вкладиш корінного підшипника РМЦ 5673 00.009».

Мета роботи – розробити, на основі заводського технологічного процесу виготовлення вкладиша корінного підшипника РМЦ 5673 00.009 покращений проектний технологічний процес його виготовлення, щоб здешевити собівартість не втративши якість, а також розробити конструкції двох верстатних пристроїв, з допомогою програмного продукту SolidWorks оптимізувати конструкцію притискних ланок одного з них.

Згідно поставленої задачі в роботі проведений детальний аналіз креслення деталі та базової технології (аналіз конструкції деталі, призначення та її функції у вузлі, базовий спосіб отримання заготовки та маршрут механічної обробки). За результатами аналізу та рекомендацій технічних літературних джерел розроблено проектний маршрут механічної обробки деталі, вибрано спосіб отримання заготовки, розраховано припуски, режими різання та проведено нормування операцій. Для закріплення деталі на токарній операції та розточній розроблено конструкцію двох верстатних пристроїв, розточний пристрій із пневмоприводом, працездатність їх підтверджена розрахунками наведеними в 2-му та 3-му розділах пояснювальної записки.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі.

Ключові слова: *деталь, заготовка, техпроцес, режими різання, швидкість різання, сила різання, операція, інструмент, обладнання, пристрій.*

Студент: Кедик Н.В.

SUMMARY

qualification master's work on the topic: "Development of the technological process of manufacturing the part "Main bearing insert PMI 5673 00.009 for the conditions of medium-series type of production".

Calculation and explanatory note 83 pages, has 16 figures, 17 tables, 15 references to literature and appendices on 13 pages.

Graphic part: 8 sheets of A1 format.

Object of study - the process of machining.

Subject of research - part "Main bearing insert RMC 5673 00.009".

The purpose of the work is to develop, on the basis of the factory technological process of manufacturing the liner of the main bearing PMI 5673 00.009, an improved design technological process of its manufacture in order to reduce the cost without losing quality, as well as to develop the design of two machine tools, using the SolidWorks software product to optimize the design of the clamping links of one of them.

According to the task, a detailed analysis of the drawing of the part and the basic technology (analysis of the design of the part, the purpose and its function in the unit, the basic method of obtaining the workpiece and the route of machining) was carried out. Based on the results of the analysis and recommendations of technical literature sources, a design route for machining the part was developed, a method of obtaining the workpiece was selected, allowances, cutting modes were calculated and operations were normalized. To fix the part on the turning and boring operations, the design of two machine tools, a boring device with a pneumatic drive was developed, their performance was confirmed by the calculations given in the 2nd and 3rd sections of the explanatory note.

The results of the work can be used in the engineering industry.

Keywords: *part, workpiece, process, cutting modes, cutting speed, cutting force, operation, tool, equipment, device.*

Student: Kedik N.V.

Зміст

Вступ

1 Технологічна частина

1.1 Опис, призначення і конструкції деталі

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

1.3 Визначення річної програми та кількості деталей в партії

1.4 Аналіз базового техпроцесу і розробка маршрутної технології

1.4.1 Техніко-економічне обґрунтування виробу заготовки

1.4.2 Опис та аналіз базового техпроцесу, розробка проектного

1.5 Розробка операційної технології

1.5.1 Розрахунок припусків на обробку і визначення технологічних розмірів розрахунково-аналітичним методом для поверхні $\varnothing 242H7$

1.5.2 Визначення припусків нормативним (табличним методом)

1.5.3 Розрахунок режимів різання і уточнення моделей верстатів

1.6 Аналіз точності обробки

1.7 Нормування технологічного процесу

2 Конструкторська частина

2.1 Пристрій токарний

2.2 Пристрій розточний

3 Імітаційне дослідження роботи розточного пристрою

Висновки

Список використаних джерел

Додатки

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>			
Зм.	Арк..	№ документа	Підпис	Дата	<i>Пояснювальна записка</i>	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		<i>Кедик Н.В.</i>					<i>1</i>	
Пеоєвірів		<i>Одосій З.М.</i>						
Н. Контр.		<i>Одосій З.М.</i>						
Затв..		<i>Панчук В.Г.</i>						
						<i>ІФНТУНГ ПМКм-21-1</i>		

Вступ

Завданням магістерської роботи є розробка технологічного процесу виготовлення в умовах середньосерійного виробництва деталі «вкладиш корінного підшипника РМЦ 5673 00.009».

Вкладиш є одним із основних елементів установки і кріплення колінчастого валу в корпусі машини. В процесі експлуатації на нього діють різні навантаження циклічного характеру, його поверхні піддаються інтенсивному зношуванню, особливо в місцях залитих бабітом.

Тому з часом виникає необхідність поряд з виготовленням нових вкладишів для нових машин проводити ремонт зношених вкладишів (доводити його робочий розмір до необхідного для заданої категорії ремонту двигуна машини), а це в свою чергу вимагає того, що техпроцес виготовлення вкладишів був спроектований на рівні сучасних новітніх технологій, із застосуванням нових, передових методів обробки деталей машин та високоефективних металорізальних верстатів з ЧПК.

На підприємстві ПрАТ «Івано-Франківськцемент» виготовлення вкладиша проводиться на універсальному верстаному обладнанні з частковим застосуванням спеціального обладнання. Даний техпроцес не є досконалим стосовно умов середньосерійного виробництва і сучасних вимог впровадження в технології.

Тому в даній магістерській роботі розробимо техпроцес виготовлення вкладиша корінного підшипника РМЦ 5673 00.009 із застосуванням сучасного прогресивного обладнання та інструментів відповідно вимог середньосерійного типу виробництва, також спроектовано спеціальний верстатний пристрій, працездатність якого підтверджена розрахунками а робота змодельована з допомогою програмного продукту SolidWorks.

					<i>МР.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Технологічна частина

1.1 Опис, призначення і конструкції деталі

Вкладиш корінного підшипника РМЦ 5673 00.009 призначений для встановлення, кріплення і центрування колінчастого валу в корпусі машини.

Креслення деталі має всі дані, необхідні для проектування технологічного процесу її виготовлення.

Конструктивно деталь являє собою половину циліндра, розрізаного вздовж по осі, внутрішня частина якого залита бабітом. Тому доцільно проводити обробку деталі попарно, тобто з одного циліндра, розрізавши його потім навпіл вздовж осі обертання і отримання одразу двох деталей.

Розглянемо вимоги розмірів поверхонь деталі, допуски форми і розміщення поверхонь заданих на кресленні деталі.

По товщині бабітового шару поставлений допуск різноманітності залитого шару бабітом – не більше 1 мм. Допуск поставлений з ціллю забезпечення рівномірного зношування деталі в процесі експлуатації.

Допуск не циліндричності діаметрів $\varnothing 242H7$ і $\varnothing 305k6$ – заданий в межах їх діаметральних допусків з ціллю забезпечення точної посадки вкладишів у вузлі.

Допуск радіального биття $\varnothing 305k6$ відносно $\varnothing 242H7$ не більше 0,03 мм заданий з ціллю зменшення зношування бабітового шару в процесі експлуатації вкладишів у вузлі.

Допуск непаралельності площин роз'єму – не більше 0,03 мм на довжині вкладиша заданий з ціллю точної посадки вкладиша вздовж осі корінних шийок валу.

					<i>МР.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Матеріал, з яких виготовлена деталь:

- сталь 10 ГОСТ 1050-88;
- бабіт Б83 ГОСТ 1320-74.

Обидва матеріали характеризуються високою степінню механічної обробки.

Деталь не має важкодоступних місць для обробки.

При базуванні деталі в процесі механічної обробки як чорнові бази можна використати Ø305k6 (як заготовку) і один з торців деталі, як чистову базу – Ø242H7 і Ø305k6.

Жорсткість вкладиша рахуємо за формулою:

$$\frac{L}{d_{\text{сер.}}} = \frac{178 \cdot 2}{305 \cdot 242} = 0,65 < 1,$$

де L – довжина деталі;

$d_{\text{сер.}}$ – середній діаметр.

Як видно вкладиш належить до деталі типу жорстких циліндрів, що дає змогу застосування обробки на багато різцевих напівавтоматах.

По характеру розміщення оброблюваних поверхонь можлива обробка вкладиша різцями напрохід.

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Визначення річної програми та кількості деталей в партії

У відповідності із завданням тип виробництва середньосерійний.

Середній штучно-калькуляційний час $T_{шт.к.сер}$ для базового техпроцесу обробки деталі рахуємо за формулою:

$$T_{шт.к.сер} = \sum T_{ум}$$

де $T_{ум.к}$ – операційний штучно-калькуляційний час для базового техпроцесу, за формулою:

$$T_{ум.к} = \varphi_k \cdot T_o$$

де T_o – основний час обробки деталі, взятий з базового техпроцесу;

φ_k – коефіцієнт калькуляції, взятий [1], с.12.

Отже, $T_{шт.к.сер}$ з врахуванням кількості одночасно оброблюваних деталей:

$$T_{шт.к.сер} = \frac{7,52 + 38,26 + 0,45 + 8,87 + 3,04 + 2,42 + 20,725}{2} \text{ хв.} + 3,25 + 5,16 + 3,38 + 1,62 + 4,55 = 58,6$$

Дані по $T_{ум.к}$ для кожної операції зводимо в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 – Норми часу на мехобробку

№ операції	Найменування операції	К-сть одночасно оброб. дет.	$T_{ум.к}$, хв.	m_p	P	$\eta_{з.сер}$	O	$O_{пр}$
005	Заготівельна	2	7,52	0,078	1	0,078	10,2	10
025	Токарно-гвинторізна	2	38,26	0,397	1	0,397	2,0	2
035	Токарно-гвинторізна	2	0,45	0,0047	1	0,0047	171,3	171
070	Горизонтально-фрезерна	2	8,87	0,092	1	0,092	8,7	9
080	Вертикально-фрезерна	2	3,04	0,0315	1	0,0315	25,3	25
0105	Горизонтально-розточна	1	3,25	0,0337	1	0,0337	23,7	24
120	Круглошліфувальна	2	4,42	0,0458	1	0,0458	17,4	17
135	Токарно-гвинторізна	2	20,725	0,215	1	0,215	3,7	4
150	Радіально-свердлильна	1	5,16	0,0535	1	0,0535	14,9	15
170	Вертикально-фрезерна	1	3,38	0,0351	1	0,0351	22,8	23
195	Вертикально-фрезерна	1	1,62	0,0168	1	0,0168	47,6	48
215	Горизонтально-розточна	1	4,55	0,0472	1	0,0472	16,9	17
	Всього:	1	$\Sigma 58,6$		$\Sigma P=12$			$\Sigma P=365$

Програма випуску деталі по коефіцієнту закріплення операцій $K_{з.о}$ згідно ГОСТ 3.1108-74.

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо кількість верстатів на операціях базового техпроцесу за формулою:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{\text{шк}}}{60 F_d \cdot \eta_{\text{зн}}}, \quad (1.3.1)$$

де $\eta_{\text{зн}} = 0,8$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання ([2], с.20).

Розрахункові величини знаходимо в таблиці 1.3.1.

Обчислюємо по кожній операції значення фактичного коефіцієнта завантаження робочого місця по формулі:

$$\eta_{\text{з.ф}} = \frac{m_p}{P}, \quad (1.3.2)$$

де P – кількість робітників для обслуговування одного верстату.

Результати розрахунків заносимо в таблицю 1.3.2.

Кількість операцій, які використовуються на робочому місці визначаємо за формулою

$$O = \frac{\eta_{\text{з.н}}}{\eta_{\text{з.ф}}}. \quad (1.3.3)$$

Результати розрахунку заносимо в таблицю 1.3.1.

Коефіцієнт закріплення операцій рівний

$$K_{\text{з.о}} = \frac{\sum O}{\sum P}. \quad (1.3.4)$$

де $\sum O$ – сума всіх деталеоперацій (див.табл.1.3.1);

$\sum P$ – загальна кількість (див.табл.1.3.1).

Отже, коефіцієнт закріплення операцій рівний:

$$K_{\text{з.о}} = \frac{365}{12} \approx 30.$$

У відповідності з ГОСТ 3.1108-74 коефіцієнт закріплення операцій $20 \leq K_{\text{з.о}} \leq 40$ відповідає дрібносерійному типу виробництва.

Невідповідності між типом виробництва, визначеними у формулі (1.3.4) і в завданні свідчать про нераціональність базового техпроцесу: велику недовантаженість обладнання (див. табл. 1.3.1).

У відповідності з ГОСТ 3.1108-74 для середньосерійного типу виробництва $10 \leq K_{\text{з.о}} \leq 20$. Приймаємо $K_{\text{з.о}} = 20$ і обчислюємо необхідну програму випуску деталі

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З_n (1.3.4) маємо:

$$\sum O = K_{з.о} \cdot \sum P = 20 \cdot 12 = 240 \text{ операцій з другого боку при } \eta_{з.н} = 0,8$$

$$\sum O = \eta_{з.н} \cdot \sum \frac{1}{\eta_{з.ф.i}}, \quad (1.3.5)$$

де $\eta_{з.ф.i}$ – значення фактичного коефіцієнта завантаження на конкретній і-й операції базового техпроцесу: враховуючи, що в базовому техпроцесі на кожній операції $P=1$ (див.табл.1.3.1) маємо:

$$\sum O = \eta_{з.н} \cdot \sum \frac{1}{\eta_{з.ф.i}} = \eta_{з.н} \cdot \sum \frac{1}{m_{p.i}} = \eta_{з.н} \cdot \sum \frac{60 \cdot F_{\delta}}{N \cdot T_{ш.к.i}} = \frac{\eta_{з.н} \cdot 60 \cdot F_{\delta}}{N} \cdot \sum \frac{1}{T_{ш.к.i}}$$

Звідси необхідна програма випуску за формулою:

$$N' = \sum \frac{\eta_{з.н} \cdot 60 \cdot F_{\delta}}{\sum O} \sum \frac{1}{T_{ш.к.i}} = \frac{0,8 \cdot 60 \cdot 4015}{240} \times \left(2 \left(\frac{1}{7,52} + \frac{1}{38,26} + \frac{1}{0,45} + \frac{1}{8,87} + \frac{1}{3,04} + \frac{1}{2,42} + \frac{1}{20,725} \right) + \left(\frac{1}{3,25} + \frac{1}{5,16} + \frac{1}{3,38} + \frac{1}{1,62} + \frac{1}{4,55} \right) \right) = 6586 \approx 7000$$

Приймаємо $N = 7000$ шт. для заданого середньосерійного типу виробництва з тим розрахунком, що базовий техпроцес буде ефективний в раціональному напрямку.

Розрахунок кількості деталей у партії.

Періодичність запуску – випуску приймаємо $a = 12$ днів ([2], с. 28);

Число робочих днів у році $F = 254$ дні.

Розрахункове число деталей в партії:

$$n_p = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (1.3.6)$$

де $N = 7000$ – річна програма деталей;

$a = 12$ днів – періодичність запуску-випуску;

$F = 254$ дні – число робочих днів у році

$$n_p = \frac{7000 \cdot 12}{254} = 330,71.$$

Розрахункове число змін на обробку партії деталей на ділянку:

$$C_{np} = \frac{T_{шт.сер} \cdot n_p}{476 \cdot 0,8} = \frac{58,60 \cdot 330,71}{476 \cdot 0,8} = 50,89 \text{ шт.}$$

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо $C_{np} = 51$ зміни.

Прийняте число деталей в партії:

$$n_{np} = \frac{C_{np} \cdot 476 \cdot 0,8}{T_{ум.сер}} = \frac{51 \cdot 476 \cdot 0,8}{58,60} = 331 \text{ дет.}$$

Такт випуску:

$$t_o = \frac{60 \cdot F_o}{N} = \frac{60 \cdot 4015}{7000} = 34,4 \text{ хв.}$$

1.4 Аналіз базового техпроцесу і розробки маршрутної технології

1.4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

В базовому техпроцесі для отримання заготовки вкладиша використовується прокат – труба $\frac{325 \times 50 \text{ГОСТ}8730 - 70}{310 \text{ГОСТ}1050 - 88}$, довжина $l = 250$ мм.

Коефіцієнт використання матеріалу заготовки в базовому техпроцесі:

$$K_M = \frac{M_{дет}}{M_{заг}} = \frac{2 \cdot 14,07}{0,325^2 - 0,225^2 \cdot 3,14 \cdot 0,250 \cdot 7850} = 0,395,$$

де $M_{дет}$ – маса деталі, з врахуванням кількості деталей в заготовці;

7850 – густина сталі, кг/м³;

$M_{заг}$ – маса заготовки.

Коефіцієнт використання матеріалу заготовки $K_M = 0,395$ є низьким, і для деталей типу тонкостінних циліндрів в умовах середньосерійного типу виробництва недоцільним.

Раціональним способом отримання заготовки в даному випадку буде лиття, яке дасть змогу більше наблизити форму заготовки до форми деталі, збільшити коефіцієнт використання матеріалу заготовки, вивільнити в техпроцесі одне робоче місце верстатника (зробити його більш раціональним).

У відповідності до рекомендацій табл.1, с.119 [3] для середньосерійного типу виробництва при масі відливки до 0,050 т вибираємо відцентрове литво на машині з вертикальною віссю обертання, на яких отримують відливки типу тіл обертання при:

$$\frac{l}{d} = \frac{250}{305} = 0,819 < 1,$$

де l – довжина заготовки; d – діаметр заготовки.

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Проведемо техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки.

Обчислимо масу заготовки, виготовленої литвом.

Згідно з ГОСТ 26645-85 «Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку» по додатку 1, табл. 9 встановлюємо клас розмірної точності відливки:

- для відцентрового литва при найбільшому габаритному розмірі деталі в межах 250÷630 мм і сталених відливок, клас розмірної точності відливка – 12;

- згідно додатку 3, табл. 11 для заданих умов відливка степінь точності поверхонь відливка – 15;

- згідно додатку 4, табл. 12 при 15 степені точності поверхонь відливка, шорсткість поверхонь відливка – $Ra = 50$ мкм;

- згідно додатку 5, табл.13 клас точності маси відливки при номінальній масі відливка в межах 10÷100 кг – 11 клас точності маси відливка;

- по табл.1 по 12-ій степені точності розмірів відливка назначаємо допуски на розміри відливка і заносимо їх в табл. 1.4;

- по додатку 6 при 15 степені точності поверхонь відливка вибираємо 7-й ряд припусків.

Таблица 1.4 – Припуски на мехобробку

Параметри	Розміри, мм		
	198 ⁺²	Ø242 ^{+0,61}	Ø305k6
Клас розмірної точності	12	12	12
Допуск на розмір, мм	7,0		8.0
Ряд припусків	7		7
Припуск на розмір при видах кінцевої мехобробки:			
чорновій	2×4,8	-	-
напівчистовій	-	2×6,3	-
чистовій	-	-	2×8,5
тонкій	-	-	-
Розмір з припуском, мм	207,6	229,4	322

- по табл.5 при 11 класі точності відливка допуск на масу відливка становить 16% номінальної маси відливка;

- по додатку 2 табл.10 при відношенні найменшого розміру елемента відливка (товщину) до довжини:

					MP.ПМК-199.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\frac{305 - 229,4}{2 \cdot 207,6} = 0,18$$

ступінь короблення елементів відливка становить – 3;

- по табл.2 допуски форми і розміщення поверхонь відливок (відхилення від прямолінійності, площинності, паралельності, перпендикулярності, заданого профілю) в діаметральному виразі при 3 ступені короблення елементів відливка становить 0,2 мм.

Отже, маса відливка рівна:

$$m = \frac{0,322^2 - 0,258,6^2}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,2076 \cdot 7850 = 65,7 \text{ кг.}$$

Допуск маси відливки:

$$\delta_m = 0,16m = 0,16 \cdot 65,7 \approx 10 \text{ кг.}$$

Маса відливки становитиме:

$$m = 65,7 \pm 5 \text{ кг.}$$

Собівартість заготовки із прокату:

$$S_{заг}^{np} = Q_{np} \cdot S - (Q_{np} - q) \cdot S_{відх.} + C_{оз},$$

де $Q_{np} = 71,2$ – маса заготовки із прокату;

$q = 124$ грн – ціна 1кг трубного гарячекатаного прокату 45÷325 мм. Ціни базового підприємства;

$S_{відх.} = 6$ грн. – ціна 1 кг сталюї стружки;

$q = 14,07 \cdot 2 = 28,14$ кг – маса готової деталі (з врахуванням того, що в заготовці міститься 2 деталі);

$C_{оз} = \frac{T_{штк.ф} \cdot C_{нз}}{60}$ – технологічна собівартість операції розрізки, правки,

калібрування та іншого прокату;

$C_{нз} = 200$ грн./год. – приведені затрати на робочому місці ([2], с.30)

$$S_{заг}^{np} = 71,2 \cdot 124 - (71,2 - 28,14) \cdot 6 + \frac{7,52 \cdot 200}{60} = 8595,51 \text{ грн.}$$

Собівартість заготовки отриманої відцентровим литтям (с.420, табл. 6, 11, 12, [4]).

$$S_{заг}^{лит} = Q_{лит} (\alpha - \beta \ln Q_{лит}) \cdot 1,03 - (Q_{лит} - q) \cdot S_{відх.},$$

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $Q_{лит} = 65,7$ – маса литої заготовки;

α і β – коефіцієнти, які враховують особливості відцентрово литих заготовок:

$$\alpha = 397,89; \beta = 68,9;$$

$q = 28,14$ кг – маса готової деталі, з врахуванням кількості деталей в заготовці;

$S_{вих} = 6$ грн./кг – маса 1 кг сталюї стружки.

Отже, отримаємо

$$S_{заг}^{лит} = (397,89 - 68,9 \ln 65,7) \cdot 1,03 \cdot 65,7 - (65,7 - 28,14) \cdot 6 = 7187,32 \text{ грн.}$$

Дані розрахунків зводимо в таблицю 1.5.

Таблиця 1.5 – Таблиця порівняння вартості заготовки

Показник	I варіант	II варіант
1	2	3
Вид заготовок	Прокат	Центробіжне лиття
Клас точності	Звичайна точність	І клас ІТ17
Група складності	ІТ14	4
Маса заготовки	-	357
Вартість 1 т заготовки C_3 грн.	7120	124000
Вартість 1 т стружки	124000	6000
Коефіцієнт використання матеріалу	6000	0,65
Вартість 1 шт. заготовки, грн.	0,65	7187,32
	8595,51	

Річний економічний ефект складас:

$$\varepsilon_p = \frac{(S_I - S_{II})}{2} \cdot N = \frac{(8595,51 - 7187,32)}{2} \cdot 7000 = 4928665 \text{ грн.}$$

Як видно, собівартість заготовки, отриманої відцентровим литтям від собівартості заготовки, отриманої з прокату, тому доцільніше використовувати заготовку виготовлену литтям. Також пропоную замінити матеріал деталі із сталі 10 на сталь 15Л ДСТУ 8781:2018, яка має кращі ливарні показники із аналогічними показниками зносостійкості, що дозволить отримати заготовку вищої якості.

Ескіз заготовки приведений на рис.1.1

					MP.ЛМК-199.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

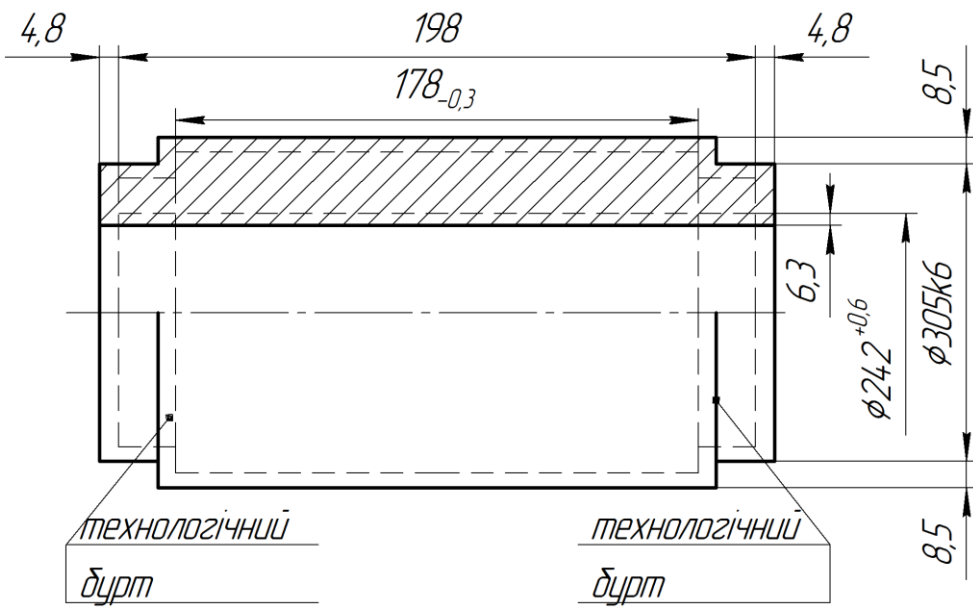


Рисунок 1.1 – Ескіз заготовки

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MP.ПМК-199.00.000 ПЗ

Арк.

1.4.2 Опис та аналіз базового технологічного процесу, розробка проектного

Опис базового технологічного процесу зведений в табл.1.6.

Таблиця 1.6 – Опис базового технологічного процесу

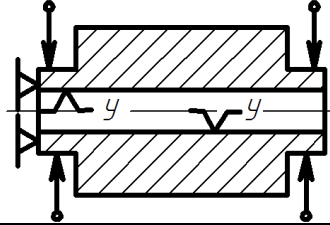
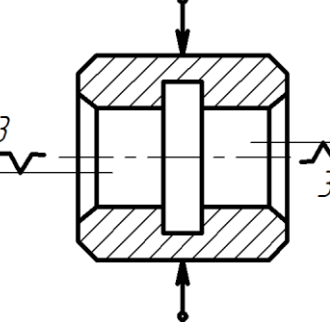
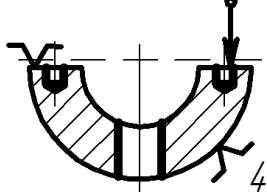
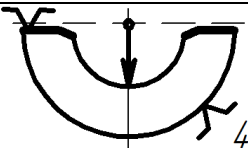
Номер, назва і зміст операції	Тип і модель верстату	Характеристика пристрою	Схема базування
1	2	3	4
025 Токарно-гвинторізна Обробка всіх жирно-наведених поверхонь	Трубонарізний 1Н983	4-кулачковий патрон	
035 Токарно-гвинторізна Точити фаски	Токарно-гвинторізний 1М63	3-х кулачковий патрон	
050 Заливна Заливка внутрішньої поверхні бабітом	Верстат для заливки	фланці	
060 Токарно-гвинторізна Очистка від полуди	Токарно-гвинторізний 1М63	3-х кулачковий патрон	
070 Поздовжньо-фрезерна Розрізка заготовки навпіл	Поздовжньо-фрезерний FS-36	приспосіблення 7153-4014	
080 Вертикально-фрезерна	Вертикально-фрезерний FS-355	приспосіблення 7234-4011.00.0	
105 Горизонтально-розточна	Горизонтально-розточний 2А622	приспосіблення 7430-4011.00.-06	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМК-199.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.6

1	2	3	4
120 Круглошліфувальна	Круглошліфувальний 3M165	приспосіблення 7117-4058.00-06	
135 токарно-гвинторізна	Токарно-гвинторізний С13	Приспосіблення 7132-4018	
150 Радіально-свердлильна	радіально-свердлильний 2П35У	Кондуктор 2334-4039	
170 Вертикально-фрезерна Фрезерувати пластину стику	вертикально-фрезерний FS-355	Приспосіблення 8030-4009	Дивитись операцію 080
195 Вертикально-фрезерний Фрезерувати фаску	вертикально-фрезерний FS-355	приспосіблення 7234-4011	
215 Горизонтально-розточна	горизонтально-розточний 2A622	приспосіблення 7430-4001.00.00	

Як видно з таблиці 1.6 базовий техпроцес не є придатним для умов середньосерійного типу виробництва оскільки в ньому використовується універсальне верстатне обладнання з невисокою продуктивності та вимагає висококваліфікованих фахівців.

Операції 025 і 035 доцільно об'єднати використавши токарний 6-ти шпиндельний напівавтомат 1A286-6.

В базовому техпроцесі поверхня під заливку Ø246Н12 отримуємо після чорнового розточування, що явно недостатньо по вимогах креслення деталі, оскільки шорсткість поверхні Ø246Н12 на кресленні – 6 клас ($Ra = 2,5$ мкм), яку неможливо досягти чорновим розточуванням. Тому для цієї поверхні необхідно вводити ще одну операцію – чистове точіння, яку можна виконати на цьому ж токарному напівавтоматі 1A286-6 відповідною його наладкою.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>					

На операції 070 базового техпроцесу проводиться розрізка заготовки навпіл, при цьому базування проводиться по необробленій (залитій бабітом) поверхні, що приводить до зміщення площини розрізання заготовки відносно її поздовжньої осі. Тому перед цим операцію 060 (очистку заготовки від полуди) необхідно замінити, підготовивши на ній чистову базу для операції 070, для цього використаємо верстат BASIC 170 SUPER. На операції 070 проведемо чорнову розточку внутрішнього отвору Ø242H7 фасок і чистову обробку зовнішньої поверхні Ø305k6.

На фрезерних операціях 070 та 080 пропоную замінити застарілі імпорتنі верстати відповідно FS-36 та FS-355 на нові більш продуктивні моделі UWF 10 та VHF 2, а також токарно-гвинторізний С13 на токарний BASIC 170 SUPER.

Операції 150, 170 і 195 доцільно об'єднати в одну, використавши для цього багатоцільовий верстат для виготовлення корпусних деталей 2254ВМФ4 з ЧПК.

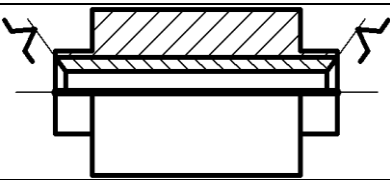
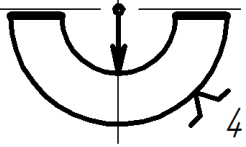
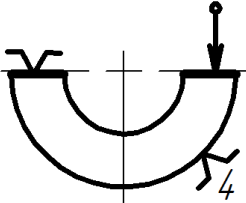
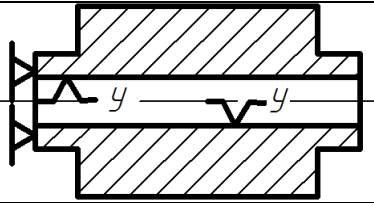
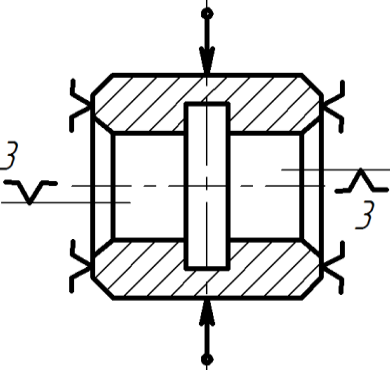
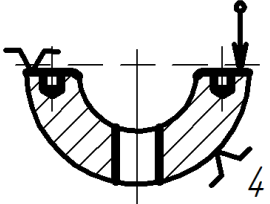
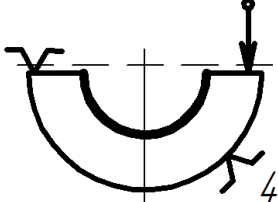
Проектний техпроцес приведений в табл. 1.7.

Таблиця 1.7 – Проектний техпроцес

Номер, назва і зміст операції	Тип і модель верстату	Характеристик а пристрою	Схема базування
1	2	3	4
005 Заготівельна			
010 Термічна			
015 Токарна напівавтоматна	Токарний напівавтомат 1A286-6	3-х кулачковий патрон, оправка	
020 Заливна	Верстат для заливки	Фланці	
025 Токарна напівавтоматна	Токарний напівавтомат 1A286-6	3-х кулачковий патрон, оправка	аналогічно оп. 015

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.7

1	2	3	4
030 Фрезерна	Фрезерний UWF 10	Приспосіблення спеціальне	
035 Вертикально-фрезерна	Вертикально-фрезерний VHF2	Приспосіблення 7234-4011.00.01	
045 Слюсарна			
050 Горизонтально-розточна	Горизонтально-розточний 2A622	Приспосіблення 7430-4001.00.00	
060 Круглошліфувальна	Круглошліфувальна RSM 1000	Приспосіблення 7117-4058.00-06	
070 Токарна	Токарний BASIC 170 SUPER	Приспосіблення 7132-4018	
080 Свердлильно-фрезерна з ЧПК	Багатоцільовий з ЧПК 22654BMФЦ	Спеціальний пристрій	
085 Слюсарна			
090 Контрольна			
095 Горизонтально-розточна	Горизонтально-розточний 2A626	Пристрій 7430-40001.00.00	
100 Контрольна			
105 Консерваційна			
110 Упаковочна			

Арк.

MP.ПМК-199.00.000 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

1.5 Розробка операційної технології

1.5.1 Розрахунок припусків на обробку і визначення технологічних розмірів розрахунково-аналітичним методом для поверхні Ø242Н7

Вихідні дані:

заготовка – відливка, I клас точності, матеріал – сталь 15Л ГОСТ 977-88, техпроцес отримання розміру Ø242Н7:

- чорнове розточування;
- чистове розточування;
- тонке розточування.

Знаходимо нормативні значення висоти мікронерівностей R_z і T_i – глибини дефектного шару.

Для заготовки $R_z = 200$ мкм, $T = 100$ мкм:

для чорнового розточування $R_z = 50$ мкм, $T = 50$ мкм:

для чистового розточування $R_z = 20$ мкм, $T = 0$ мкм:

для тонкого розточування $R_z = 5$ мкм, $T = 0$ мкм.

Всі дані взяті з табл.21, с.192, [5].

Для заготовок із кольорових металів і сплавів після першого технологічного переходу при розрахунках значення T не враховують.

Сумарне значення просторових відхилень для заготовки даного типу при базуванні на отвір (табл.22, [5]):

$$\rho_o = \sqrt{\rho_{кор}^2 - \rho_{см}^2},$$

де – $\rho_{кор} = \Delta K \cdot L = 0,8 \cdot 198 = 158,4$ мкм; сумарне зміщення внутрішнього отвору Ø242Н7 у відливці рівне допуску на розмір Ø232Н12^(+0,46), по якому проводиться заливка бабітового шару:

$$\rho_{см} = 0,46 \text{ мм} = 460 \text{ мкм};$$

$$\rho_o = \sqrt{158,4^2 - 460^2} = 486 \text{ мкм}.$$

Залишкова кривизна (табл.31, с.202, [5]):

$$\rho_1 = k_{y1} \cdot \rho_o = 0,06 \cdot 486 = 29 \text{ мкм};$$

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

$$\rho_2 = k_{y2} \cdot \rho_1 = 0,05 \cdot 29 = 1,5 \text{ мкм};$$

$$\rho_3 = k_{y3} \cdot \rho_2 = 0,04 \cdot 1,5 = 0,06 \text{ мкм} \approx 0.$$

Похибка установки деталі (табл.19, с.66, [5]):

- для чорнового розточування (установка в 3-х кулачковий самоцентруючий патрон) – $\varepsilon_{y1} = 120 \text{ мкм}$;

- для чистового розточування при установці на столі верстату в приспособленні з вивіркою індикатором по попередньо обробленій плоскій поверхні (табл.24, с.69, [5]):

$$\varepsilon_{y2} = 0,15 \text{ мм} = 150 \text{ мкм};$$

- це ж для тонкого розточування при вивірці по чисто обробленій плоскій поверхні $\varepsilon_{y3} = 0,05 \text{ мм} = 50 \text{ мкм}$.

Симетричний мінімальний припуск:

$$2Z_{\min} = 2 \left(R_{zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right).$$

Розрахункові значення наведені в табл.1.8.

В графі «технологічний квалітет» приведений рекомендований технологічний квалітет для даної операції (табл.5, с.13, [3]). В графі «допуск на виготовлення» приведені технологічні допуски на виготовлення для кожної операції, вибрані по табл.5, с.13, [3]). Для заготовки (відливки) допуск вибраний по табл.1 ГОСТ 26645-85 для 12 класу розмірної точності відливки.

Значення номінальних припусків розраховані по формулі: $Z_{i\text{ном}} = Z_{i\min} + \delta_{i-1}$, де $Z_{i\min}$ – мінімальний (розрахунковий) припуск на i -й операції;

δ_{i-1} – допуск на попередню операцію.

Розрахункові значення наведені в табл.1.8.

При розрахунку операційних розмірів для внутрішніх поверхонь спочатку визначаються номінальні розміри по формулі:

$$d_{\min i} = d_{(i+1)\min} - Z_{(i+1)\text{ном}},$$

а потім визначаються максимальні розміри:

$$d_{\max} = d_{i\min} + \delta_i.$$

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

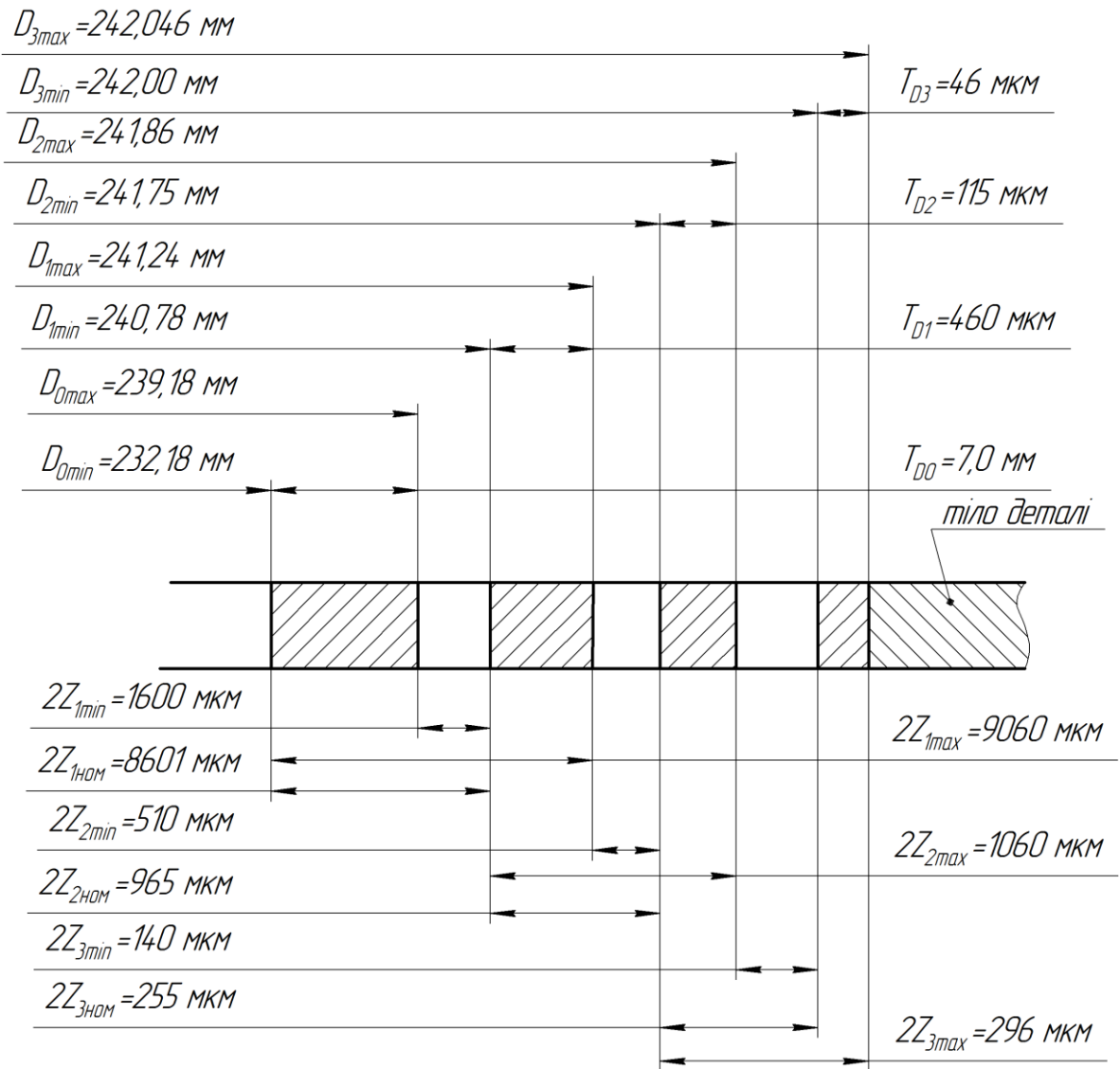


Рисунок 1.2 – Схема розташування полів припусків при обробці $\text{Ø}242\text{H}7$

Отримані граничні значення розмірів заокруглюємо до другої цифри після коми (крім останньої операції), а потім визначаємо фактичні значення максимальних і мінімальних припусків: $2Z_{imax} = d_{imax} - d_{(i-1)min}$;

$$2Z_{imin} = d_{imin} - d_{(i-1)max} .$$

Розрахункові значення приведені в табл.1.8.

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.8 – Розрахунок припусків і граничних розмірів аналітичним методом

№ переходу	Технологічний маршрут обробки	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий мінімальний припуск $2Z_{i,min}$, мкм	Технологічний квалітет	Допуск на виготовлення δ , мкм	Номинальний припуск, $2Z_{ном}$ мкм	Розрахункові розміри по переходах, мм		Прийняті розміри по переходах, мм		Операційні розміри з допусками	Операційні значення припусків $2Z_i$, мкм	
		R_z	T	ρ	ε					max	min	max	min		max	min
0	Заготовка	200	100	486	-	-	-	7000	-	239,179	232,179	239,18	232,18	232,18 ⁷⁰	-	-
1	Чорнове розточування	50	50	29	120	1601	12	460	8601	241,24	240,78	241,24	240,78	240,78H12	9060	1600
2	Чистове розточування	20	-	1,5	150	506	9	115	965	241,86	241,75	241,86	241,75	241,75H9	1080	510
3	Тонке розточування	5	--	0	50	140	7	46	255	242,046	242,00	242,046	242,00	242H7	296	140

1.5.2 Визначення припусків нормативним

(табличним методом)

Рекомендовані технічні квалітети і допуски на операціях вибираємо по табл.4 і 5, с.8÷14 [3]; значення граничних мінімальних припусків на механічну обробку поверхонь вибираємо по табл.62-63, с.257÷262 [3].

Результати зводимо в таблицю 1.9.

																	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата													

MP.ПМК-199.00.000 ПЗ

Таблиця 1.9 – Визначення припусків табличним методом

№ переходу	Технологічний маршрут обробки	Мінімальний табличний припуск $2Z_{\min}$, мкм	Технологічний квалітет	Технологічний допуск по висоті δ , мкм	Номинальний припуск $Z_{ном}$, мкм	Розрахункові розміри по переходах, мм		Операційні розміри з допусками, мм	Отримані значення припусків	
						max	min		max	min
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\varnothing 305k6 \begin{matrix} +0,036 \\ +0,004 \end{matrix}$ (зовнішня поверхня)										
0	Заготовка	-	-	7000	-	314,89	307,89	314,39±3,5	-	-
1	Чорнове точіння	1,6	12	520	8600	306,29	305,77	306,29h12(-0,52)	9120	1600
2	Чистове точіння	0,35	9	130	870	305,420	305,29	305,42h9(-0,19)	1000	350
3	шліфування	0,25	6	32	380	305,036	305,004	305k6 $\begin{matrix} +0,036 \\ +0,004 \end{matrix}$	416	254
$\varnothing 246H12 \begin{matrix} +0,46 \end{matrix}$ (отвір)										
0	Заготовка	-	-	5000	-	243,58	238,58	241,08±2,5	-	-
1	Чорнове розточування	1,4	13	720	6400	245,70	244,98	244,98H13 $\begin{matrix} +0,72 \end{matrix}$	7120	1400
2	Чистове розточування	0,30	12	460	1020	246,46	246,00	246H12 $\begin{matrix} +0,46 \end{matrix}$	1480	300
178 _{0,3} (зовнішня поверхня)										
0	Заготовка	-	-	4400	-	186,55	182,15	184,35±2,2	-	-
1	Чорнове точіння	1,6	14	1000	6000	180,55	179,55	180,55h14(-1,0)	7000	1600
2	Напівчистове точіння	0,8	12	400	1800	178,75	178,35	178,75h12(-0,4)	2200	800
3	Чистове точіння	0,35	11	300	750	178,00	177,70	178,0h11(-0,3)	1050	350
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
198h14 (розмір по технологічних буртах по 10 мм)-з.п.										
0	Заготовка	-	-	4400	-	205,50	201,1	203,3±2,2	-	-
1	Чорнове точіння	1,6	14	1150	6000	199,50	198,35	199,5h14 $\begin{matrix} (- \\ 1,15) \end{matrix}$	715 0	160 0
2	Чистове точіння	0,35	14	1150	1500	198,00	196,85	198,0h14 $\begin{matrix} (- \\ 1,15) \end{matrix}$	265 0	350
$\varnothing 300h14$ (діаметр технологічного бурту)										
0	Заготовка	-	-	7000	-	312,15	305,15	308,65±3,5	-	-
1	Чорнове точіння	1,6	1,6	3200	8600	303,55	300,35	303,55h16 $\begin{matrix} (- \\ 3,2) \end{matrix}$	11800	1600
2	Чистове точіння	0,35	14	1300	3550	300	298,70	300h14 $\begin{matrix} (- \\ 1,3) \end{matrix}$	4850	350

Арк.

MP.ПМК-199.00.000 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

1.5.3 Розрахунок режимів різання і уточнення моделей верстатів

1.5.3.1 Розрахунок режимів різання розрахунково-аналітичним методом для наладки токарних напівавтоматів 1A286-6

Операція 025

Обробка поверхонь на шестишпindelному токарному напівавтоматі 1A286-6 послідовної дії з подвійною індексацією. Схема наладки верстату на обробку приведена на рис.1.3.

Вихідні дані:

Матеріал заготовки: сталь 15Л ДСТУ 8781:2018 $\sigma_g = 40$ кГс/мм² (~400 МПа);
бабіт Б83 ГОСТ 1320-74, $\sigma_g = 12$ кГс/мм² (~120 МПа).

Необхідно: назначити режими різання; провести оптимізацію режимів різання; визначити машинний час.

Встановлюємо значення глибини різання для наладки, при умові зняття припуску за один прохід:

- кожного різця 1: $t = (2Z_{\max}) \cdot 0,5 = 9,06 \cdot 0,5 = 4,53$ мм (табл.);
- для різців 2 і 8: $t = (2Z_{\max}) \cdot 0,5 = 2,2 \cdot 0,5 = 1,1$ мм (табл.);
- для різця 3: $t = (2Z_{\max}) \cdot 0,5 = 1,0 \cdot 0,5 = 0,5$ мм (табл.);
- для різця 4: $t = 2$ мм (фаска 2x45°);
- для різця 5: $t = 2$ мм (фаска 2x45°);
- для різців 6 і 7: $t = (2Z_{\max}) \cdot 0,5 = 4,85 \cdot 0,5 = 2,425$ мм.

Ріжучі інструменти різці:

- для обробки сталі: січення кріпильної частини 20x30 мм²; матеріал ріжучої частини різця Т15К6: геометрія ріжучої частини $\angle \varphi = 45^\circ$; $\varphi_1 = 45^\circ$; радіус при вершні різця $r = 1$ мм;

- для обробки бабіту: січення кріпильної частини різця 25x25 мм²; матеріал ріжучої частини різця – Р18: геометрія ріжучої частини $\angle \varphi = 45^\circ$; $\varphi_1 = 45^\circ$; радіус при вершні різця $r = 1$ мм. Дані взяті з табл.2, с.418, с.187, [3];

Визначаємо довжину робочого ходу поздовжнього і поперечного супортів на позиціях:

					<i>МР.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- позиція III: поперечний супорт відсутній в поздовжньому супорті, найбільшу (лімітуючу) довжину різця має різець 1, $l_{piz} = 199,5$ мм (табл.1.6.2 – розмір 198 після чорнового точіння): величина врізання $l_1 = 2$ мм (додаток 4, лист 1 [6]), отже довжина робочого ходу: $L_{p.x}^{III} = l_{piz} + l_1 = 199,5 + 2 = 201,5$ мм;

- позиція IV: поперечний супорт відсутній; $l_{piz} = 180,55$ (табл.1.6.2 – розмір 178 після чорнового точіння), $l_1 = 2$ мм; $L_{p.x}^{IV} = 180,55 + 2 = 182,55$ мм;

- позиція V: поздовжній супорт: $l_{piz} = 2$ мм, $l_1 = 2$ мм, $L_{p.x}^V = 4$ мм; поперечний супорт: $l_{piz} = \frac{303,55 - 240,78}{2} = 31,385$ мм (табл.1.6.2, розмір Ø300 після чорнового точіння і Ø242H7 після чорнового розточування): $l_1 = 7$ мм (додаток 1, лист 1 [6]); $L_{p.x}^V = 31,385 + 7 = 38,385$ мм;

- позиція VI: поздовжній супорт: $l_{piz} = (19,5 - 178,75) \cdot 0,5 = 10,375$ мм, $l_1 = 2$ мм, $L_{p.x}^{VI} = 10,375 + 2 = 12,375$ мм; поперечний супорт: $L_{p.x}^{VI} = L_{p.x}^V = 38,385$ мм.

Сумарна глибина різання і подачі різця для супортів на позиціях (з коректуванням подачі по паспорту верстату):

- позиція III: поздовжній супорт: $\sum t = t_3 + t_4 = 4,53 + 1,1 = 5,63$ мм, $S_o = 0,17$ мм/об. (табл.12, с.267 [4]);

- позиція IV: поздовжній супорт: $\sum t = t_3 + t_4 = 0,5 + 2 = 2,5$ мм, $S_o = 0,23$ мм/об. (табл.14, с.268 [4]);

- позиція V: поздовжній супорт: $\sum t = t_5 = 2$ мм, $S_o = 0,23$ мм/об. (табл.14, с.268 [4]);

- позиція VI: поздовжній супорт: $\sum t = t_8 = 1,1$ мм, $S_o = 0,36$ мм/об. (табл.14, с.268 [4]); поперечний супорт: $\sum t = t_7 = 2,425$ мм, $S_o = 0,40$ мм/об. (табл.14, с.268 [4]).

Визначаємо періоди стійкості лімітованих інструментів. Період стійкості, в хвилинах, часу різання для кожного допустиме лімітую чого інструменту наладки, по якому ведеться розрахунок швидкості різання

$$T = T_M \cdot \lambda,$$

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де T_M – період стійкості, в хвилинах, машинної роботи верстату – для нашого випадку приймаємо I групу наладок (до 3-х інструментів в наладці), тобто $T_M = 150$ хв. (с.30, [6]);

λ – коефіцієнт часу різання, який рівний відношенню кількості обертів шпинделя за час різання до кількості оборотів шпинделя за час роботи супортів на робочій подачі.

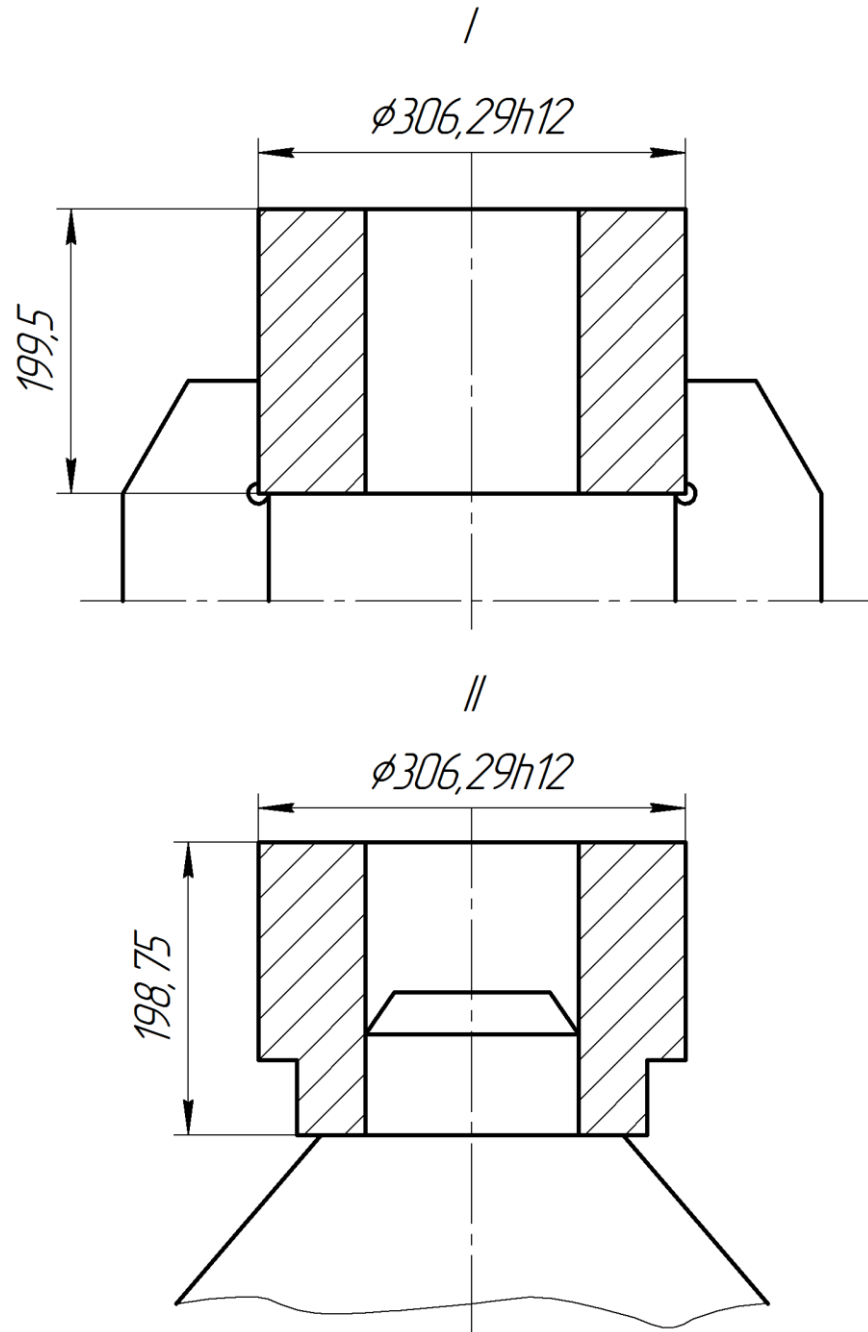


Рисунок 1.3 а – Схема наладки верстату 1А286-6
на операції 025 на обробку

					<i>МР.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

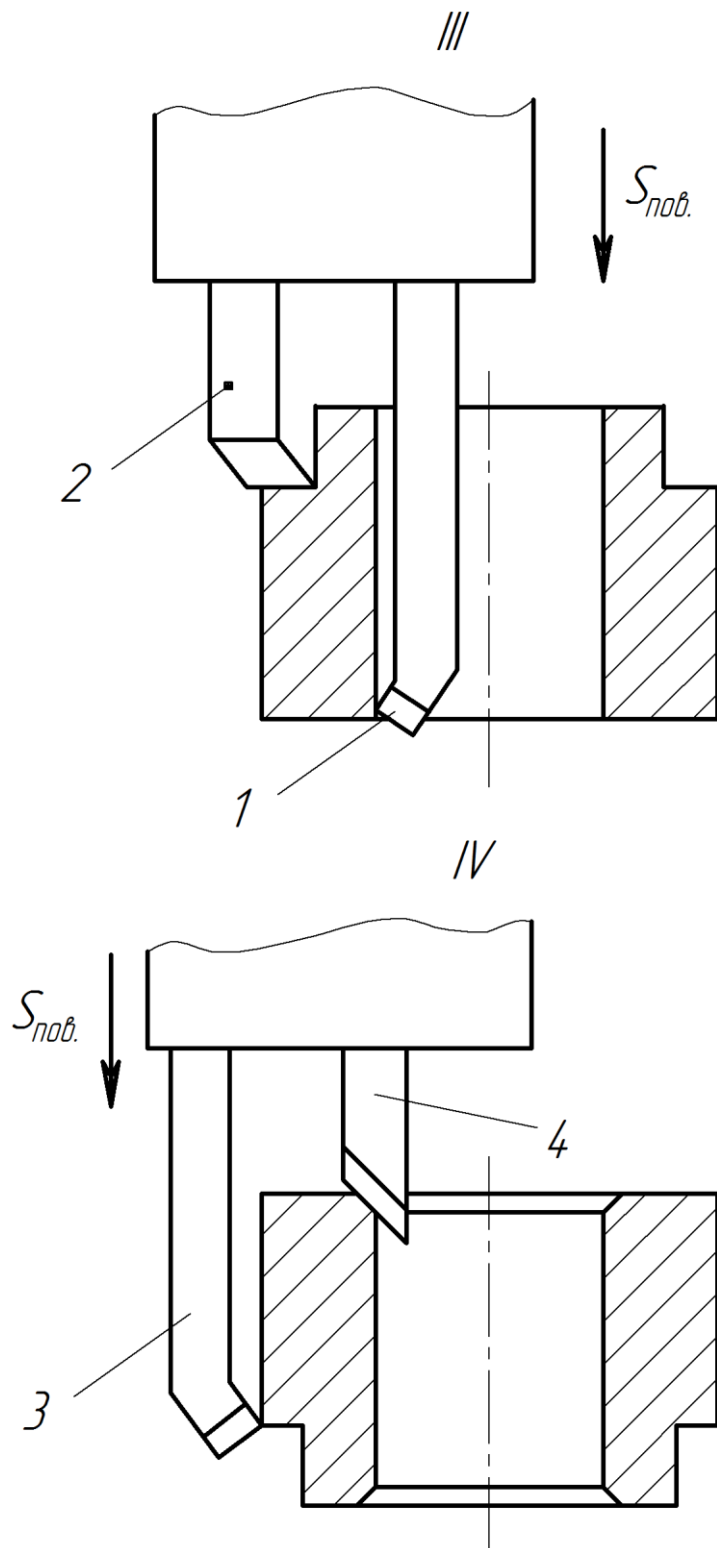


Рисунок 1.3 б – Схема наладки верстату 1А286-б
на операції 025 на обробку

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМК-199.00.000 ПЗ

Арк.

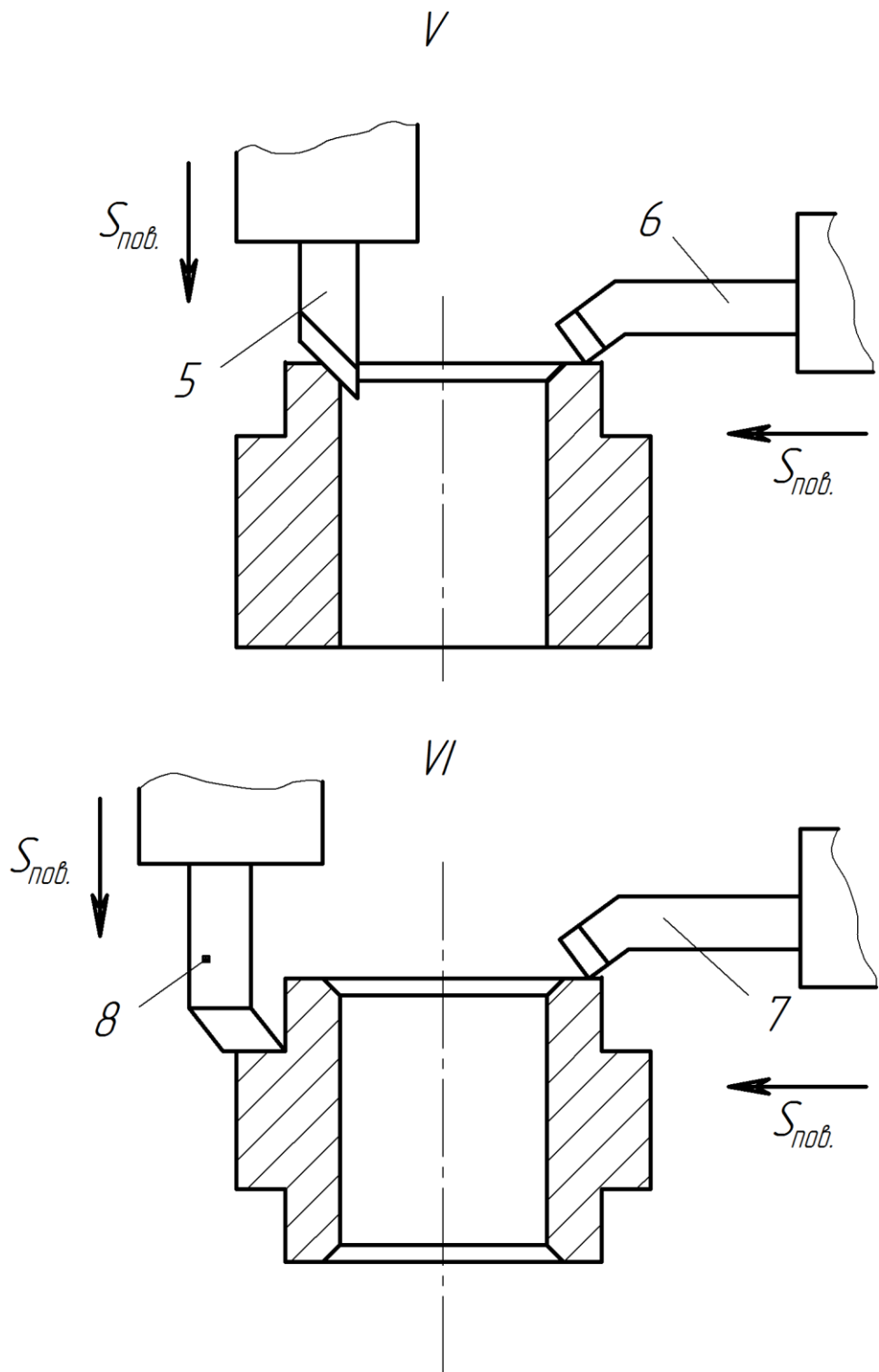


Рисунок 1.3 в – Схема наладки верстату 1А286-6
на операції 025 на обробку

Допустимо лімітуючими інструментами в багатоінструментальних наладках являються звичайно інструменти, розміщені по найбільших діаметрах оброблюваних поверхонь (найбільша швидкість різання) або ті, які мають найбільшу довжину різання.

Такими на позиціях є:

					МР.ПМК-199.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

позиція II – різець 1;

позиція IV – різець 3;

позиція V – різець 6;

позиція VI – різець 7.

Визначаємо значення коефіцієнта часу різання:

- позиція III

кількість обертів шпинделя за час різання:

$$\frac{l_{\text{різ}}}{S_{\text{опозд}}} = \frac{199,5}{0,17} = 1173 \text{ об.}$$

Кількість обертів шпинделя за час робочого ходу супортів при їх паралельній роботі:

$$\frac{L_{\text{р.х}}^{\text{III}}}{S_{\text{опозд}}} = \frac{201,5}{0,17} = 1185 \text{ об.}$$

$$\lambda = \frac{1173}{1185} = 0,989; T = 150 \cdot 0,989 = 148 \text{ хв.};$$

- позиція IV

$$\frac{l_{\text{різ}}}{S_{\text{опозд}}} = \frac{180,55}{0,23} = 785 \text{ об.}$$

$$\frac{L_{\text{р.х}}^{\text{IV}}}{S_{\text{опозд}}} = \frac{182,55}{0,23} = 794 \text{ об.}$$

$$\lambda = \frac{785}{794} = 0,988; T = 150 \cdot 0,989 = 148 \text{ хв.};$$

- позиція V

$$\frac{l_{\text{різ}}}{S_{\text{опозд}}} = \frac{2}{0,04} = 50 \text{ об.}$$

$$\frac{L_{\text{р.х}}^{\text{V}}}{S_{\text{опозд}}} = \frac{38,385}{0,40} = 96 \text{ об.}$$

$$\lambda = \frac{50}{96} = 0,52; T = 0,52 \cdot 150 = 78 \text{ хв.};$$

- позиція VI

$$\frac{l_{\text{різ}}}{S_{\text{опозд}}} = \frac{10,375}{0,13} = 80 \text{ об.}$$

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\frac{L_{p,x}^V}{S_{\text{опозд}}} = \frac{38,385}{0,40} = 96 \text{ об.}$$

$$\lambda = \frac{80}{96} = 0,833; T = 0,833 \cdot 150 = 125 \text{ хв.}$$

Визначаємо швидкості різання для всіх лімітуючи різців наладки по формулі:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v}} \cdot K_{\mu v} \cdot K_{n v} \cdot K_{u v} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{r v} \cdot K_{\phi 1 v} \cdot K_{q v} \cdot K_{o v}, \text{ м/хв.},$$

де C_v – коефіцієнт, який характеризує оброблюваний матеріал і умови обробки;

T – стійкість ріжучого інструмента;

m – показник відносної стійкості;

t – глибина різання, мм;

ρ – подача, мм/об.;

x_v, y_v – показник степенів;

$K_{\mu v}$ – коефіцієнт, який враховує поправку на якість заготовки;

$K_{o v}$ – коефіцієнт, який враховує поправку на вид обробки;

$K_{u v}$ – коефіцієнт, який враховує поправку на матеріал ріжучої кромки різця;

$K_{n v}$ – коефіцієнт, який враховує поправку на стан поверхні заготовки;

$K_{r v}$ – коефіцієнт, який враховує поправку на радіус при вершині різця;

$K_{q v}$ – коефіцієнт, який враховує поправку на поперечний переріз державки;

K_{ϕ} – коефіцієнт, який враховує поправку на головний кут в плані;

$K_{\phi 1}$ – коефіцієнт, який враховує поправку на допоміжний кут в плані.

Значення вище перерахованих коефіцієнтів взяті з табл.1÷6, 17, 18, с.261÷271 [4].

Результати розрахунків зведені в таблицю 1.10.

Проведемо коректування частот обертання шпинделя по паспорту верстату на позиціях:

- позиція III: $n_p = 194,2$ 1/хв.; $n_{np} = 250$ 1/хв.;

- позиція IV: $n_p = 629,3$ 1/хв.; $n_{np} = 600$ 1/хв.;

- позиція V: $n_p = 686,1$ 1/хв.; $n_{np} = 700$ 1/хв.;

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- позиція VI: $n_p = 582,8$ 1/хв.; $n_{np} = 600$ 1/хв.

Обчислюємо уточнені швидкості різання за формулою:

$$V_{np} = \frac{\pi D n_{np}}{1000},$$

де D – діаметр оброки;

n_{np} – приведена частота обертання шпинделя;

- позиція III: $V_{np} = \frac{3,14 \cdot 240,78 \cdot 250}{1000} = 189,1$ м/хв.;

- позиція IV: $V_{np} = \frac{3,14 \cdot 305,42 \cdot 600}{1000} = 575$ м/хв.;

- позиція V: $V_{np} = \frac{3,14 \cdot 300 \cdot 700}{1000} = 659,7$ м/хв.;

- позиція VI: $V_{np} = \frac{3,14 \cdot 300 \cdot 600}{1000} = 565,4$ м/хв.

Визначення машинного часу по найбільшій довжині робочого ходу супортів на позиціях:

- позиція III: $T_M = \frac{L_{p.x}}{n \cdot S_o} = \frac{201,5}{250 \cdot 0,17} = 4,74$ хв.;

- позиція IV: $T_M = \frac{182,55}{600 \cdot 0,23} = 1,32$ хв.;

- позиція V: $T_M = \frac{32,385}{700 \cdot 0,40} = 0,11$ хв.;

- позиція VI: $T_M = \frac{L_{p.x}}{n \cdot S_o} = \frac{31,385}{600 \cdot 0,40} = 0,13$ хв.

Таблиця 1.10 – Розрахунок швидкості різання

№ поз.	№ різця	C_v	T , хв.	m	t , мм	x_v	S , м/хв.	y_v	$K_{\mu v}$	$K_{\nu v}$
3	1	485	148	0,23	4,53	0,12	0,17	0,25	1,0	1,0
4	3	328	148	0,20	0,5	0,15	0,23	0,20	1,875	1,9
5	6	420	78	0,2	2,425	0,15	0,40	0,20	1,875	1,9
6	7	420	125	0,2	2,425	0,15	0,40	0,20	1,875	1,9
№ поз.	№ різця	K_{uv}	$K_{\phi v}$	$K_{\rho v}$	$K_{\delta v}$	K_{qv}	K_{ov}	v_p , м/хв.	n_p , хв.	p , мм
3	1	0,9	1,0	0,87	0,94	1,0	1,0	146,9	194,2	240,78
4	3	0,9	1,0	0,87	0,94	1,0	1,0	603,4	629,3	305,42
5	6	1,0	1,0	0,87	0,94	1,0	1,0	646,6	686,1	300
6	7	1,0	1,0	0,87	0,94	1,0	1,0	549,2	582,8	300

					MP.ПМК-199.00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Проводимо встановлення машинного часу роботи верстату. Він рівний максимальному машинному часу на позиціях:

$$t_M = T_{M \max} = T_M^{III} = 4,74, \text{ хв.}$$

Проведемо коректування (зменшення) числа обертів шпинделя і подач на не лімітованих позиціях (поз. IV-VI). При цьому при обробці деталей інструментом із твердого сплаву швидкість різання не повинна бути меншою за 45 м/хв. (с.28, [6]):

$$\text{- позиція IV: } n = \frac{L_{p.x}}{t_M \cdot \rho_C} = \frac{182,55}{4,74 \cdot 0,23} = 167 \text{ 1/хв.}, \text{ приймаємо } n_g = 160 \text{ 1/хв.},$$

$$v_g = \frac{\pi \rho n_g}{1000} = \frac{3,14 \cdot 305,42 \cdot 160}{1000} = 153,2 \text{ м/хв.};$$

$$\text{- позиція V: } n = \frac{L_{p.x}}{t_M \cdot \rho_C} = \frac{8,385}{4,74 \cdot 0,40} = 20,2 \text{ хв.}, \text{ приймаємо } n_g = 25 \text{ хв.},$$

$$v_g = \frac{\pi \rho n_g}{1000} = \frac{3,14 \cdot 300 \cdot 25}{1000} = 23,5 \text{ м/хв.} < 45 \text{ м/хв.}$$

Приймаємо $v_g' = 45$ м/хв. і обчислено:

$$n_p = \frac{1000 v_g'}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 45}{3,14 \cdot 300} = 47,7 \text{ 1/хв.}$$

Приймаємо $n_g = 50$ 1/хв. і обчислено:

$$v_g = \frac{3,14 \cdot 300 \cdot 50}{1000} = 47,1 \text{ м/хв.}$$

Обчислимо зменшену подачу:

$$S_o = \frac{L_{p.x}}{t_M \cdot n_g} = \frac{38,385}{4,74 \cdot 50} = 0,16 \text{ мм/об.}$$

Для позиції VI коректовані режими такі ж, як і для позиції V, оскільки $L_{p.x}^V = L_{p.x}^{VI}$, $S_o^V = S_o^{VI}$.

Проведемо вирівнювання тривалості роботи поздовжніх і поперечних супортів на тих позиціях, де вони працюють разом.

Позиція V:

$$\frac{L_{p.xлон}^V}{S_{онон}} = n = \frac{L_{p.xнов}^V}{S_{онов}}; S_{онон} = 0,16 \text{ мм/об.} - \text{ зменшена подача.}$$

Оскільки $L_{p.xлон}^V > L_{p.xнов}^V$, то можна зменшити величину подачі поздовжнього супорта без зниження продуктивності верстату:

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\frac{38,385}{0,16} = 240 = \frac{4}{S_{онов}}$$

$$S_{онов} = \frac{4}{240} = 0,017 \text{ мм/об.}$$

По паспорту верстату приймаємо $S_{онов} = 0,315 \text{ мм/об.}$

Позиція VI:

$$\frac{L_{p.x}^V}{S_{онon}} = n = \frac{L_{p.xнов}^{VI}}{S_{онов}}; L_{p.xнов}^V > L_{p.xнов}^{VI}, \text{ отже } \frac{38,385}{0,16} = 240 = \frac{12,375}{S_{онов}},$$

$$S_{онов} = \frac{12,375}{240} = 0,05 \text{ мм/об.}, \text{ що відповідає паспортним даним верстату.}$$

Визначаємо для кожного різця на позиціях швидкості (дійсні) різання з врахуванням від проєктованих частот обертання шпинделя: $V_g = \frac{\pi D \cdot n_g}{1000}$:

$$\text{позиція III: для першого різця: } V_g = \frac{3,14 \cdot 240,78 \cdot 250}{1000} = 189,1 \text{ м/хв.};$$

$$\text{для другого різця: } V_g = \frac{3,14 \cdot 300 \cdot 250}{1000} = 235,6 \text{ м/хв.};$$

$$\text{позиція IV: для третього різця: } V_g = \frac{3,14 \cdot 305,42 \cdot 160}{1000} = 153,2 \text{ м/хв.};$$

$$\text{для четвертого різця: } V_g = \frac{3,14 \cdot 240,78 \cdot 160}{1000} = 121,0 \text{ м/хв.};$$

$$\text{позиція V: для п'ятого різця: } V_g = \frac{3,14 \cdot 240,78 \cdot 50}{1000} = 37,8 \text{ м/хв.};$$

$$\text{для шостого різця: } V_g = \frac{3,14 \cdot 300 \cdot 50}{1000} = 47,1 \text{ м/хв.};$$

$$\text{позиція VI: для сьомого різця: } V_g = \frac{3,14 \cdot 300 \cdot 50}{1000} = 47,1 \text{ м/хв.};$$

$$\text{для восьмого різця: } V_g = \frac{3,14 \cdot 300 \cdot 50}{1000} = 47,1 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо силу різання і потужність.

Сила різання при точінні:

$$P_Z(P_y; P_x) = 10C_p \cdot t^{xp} \cdot S^{yp} \cdot V^{np} \cdot K_{\mu p} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{r p}, \text{ Н}$$

де C_p – коефіцієнт, який характеризує оброблюваний матеріал і умови обробки;

t – глибина різання, мм;

					<i>MP.ЛМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

S – подача, мм/об.;

V – швидкість різання, м/хв.;

x_p, y_p, n_p – показники степенів;

$K_{\mu p}$ – коефіцієнт, який враховує поправку на якість заготовки;

$K_{\phi p}$ – коефіцієнт, який враховує поправку на головний кут в плані;

$K_{\gamma p}$ – коефіцієнт, який враховує поправку на кут γ ;

$K_{\lambda p}$ – коефіцієнт, який враховує поправку на кут λ ;

$K_{r p}$ – коефіцієнт, який враховує поправку на радіус при вершині різця.

Розраховані величини зводимо в таблицю.

Потужність різання при точінні:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{102 \cdot 60}, \text{ кВт}$$

де P_z – сила різання, Н;

V – швидкість різання, м/хв.

Розраховані величини зводимо в таблицю.

Дані для розрахунку P_z взяті з табл.20, с.429, [4].

Визначаємо сумарну потужність різання по всіх інструментах наладки:

$$\sum N_{\text{риз}} = \sum_{i=1}^{\infty} N_i = 1,37 + 0,92 + 0,36 + 0,48 + 0,03 + 0,5 + 0,5 + 0,09 = 4,25, \text{ кВт.}$$

Визначаємо достатність приводу верстату.

Таблиця 1.11 – Розрахунок швидкості різання

№ поз.	№ різця	C_p	t , хв.	x_p	S , мм/об.	y_p	V , м/хв.	n_p
3	1	40	4,53	1,0	0,17	0,75	189,1	0
	2	300	1,1	1,0	0,17	0,75	235,6	-0,15
4	3	300	0,5	1,0	0,23	0,75	153,2	-0,15
	4	40	2,0	1,0	0,23	0,75	121,0	0
5	5	40	2,0	1,0	0,0315	0,75	37,8	0
	6	300	2,425	1,0	0,16	0,75	47,1	-0,15
6	7	300	2,425	1,0	0,16	0,75	47,1	-0,15
	8	300	1,1	1,0	0,05	0,75	47,1	-0,15

Продовження таблиці 1.11

№ поз.	№ різця	$K_{\mu p}$	$K_{\phi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	$K_{r p}$	$P_z \times 10, \text{ Н}$	$N_{\text{різ}}, \text{ кВт}$
3	1	1,0	1,0	1,0	1,0	0,93	44,6	1,37
	2	$\left(\frac{40}{75}\right)^{0,75}$	1,0	1,1	1,0	1,0	24,0	0,92
4	3	$\left(\frac{40}{75}\right)^{0,75}$	1,0	1,1	1,0	1,0	14,6	0,36
	4	1,0	1,0	1,0	1,0	0,93	24,7	0,48
5	5	1,0	1,0	1,0	1,0	0,93	5,5	0,03
	6	$\left(\frac{40}{75}\right)^{0,75}$	1,0	1,1	1,0	1,0	64,4	0,5
6	7	$\left(\frac{40}{75}\right)^{0,75}$	1,0	1,1	1,0	1,0	64,4	0,5
	8	$\left(\frac{40}{75}\right)^{0,75}$	1,0	1,1	1,0	1,0	12,2	0,09

Потужність приводу верстату 1A286-6; $N = 40$ кВт, к.к.д верстату $\eta = 0,8$;

$$N_{\text{ум.}} = N \cdot \eta = 40 \cdot 0,8 = 32 \text{ кВт}$$

$\sum N_{\text{різ}} < N_{\text{ум.}}$ ($4,25 < 32$), тобто обробка можлива.

Коефіцієнт використання потужності верстату:

$$K_N = \frac{\sum N_{\text{різ}}}{N_{\text{ум.}}} = \frac{4,25}{0,8 \cdot 40} = 0,13.$$

1.5.3.2 Операція 010

Обробка проводиться на шестишпindelному токарному напівавтоматі 1A286-6 послідовної дії з подвійною індикацією. Схема наладки верстату на обробку приведена на рис.1.4.

Вихідні дані:

матеріал заготовки: сталь 15Л ГОСТ977-88; $\sigma_B = 40$ кгс/мм² (~400 МПа).

Необхідно назначити режим різання і провести оптимізацію режимів різання; визначити машинний час.

Глибина різання різців (табл.5):

- різець 1: $t = (2Z_{\text{max}}) \cdot 0,5 = 7,12 \cdot 0,5 = 3,56$ мм;

- різець 2 і 4: $t = (2Z_{\text{max}}) \cdot 0,5 = 11,8 \cdot 0,5 = 5,9$ мм;

- різець 3 і 5: $t = (2Z_{\text{max}}) \cdot 0,5 = 9,12 \cdot 0,5 = 4,56$ мм;

					<i>МР.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- різець 6: $t = (2Z_{\max}) \cdot 0,5 = 1,48 \cdot 0,5 = 0,74$ мм;

- різець 7 і 8: $t = (2Z_{\max}) \cdot 0,5 = 7,15 \cdot 0,5 = 3,575$ мм;

Ріжучі інструменти різці Т15К6.

Довжина робочого ходу супортів на позиціях:

- позиція III – поздовжній супорт:

$$l_{\text{різ}} = 203,2 \text{ мм}; l_1 = 2 \text{ мм}; L_{\text{р.х}} = 205,2 \text{ мм};$$

- позиція IV – поздовжній супорт:

$$l_{\text{різ}} = 102 \text{ мм}; l_1 = 2 \text{ мм}; L_{\text{р.х}} = 104 \text{ мм};$$

- позиція V – поздовжній супорт:

$$l_{\text{різ}} = 203,2 \text{ мм}; l_1 = 2 \text{ мм}; L_{\text{р.х}} = 205,2 \text{ мм};$$

поперечний супорт: $l_{\text{різ}} = \frac{303,55 - 244,98}{2} = 29,285$ мм

$$l_1 = 7 \text{ мм}; L_{\text{р.х}} = 29,285 + 7 = 36,285 \text{ мм}.$$

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

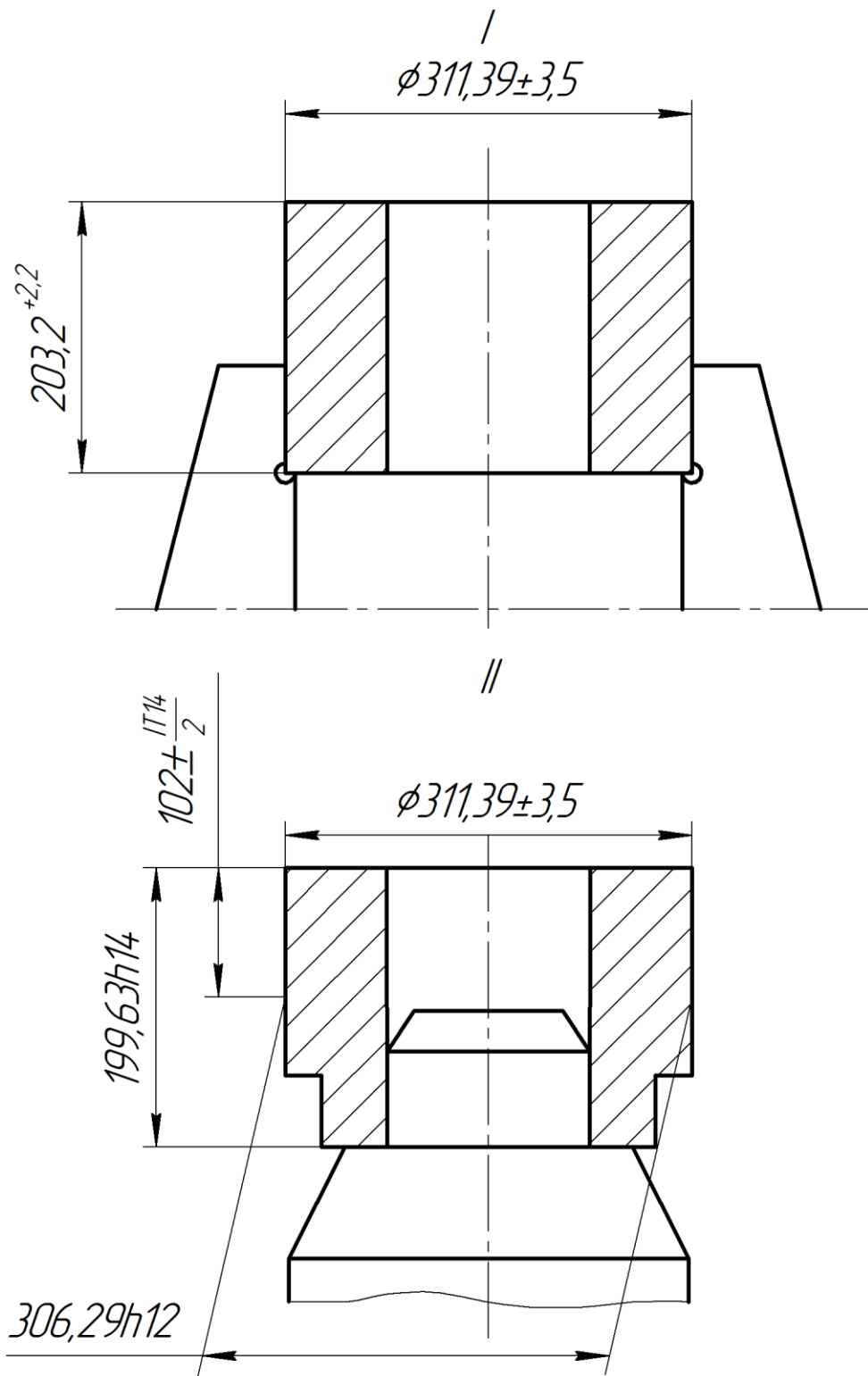
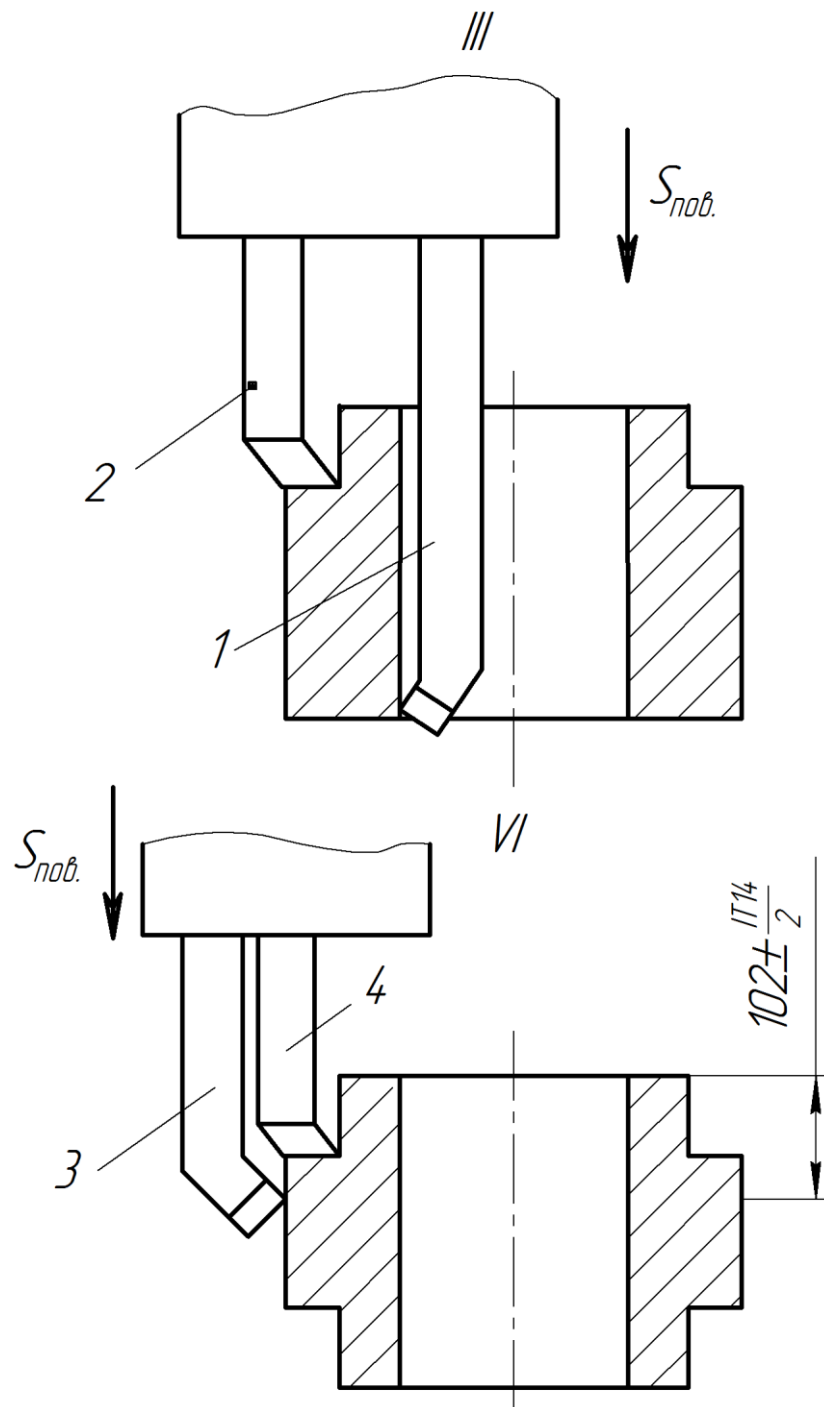


Рисунок 1.4 – Схема наладки верстату 1A286-6 на обробку на операцію 010

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MP.ПМК-199.00.000 ПЗ

Арк.

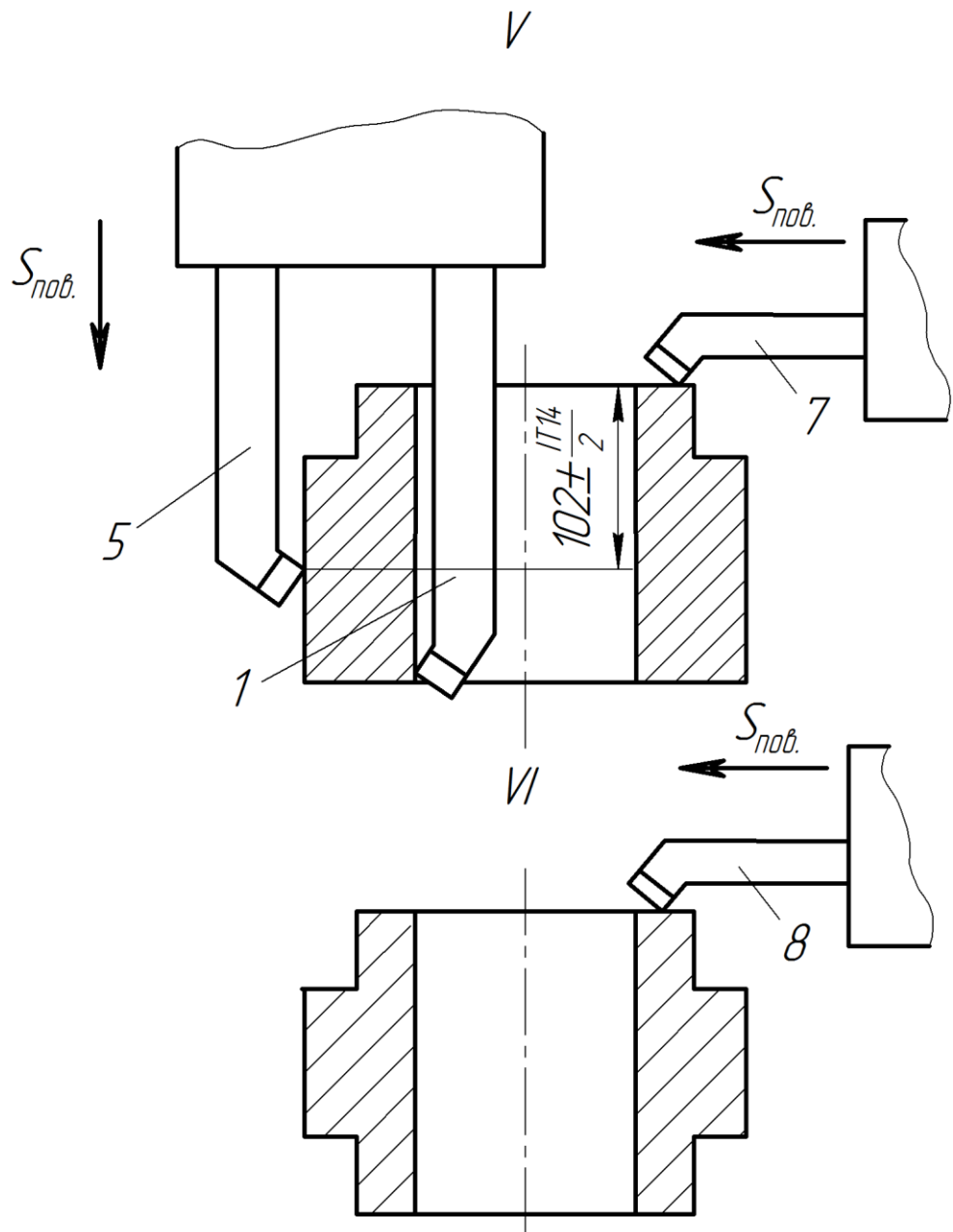


Продовження рис.1.4 – Схема наладки верстату 1A286-6
на обробку на операцію 010

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MP.ПМК-199.00.000 ПЗ

Арк.



Продовження рис.1.4 – Схема наладки верстату 1A286-6
на обробку на операцію 010

- позиція VI: поперечний супорт

$$l_{\text{різ}} = 29,285 \text{ мм}; l_1 = 7 \text{ мм}; L_{\text{р.х}}^{\text{VI}} = 36,285 \text{ мм.}$$

Сумарна глибина різання і подачі (з коректуванням по паспорту верстата)
(карта 1 і 2, [6]).

Позиція III

- поздовжній супорт: $\sum t = t_1 + t_2 = 3,56 + 5,9 = 9,46 \text{ мм}, S_o = 0,8 \text{ мм/об.}$

Позиція V

- поздовжній супорт: $\sum t = t_5 + t_6 = 4,56 + 0,74 = 5,3 \text{ мм}, S_o = 0,6 \text{ мм/об.}$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MP.ПМК-199.00.000 ПЗ

Арк.

$K_{\mu v}$ – коефіцієнт, який враховує поправку на якість заготовки;

K_{ov} – коефіцієнт, який враховує поправку на вид обробки;

K_{uv} – коефіцієнт, який враховує поправку на матеріал ріжучої кромки різця;

K_{nv} – коефіцієнт, який враховує поправку на стан поверхні заготовки;

$K_{\phi v}$ – коефіцієнт, який враховує поправку на головний кут в плані.

Значення вище перерахованих коефіцієнтів взяті з табл.1÷6, 17, 18, с.261÷271 [4]. Результати розрахунків зводимо в табл.1.12.

Розрахункова частота обертання n_p шпинделів на позиціях, прийнята n_{np} і дійсна швидкість різання V_{np} наведені в таблиці 1.12.

Таблиця 1.12 – Розрахунок швидкості різання

№ поз.	№ різця	C_v	T , хв.	m	t , мм	x_v	S , мм/об.	y_v	$K_{\mu v}$, мм/об.
3	1	306	148	0,20	3,56	0,15	0,8	0,45	1,875
4	3	350	147	0,20	4,56	0,15	0,5	0,35	1,875
5	5	350	148	0,20	4,56	0,15	0,6	0,35	1,875
5	6	315	148	0,20	0,74	0,15	0,6	0,35	1,875
6	8	350	121	0,20	3,575	0,15	0,6	0,35	1,875
№ поз.	№ різця	K_{uv}	K_{nv}	ϕ_1^o	$K_{\phi v}$	K_{rv}	$\frac{V_n, м/хв.}{V_{np}, м/хв.}$	$\frac{n_p, об./хв.}{n_{np}, об./хв.}$	D , мм
3	1	1,0	0,8	10	1,0	1,0	$\frac{154,4}{154,4}$	$\frac{200,2}{200}$	244,98
4	3	1,0	0,8	10	1,0	1,0	$\frac{196,4}{192,4}$	$\frac{204,1}{200}$	306,29
5	5	1,0	0,8	10	1,0	1,0	$\frac{184,0}{192,4}$	$\frac{191,2}{200}$	306,29
5	6	1,0	1,0	10	1,0	1,0	$\frac{272,0}{193,2}$	$\frac{351,9}{250}$	246
6	8	1,0	0,8	10	1,0	1,0	$\frac{229,0}{238,4}$	$\frac{240,2}{250}$	303,55

Розрахункова частота обертання шпинделя на позиціях:

$$n_p = \frac{1000V_p}{\pi D},$$

де V_p – розрахункова швидкість різання, м/хв.;

D – діаметр обробки, мм.

					<i>MP.ЛМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

По розрахункових значеннях n_p уточнюємо паспортні дані верстату n_{np} , а потім прийняту швидкість різання: $V_{np} = \frac{\pi D \cdot n_{np}}{1000}$,

де D – діаметр обробки, мм.

n_{np} – прийнята кількість обертів шпинделя, об./хв.

Розрахункові величини наведені в табл.1.4.

Визначення машинного часу обробки по найбільшій довжині робочого ходу супортів на позиціях:

- позиція III: $T_M = \frac{L_{p.x}^{III}}{n \cdot S_o} = \frac{205,2}{200 \cdot 0,8} = 1,28$ хв.;

- позиція IV: $T_M = \frac{205,2}{250 \cdot 0,5} = 1,04$ хв.;

- позиція V: $T_M = \frac{205,2}{250 \cdot 0,6} = 1,368$ хв.;

- позиція VI: $T_M = \frac{36,285}{250 \cdot 0,4} = 0,36$ хв.

Встановлюємо машинний час роботи верстату. Він рівний максимальному машинному часу на позиціях: $t_M = T_{M \max} = T_M^V = 1,368$ хв.

Проведемо коректування (зменшення) частот обертання шпинделя і подач на не лімітованих позиціях (III, IV, VI):

- позиція III: $S_o = \frac{L_{p.x}^{III}}{t_M \cdot n} = \frac{205,2}{1,368 \cdot 200} = 0,75$ мм/об.;

- позиція IV: $n = \frac{L_{p.x}^{IV}}{t_M \cdot S_o} = \frac{104}{1,368 \cdot 0,5} = 152$ 1/хв. приймаємо $n_{np} = 150$ об./хв.;

- позиція VI: $n = \frac{L_{p.x}^{VI}}{t_M \cdot S_o} = \frac{36,285}{1,368 \cdot 0,4} = 66,3$ 1/хв. приймаємо $n_{np} = 63,5$ 1/хв.

Проведемо вирівнювання тривалості роботи поздовжніх і поперечних супортів на позиціях V:

$$\frac{L_{p.xнов}^V}{S_{онов}} = n = \frac{L_{p.xнон}^V}{S_{онон}}$$

Оскільки $L_{p.xнов}^V > L_{p.xнон}^V$, то можна зменшити величину подачі поперечного супорта:

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\frac{205,2}{0,6} = 342 = \frac{36,285}{S_{\text{онон}}},$$

$$S_{\text{онон}} = \frac{36,285}{342} = 0,106 \text{ мм/об.}$$

По паспорту верстата приймаємо $S_{\text{онон}} = 0,1 \text{ мм/об.}$

Визначаємо швидкість і потужність різання для кожного інструменту наладки (з врахуванням відкоректованих чисел шпинделя) по позиціях.

$$\text{Швидкість різання за формулою: } V_o = \frac{\pi D \cdot n_o}{1000},$$

результати розрахунку зводимо в табл. 1.13.

Визначаємо сумарну потужність різання по всіх інструментах наладки (карти 7, 16, [6]).

По таблицях визначаємо табличну потужність різання $N_{\text{табл}}$ (по глибині t і подачі S_o) і поправочні коефіцієнти на потужність $K_{\mu N}$ і $K_{\gamma N}$.

Результати зведемо в табл. 1.13.

різець	n , об/хв.	D , мм	V , м/хв.	S , мм/об.	t , мм	γ	$N_{\text{табл}}$, кВт	K_{μ}	K_{γ}	$N_{\text{різ}}$, кВт
1	200	244,98	153,9	0,75	3,56	10°	6,5	1,0	1,0	6,5
2	200	303,55	190,7	0,75	5,9	10°	13,5	1,0	1,0	13,5
3	150	306,29	144,3	0,5	4,56	10°	5,5	1,0	1,0	5,5
4	150	303,55	143,0	0,5	5,9	10°	7,8	1,0	1,0	7,8
5	250	306,29	240,6	0,6	4,56	10°	10,0	1,0	1,0	10,0
6	250	246	193,2	0,6	0,74	10°	4,1	1,0	1,0	4,1
7	250	303,55	238,4	0,1	3,575	10°	3,4	1,0	1,0	3,4
8	63,5	303,55	60,6	0,1	3,575	10°	1,8	1,0	1,0	1,8

Сумарна потужність різання для всієї наладки:

$$\sum N_{\text{різ}} = \sum_{i=1}^{\infty} N_i = 6,5 + 13,5 + 5,5 + 7,8 + 1,0 + 4,1 + 3,4 + 1,8 = 52,6, \text{ кВт.}$$

Потужність приводу верстата 1A286-6: $N = 75 \text{ кВт}$; $\mu = 0,8$;

$$N_{\text{ум}} = 75 \cdot 0,8 = 60 \text{ кВт}; \quad \sum N_{\text{різ}} < N_{\text{ум}} \quad (52,6 < 60)$$

Тобто коефіцієнт використання потужності верстату:

$$K_N = \frac{N_P}{N_M} = \frac{\sum N_{\text{різ}}}{\eta \cdot N_M} = \frac{52,6}{0,8 \cdot 75} = 0,877.$$

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5.3.3 Розрахунок режимів різання розрахунково-аналітичним методом

для фрезерної операції 030

Обробка ведеться на фрезерному верстаті моделі UWF 10 ($N = 5$ кВт) ширина фрезерування:

$$B = \frac{305,42 - 241,75}{2} = 31,84 \text{ мм};$$

довжина фрезерування – $L = 198$ мм.

Вибираємо фрезу і встановлюємо її геометричні розміри. Приймаємо прорізну дискову фрезу: $D = 250$ мм; $B = 4$ мм; $d = 32$ мм; $Z = 160$ мм по ГОСТ 2679-73 (табл.86, с.182, [4]). Матеріал фрези – P18. геометричні параметри: $\gamma = 10^\circ$; $\gamma = 20^\circ$; $\varphi_1 = 1,2^\circ$ (додаток 2 аркуш 21, [6]).

Встановлюємо глибину різання. Глибина різання рівна ширині обробки $t = 31,84$ мм.

Встановлюємо подачу на один зуб фрези $S_z = 0,02$ мм/зуб (табл.35, с.284, [4]).

Період стійкості фрези $T = 150$ хв. (с.204, [6]). Допустимий знос зубів фрези по задній площі $h_3 = 0,4$ мм (с.372, [6]).

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \cdot D_q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_o, \text{ м/хв.},$$

де m, x, y, u, p – показники степенів;

$K_v = K_{\mu v} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$ – загальний поправочний коефіцієнт;

$K_{\mu v}$ – коефіцієнт, що враховує поправку на якість заготовки;

K_{nv} – коефіцієнт, що враховує поправку на стан поверхні заготовки;

K_{uv} – коефіцієнт, що враховує поправку на матеріал ріжучої кромки різального інструменту (фрези);

C_v – коефіцієнт, що характеризує оброблюваний матеріалі умов обробки;

D – діаметр фрези, мм;

T – стійкість фрези, хв.;

S_z – подача на зуб, мм/зуб;

B – товщина фрези, мм;

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Z – кількість зубів фрези, шт.

Всі дані вибираємо з літератури:

$C_v = 53$; $x = 0,3$; $\gamma = 0,2$; $m = 0,2$; $q = 0,25$; $u = 0,2$; $p = 0,1$ (табл. 39, с.287, [4]);

$$K_{\mu v} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_6} \right)^{nv} = \left(\frac{750}{\sigma_6} \right)^{0,9}, \text{ (табл. 1,2, с.261, [4]);}$$

$$K_{\mu v} = K_r \cdot \left(\frac{750}{400} \right)^{0,9} = 1,76 \text{ (}\sigma_6 = 400 \text{ МПа для сталі 15);}$$

$K_{nv} = 0,1$ (табл. 5, с.263, [4]) – без корки;

$K_{uv} = 1,0$ (табл. 6, с.263, [4])

$$V = \frac{53 \cdot 250^{0,25} \cdot 1,76 \cdot 1 \cdot 1}{150^{0,2} \cdot 31,84^{0,3} \cdot 0,02^{0,2} \cdot 160^{0,1} \cdot 4^{0,2}} = 55,74, \text{ м/хв.},$$

Частота обертання шпинделя:

$$n' = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 73,56}{3,14 \cdot 250} = 70,98 \text{ хв}^{-1},$$

приймаємо $n = 80 \text{ хв}^{-1}$.

Дійсна швидкість різання

$$V_q = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 80}{1000} = 62,83 \text{ м/хв.}$$

Сила різання при фрезеруванні:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot Z}{D^q \cdot n^\omega} \cdot K_{\mu p}, \text{ Н}$$

де C_p – коефіцієнт, що характеризує оброблюваний матеріал;

n – число обертів шпинделя, об/хв.;

$C_p = 68,2$; $x = 0,86$; $\gamma = 0,72$; $m = 0,2$; $q = 0,86$; $u = 1,0$; $n = 0,2$; $\omega = 0$ (табл. 41, с.291, [4]);

$K_{\mu p}$ – коефіцієнт, що враховує поправку на якість заготовки;

$$K_{\mu p} = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,3} = 0,828$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 62,2 \cdot 31,84^{0,3} \cdot 0,02^{0,72} \cdot 4^{0,2} \cdot 0,828 \cdot 160}{250^{0,8} \cdot 80} = 1665, \text{ Н}$$

Потужність при фрезеруванні (с.282 [4]):

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

$$N_c = \frac{P_z \cdot V \cdot n}{1020 \cdot 60} = \frac{1665 \cdot 62,8 \cdot 2}{1020 \cdot 60} = 3,4 \text{ кВт,}$$

$n = 2$ – кількість одночасно працюючих шпинделів.

Провіряємо достатність потужності приводу верстату при $\eta = 0,8$:

$$N_{ум} = 5 \cdot 0,8 = 4 \text{ кВт,}$$

$N_{рз} < N_{ум}$, тобто обробка можлива.

$$\text{Машинний час: } T_M = \frac{L}{S_M} = \frac{l + y + \Delta}{S_Z \cdot Z \cdot n} = \frac{198 + 85 + 85}{0,02 \cdot 160 \cdot 80} = 10,67,$$

де L – довжина фрезерування, мм;

$$y = \Delta = 85 \text{ мм;}$$

S_M – подача, мм/хв.

Режими різання для обробки решти поверхонь розраховуємо табличним методом (таблиця 1.14).

Таблиця 1.14 – Розрахунок режимів різання табличним методом

№ Оп.	№ переходу	Зміст операції (переходу)	S_Z , мм/об.	Матеріали ріжучої частини інструменту	D , мм	t , мм	S_M , мм/хв.	K_ρ	S_o , мм/об.	$S_{мпр}$, мм/хв.	V_{MT} , м/хв.	$K_{\mu\nu}$	K_{nv}
							$S_{опр}$, мм/об.			$S_{он}$, мм/хв.			
035	1	фрезерування	0,07	T15K6	160	2	230	1	0,35	250	380	1	1
050	1	розточування	-	T15K6	241,75	1,08	0,25	1	0,25	0,25	276	1	1
060	1	шліфування	-	14A40СП6К	305	0,416	1200	1	0,9	1200	50	1	1
070	1	гочіння	-	T15K6	300	6	0,28	1	0,28	0,28	95	1	1
	2	гочіння	-	T15K6	300	1,05	0,28	1	0,28	0,28	302	1	1
	3	гочіння	-	T15K6	305	1	руч.	=	-	руч.	-	-	-
	4	гочіння	-	T15K6	241	5	руч.	-	-	руч.	-	-	-
	5	розточування	-	T15K6	278	18	0,09	1	0,09	0,09	66	1	1
	6	гочіння	-	T15K6	300	6	0,28	1	0,28	0,28	45	1	1
	7	гочіння	-	T15K6	300	1,05	0,28	1	0,28	0,28	302	1	1
	8	гочіння	-	T15K6	305	1	руч.	-	-	руч.	-	-	-
	9	гочіння	-	T15K6	241	5	руч.	-	-	руч.	-	-	-
080	1	свердління	-	P18	7,8	3,9	0,1	1	0,1	0,1	15	1	1
	2	розверчування	-	P18	8	0,1	0,25	1	0,25	0,2	12	1	1
	3	свердління	-	P18	25	12,5	0,35	1	0,35	0,3	28	40	40
	4	фрезерування	0,07	T15K6	160	1,0	220	1	0,28	200	370	1	1
	5	фрезерування	0,10	P18	40	2,0	294	1	0,56	250	59	1	1
	6	зенкування	-	P18	30	2,5	0,7	1	0,7	0,7	13,4	0,7	1
095	1	розточування	-	T15K6	242	0,296	0,1	1	0,1	0,08	167	1	1

Арк.

МР.ПМК-199.00.000 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Продовження таблиці 1.14

$K_{\gamma v}$	V , м/хв.	n , хв. ⁻¹	h_{np} , м/хв. ⁻¹	V_{np} , м/хв.	N_{piz} , кВт	$K_{\mu N}$	N_{piz} , кВт	N_{umt} , кВт	l , мм	l_1 , мм	L_{piz} , мм	T_o , хв.	№ карт, [б]
-	380	590	710	356	1,1	1,15	1,27	7,5	396	9,5	405,5	1,68	108, 109, 111
1	276	363	400	303	3,4	1,0	3,4	8,7	198	2	200	2,0	7, 6, 3
-	50	1210	1210	50	2,2	1,0	2,2	5,3	178,75	8	186,75	4,0	[7]
0,84	798	85	80	75,4	2,4	1,0	2,4	9,5	29,1	2	31,1	1,56	18, 19, 7
1	302	320	320	302	2,9	1,0	2,9	9,5	346	2	33,6	0,4	3, 6, 7
-	-	-	320	306	2,9	1,0	2,9	9,5	1	2	3	0,1	7
-	-	-	320	242	2,4	1,0	2,4	9,5	5	2	7	0,2	7
1	66	80	80	66	1,0	1,0	1,0	9,5	18	5	23	3,59	7, 6, 3
0,84	79,8	85	80	75,4	2,4	1,0	2,4	9,5	23,1	2	31,1	1,56	18, 19, 7
1	302	320	320	302	2,9	1,0	2,9	9,5	31,6	2	33,6	0,4	3, 6, 7
-	-	-	320	306	2,9	1,0	2,9	9,5	1	2	3	0,1	7
-	-	-	320	242	2,4	1,0	2,4	9,5	5	2	7	0,2	7
-	15	560	560	15	0,8	1,0	0,8	6,4	15	5	20	1,44	41, 42, 43, Д
-	12	380	350	10	0,4	1,0	0,4	6,4	15	5	20	1,36	62, 63, 64
-	28	356	350	23	1,3	1,0	1,0	6,4	15	15	30	0,28	41, 42, 43
-	370	736	710	356	1,1	1,0	1,1	6,4	178	9,5	187,5	0,94	108, 109, 111
-	59	470	440	55	1,3	1,0	1,3	6,4	150	11	161	0,64	150, 151, 152
-	9,4	99	100	9,4	5,9	1,0	5,9	6,4	2,5	6	8,5	0,12	58, 59, 77
1	167	220	250	211	2,4	1,0	2,4	15,2	178	2	180	9,0	7, 6, 3

1.6 Аналіз точності обробки

Вихідні дані:

Визначити точність розточування поверхні $\varnothing 242H7^{+0,046}$.

Матеріал деталі – сталь 15Л ДСТУ 8781:2018. Бабіт Б83.

Обладнання – горизонтально-розточний верстат моделі 2А622.

Розточити інструмент – розточний різець Т15К6, з геометрією ріжучої частини $\varphi = 60^\circ$; $r = 1$ мм; $\gamma = 10^\circ$; $\alpha = 10^\circ$; $\lambda = 0^\circ$; $\varphi_1 = 10^\circ$.

Глибина розточування $t = 0,296$ мм.

Частота обертання $n = 250$ хв.⁻¹.

Настройка ведеться по пробним деталям.

Похибками форми в осьовому напрямку від розмірів спрацювання і теплової деформації нехтуємо, бо розміри відносно невеликі в порівнянні з довжиною деталі і ці похибки частково комплектуються.

Схема технологічного розмірного ланцюга наведена на листі 1 графічної частини проекту.

													Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>МР.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>								

Похибка від радіального биття шпинделя

$$\Delta' b_R = \frac{a'}{2} = \frac{0,010}{2} = 0,005 \text{ мм (табл.40, с.99 [5])}.$$

Загальна похибка форми від геометричних неточностей верстату:

$$\Delta_R^b = \Delta_R^{b'} + \Delta_R^{b''} + 0,05 + 0,006 = 0,011 \text{ мм.}$$

Похибка настроювання системи ВПІД на отримання заданого розміру

$$\Delta H_R = \sqrt{\left(\frac{\Delta_{\text{вим}}}{2}\right)^2 + \Delta p^2},$$

де похибка вимірювання при використанні в якості вимірювального засобу головки вимірювальної пружинної (мікроіндикатора) 10ИРП: $\Delta_{\text{вим}} = 0,003$ мм (табл.15, с.470, [4]), похибка регулювання положення різця при наладці різця на розмір в поперечному напрямку по індикаторному упору з ціною поділки приладу 0,0001 мм:

$$\Delta p = 0,002 \text{ мм (табл.43, с.106, [5])},$$

$$\Delta H_R = \sqrt{\left(\frac{0,003}{2}\right)^2 + 0,002^2} = 0,0025, \text{ мм}$$

Похибка від зміни деформації системи ВПІД викликаних внаслідок зміни сил різання, викликаних зміною глибини різання від t_{max} до t_{min} :

$$\Delta y = 11 C_p \cdot \rho^{x_{py}} \cdot \nu^{n_{py}} \cdot K_p (t_{\text{max}}^{x_{py}} - t_{\text{min}}^{x_{py}}) \cdot 10,$$

де $C_p = 243$; $x_{py} = 0,9$; $y_{py} = 0,6$; $n_{py} = -0,3$; $K_{\phi k} = 0,77$; $K_{\eta p} = 1,0$; $K_{\lambda p} = 1,0$; $K_{r p} = 0,82$; $K_{\mu p} = 1,0$ (табл.10, 22, 23, с.265, 273÷275, [4]);

податливість верстату $\omega = 0,678 \cdot 10^{-4}$ мм/Н (табл.4, с.29, [3]);

$$\Delta y = 11 \cdot 243 \cdot 0,1^{0,6} \cdot 211^{-0,3} \cdot 0,77 \cdot 0,82 (0,296^{0,9} - 0,14^{0,9}) \cdot 0,0678 = 0,9 \text{ мкм} = 0,0009 \text{ мм.}$$

Похибка миттєвого розсіювання розмірів

$$\Delta_{MH.R} = 1,2 \cdot \sqrt{\Delta_{HR}^2 + \Delta_y^2} + \Delta_{BR} = 1,2 \cdot \sqrt{0,0025^2 + 0,0009^2} + 0,011 = 0,013, \text{ мкм};$$

$$\Delta_{MH} = 2 \cdot \Delta_{MHR} = 2 \cdot 0,0013 = 0,0026, \text{ мм.}$$

Похибка розмірного спрацювання різця:

$$\Delta_i = -u_o \left(1 + \frac{\nu \tau}{1000}\right),$$

де u_o – відносне спрацювання різця; $u_o = 1,5 \text{ мкм} = 0,0015 \text{ мм}$ (табл.7, с.113, [5]);

					<i>MP.ЛМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta_i = -1,5 \left(1 + \frac{211}{1000} \tau \right) = -1,5 - 0,316\tau .$$

Похибка від теплової деформації різця ΔT . Оскільки обробка (розточка) проводиться по бабіту, а дані по визначенню ΔT для цього матеріалу відсутні, то згідно [8] вплив теплових деформацій враховують збільшенням Δ_{MH} на 10÷15%.

В цьому випадку ΔT – систематична похибка (постійна)

$$\Delta T = 0,15 \quad \Delta_{MH} = 0,15 \cdot 0,026 = 0,0039 \text{ мм.}$$

Результати розрахунку систематичної похибки зведені в табл.1.15.

Таблиця 1.15 – Результати розрахунку систематичної похибки

τ , хв.	0	2	4	8	12	16	20	4	60	80
Δ_i	0	-2,13	-2,77	-4,03	-5,30	-6,56	-7,83	-14,16	-20,49	-26,82
Δ_T	0	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
$\Delta_{сист} = Z(\Delta_i - \Delta_m)$	0	3,53	2,27	-0,26	-2,80	-6,56	-7,86	-20,52	-33,18	-45,84
Для графіка	-3,53	0	-1,27	-3,80	-6,33	-8,86	-11,39	-24,05	-36,71	-49,47

Будуємо теоретичну діаграму точності обробки (див.лист1 графічної частини). З діаграми визначаємо технологічну стійкість інструменту $T_T = 33,8$ хв., оскільки економічна стійкість інструменту $T_e = 60$ хв., $T_e > T_T$, то загальна похибка обробки за діаграмою:

$$\Delta_{сум} = T_D = 46 \text{ мм.}$$

Налагоджувальний розмір $d_{налаз}$ при симетричному розміщенні поля розсіювання рівний:

$$\begin{aligned} d_{налаз} &= d_{\max} - 0,5 \cdot \Delta_{MH} - \Delta_{сист. \min} - \frac{T - \Delta_{сум}}{2} = \\ &= 242,046 - 0,5 \cdot 0,026 - 0,00353 - \frac{0,046 - 0,046}{2} = 242,029 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Час обробки до зміни різця:

$$T_{зм} = \frac{T_T \cdot (T_0 + T_{пер})}{T_0} = \frac{3,38(9 + 0,44)}{9} = 35,4 \text{ хв.}$$

Питома вага первісних похибок обробки в загальній похибці обробки визначаємо по формулі:

$$C_j = \frac{\Delta_j}{\Delta_{сум}} \cdot 100\% ,$$

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

де $\Delta_j - j-i$ – похибки.

Результати розрахунку зводимо в таблицю 1.16.

Таблиця 1.16 – Питома вага первісних похибок в загальній похибці обробки

Позначення похибки	Δ_b	Δ_H	Δ_y	Δ_{MH}	Δ_i	Δ_T	$\Delta_{сум}$
Значення похибки	0,022	0,005	0,0018	0,026	0,0132	0,0039	0,020
$C_j, \%$	47,8	10,8	3,9	56,2	28,7	8,5	43,8

Будуємо гістограму похибок обробки (див. лист 1 графічної частини). З гістограми видно, що домінуючою похибкою обробки є похибка миттєвого розсіювання розмірів – Δ_{MH} .

1.7 Нормування технологічного процесу

Виробництво середньосерійне. Число деталей в партії $n = 331$ шт. (див.п.1.3).

Технологічні норми часу для масового і серійного виробництва визначаються розрахунково-аналітичним методом.

Для серійного виробництва визначають штучно-калькуляційний час:

$$T_{ш.к} = T_{шт} + \frac{T_{н.з.}}{n_0}, \text{ хв.}$$

де $T_{шт}$ – норма штучного часу;

$$T_{шт} = T_o + T_{дон} + T_{абс} + T_{пер}, \text{ хв.};$$

де T_o – основний технологічний час:

$T_{дон}$ – допоміжний час;

$$T_{дон} = T_{вст} + T_{упр} + T_{вим}, \text{ хв.},$$

де $T_{вст}$ – час на встановлення та зняття деталі, якщо він не перекривається основним часом;

$T_{упр}$ – час на управління верстатом;

$T_{вим}$ – час на вимірювання, якщо він не перекривається основним часом;

$T_{абс}$ – час на обслуговування робочого місця;

$$T_{абс} = T_{тек} + T_{орз},$$

де $T_{тек}$ – час на технічне обслуговування в серійному виробництві;

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T_{орз}$ – час на організаційне обслуговування робочого місця задається в % від

оперативного часу: $T_{опр} = T_o + T_{дон}$,

$T_{пер}$ – час нормованих переривів (задається в % від оперативного часу).

Допоміжний час $T_{уст}$ визначаємо по [9], карти 2-17, с.32-62; $T_{унр}$ визначаємо по [9], додаток 8, с. 316-365; $T_{вим}$ визначаємо по [9], карта 19, с.71-72, карта 24, с.86, карти 27-28, с.95-102, карта 31-32, с.108-112, карти 54-55, с.141-143; час нормованих переривів $T_{пер}$ визначаємо по [9] карти 88, с.203.

Розрахунок часу зведено в табл.1.17.

Таблиця 1.17 – Нормування технологічного процесу

Номер і назва операції	Основний час T_o , хв.	Допоміжний час $T_{дон}$, хв.			Оперативний час $T_{опер}$, хв.	Час обслуговування $T_{абс} = T_{тек} + T_{орз}$
		$T_{уст}$	$T_{унр}$	$T_{вим}$		
015 Токарна напівавтоматна	1,368	перек.	0,02	перек.	1,388	6,5% $T_{он} = 0,09$
025 Токарна напівавтоматна	4,74	перек.	0,02	перек.	4,76	6,5% $T_{он} = 0,31$
030 Фрезерна	8,59	1,5	0,36	0,22	10,67	4,5% $T_{он} = 0,48$
035 Вертикально-фрезерна	1,68	0,38	0,27	0,22	2,55	3,5% $T_{он} = 0,08$
050 Горизонтально-розточна	2,0	0,38	0,55	0,18	3,11	4,5% $T_{он} = 0,14$
060 Круглошліфувальна	4,0	0,83	0,06	0,39	5,28	10% $T_{он} = 0,53$
070 Токарна	8,11	0,83	0,45	0,43	9,86	4% $T_{он} = 0,39$
080 Свердлильно-фрезерна з ЧПК	4,58	0,38	0,04	0,18	5,18	3,5% $T_{он} = 0,18$
095 Горизонтально-розточна	9,0	0,38	0,55	0,18	10,11	4,5% $T_{он} = 0,45$

Продовження таблиці 1.17

Номер і назва операції	Штучний час $T_{шт}$, хв.	Підготовчо-заклучний $T_{п.з.}$	Час нормованих переривів $T_{пер}$	Розмір партії h , шт.	Штучно-калькуляційний час, $T_{шт.к}$, хв.
015 Токарна напівавтоматна	1,53	37	4% $T_{он} = 0,06$	331	1,64
025 Токарна напівавтоматна	5,26	37	% $T_{он} = 0,19$	331	5,37
030 Фрезерна	11,58	43	4% $T_{он} = 0,43$	331	11,71
035 Вертикально-фрезерна	2,74	38	4% $T_{он} = 0,10$	331	2,85
050 Горизонтально-розточна	3,37	32	4% $T_{он} = 0,12$	331	3,47
060 Круглошліфувальна	6,02	39	4% $T_{он} = 0,21$	331	6,14
070 Токарна	10,61	34	4% $T_{он} = 0,39$	331	10,71
080 Свердлильно-фрезерна з ЧПК	5,57	38	4% $T_{он} = 0,21$	331	5,68
095 Горизонтально-розточна	10,91	37	4% $T_{он} = 0,40$	331	11,08
					$\Sigma \approx 57,65$

2 Конструкторська частина

Розрахунок і проектування пристроїв

2.1 Пристрій токарний

(див аркуш 3 графічної частини) – МР.ПМК–199.03.00.000 СК

Пристрій призначений для закріплення і одночасної обробки двох деталей на планшайбі верстату BASIC 170 SUPER на операції 070.

Деталь в пристрої обробляється за два установи. На першому установі за технологічні бази приймаємо площину розломів вкладишів, лівий (або правий) оброблений торець технологічного бурта і зовнішня поверхня $\varnothing 305k6$. На другому установі за технологічні бази приймаємо: площину роз'єму вкладишів, чисто оброблений після відрізка технологічного бурта, торець деталі і зовнішня поверхня $\varnothing 305k6$.

Колова сила різання буде мати максимальне значення при відрізанні бурта (див. табл. 1.15) (при $N_{\text{різ}} = N_{\text{max}}$ і $V = V_{\text{min}}$);

$$P_{z \text{ max}} = P_{z1} = \frac{60 \cdot N_{\text{різ}} \cdot 1000}{V} = \frac{60 \cdot 2,4 \cdot 1000}{75,4} = 1910 \text{ H}$$

Сила затиску пристрою (табл.1[12]);

$$P_3 = \frac{K \cdot M}{n \cdot R \cdot f_1},$$

де $K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$ (див. п. 3.1);

$K_0 = 1,5$; $K_1 = 1,0$ – коефіцієнт оброблюваної поверхні;

$K_2 = 1,15$; $K_3 = 1,5$ – коефіцієнт переривності різання;

$K_4 = 1,5$ – коефіцієнт постійності затиску при ручному затиску;

$K_5 = 1$; $K_6 = 1$: отже

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,1 = 3,88$$

$M = P_{z \text{ max}} \cdot R$ – крутний момент:

$f_1 = 0,2$ – коефіцієнт тертя $n = 2$ – число кулачків

$$P_3 = \frac{3,88 \cdot 1910 \cdot 0,305 \cdot 2}{2 \cdot 2 \cdot 0,305 \cdot 0,2} = 18527 \text{ H}$$

					<i>МР.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Зусилля затиску P_3 на поверхні заготовки створюється за рахунок важеля гвинтовим механізмом. Зусилля на осі гвинта.

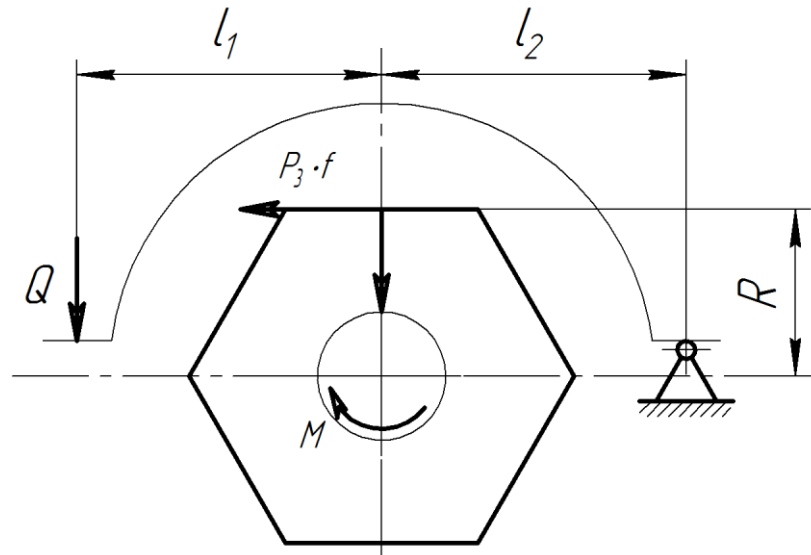


Рисунок 2.1 - Схема розташування зусилля на осі гвинта.

$$Q = \frac{P_3 \cdot l_2}{l_1 + l_2} = \frac{18527 \cdot 200}{200 + 200} = 9263,5 \text{ Н}$$

Розрахунок гвинтового з'єднання

Необхідно визначити зусилля P , яке необхідно прикласти до стандартного ключа при закручуванні гайки. Орієнтована довжина ручки стандартного ключа $L = 15d$ (с. 55 [13]); коефіцієнт тертя в різьбі і на торці гайки $f = 0,15$; внутрішній діаметр різьби $d = 22,051 \text{ мм}$ (табл. 3.1 [13]); кут підйому різьби:

$$\beta = \arctg \frac{P}{\pi d_2} = \arctg \frac{3}{3,14 \cdot 22,051} = 2^\circ 28' 42''$$

Для матеріалу болта (сталь 20) границя текучості $\sigma_T = 250 \text{ МПа}$ (с.56 [13])

Крутний момент, який необхідно прикласти до гайки, щоб викликати необхідне зусилля затяжки (с.42 [13]):

$$T = Q \cdot [D_{cp} f | 2 + d_2 \text{tg}(\beta + \phi^1) | 2]$$

де $D_{cp} = (D_1 + d_0) / 2 \approx 1,4d = 1,4 \cdot 24 = 33,6 \text{ мм}$ (різьба М24), середній діаметр поверхні тертя по торцю гайки:

$$y_1 = \arctg f_1 - \text{приведений кут тертя в різьбі}$$

					<i>МР.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\left(f_1 = \frac{f}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{0,15}{\cos \frac{60^\circ}{2}} = 0,1732 \right)$$

$$\varphi^1 = \arctg 0,1732 = 9^\circ 49' 30''$$

$$T = 9263,5 \left[\frac{0,0336 \cdot 0,15}{2} + \frac{0,022051 \cdot \operatorname{tg}(2^\circ 28' 42'' + 9^\circ 49' 30'')}{2} \right] = 100,6 \text{ Нм}$$

Напруження в різьбі болта:

$$\sigma = \frac{4Q}{\pi d_p^2},$$

де розрахунковий діаметр болта:

$$d_p = d - 0,94 \cdot p = 24 - 0,94 \cdot 3 = 21,18 \text{ мм}$$

$$\sigma = \frac{4 \cdot 9263,5}{3,614 \cdot 0,02118} = 557000 \text{ Па} = 0,557 \text{ МПа}$$

Робоче зусилля на рукоятці ключа довжиною $L = 360 \text{ мм}$

$$P_p = \frac{T}{L} = \frac{100,6}{0,360} = 279,4 \text{ Н}$$

Будова пристрою (див. аркуш 3 графічної частини). Пристрій складається з фланця 2, на якому закріплені шпильки 1, на яких шарнірно закріплені хомути 3, на болті 7 і осях 9. Хомути 3 стягуються шпилькою 5 і гайками 20. До фланця під'єднаний опорний фланець 4.

Розрахунок пристрою на точність

Оскільки в результаті операції проходить формування довжини вкладиша $L = 178_{-0,3} \text{ мм}$ (див. рис. 2.2) то враховуючи те, що регулювання (установка) положення різця при налазці на розмір в поперечному напрямку проходить на верстаті по лімбу 3 з ціною поділки 0,05 мм, то похибка настройки (допуск настрою вального розміру L_n) становить (табл.43, ст.108 [5]), $T_n = 0,015 \text{ мм}$.

					<i>МР.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

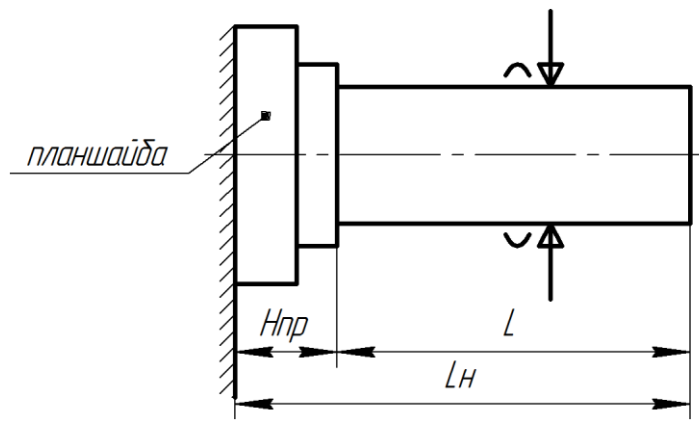


Рисунок 2.2 – Схема розмірного ланцюга.

Установча висота приспособлення (конструктивна)

$H_{np} = 30\text{мм}$, її граничні розміри:

$$L_H = H_{np} + L = 30 + 178 = 208\text{мм}$$

$$H_{np,max} = L_{H,max} - L_{min} = 208,015 - 177,8 = 30,215\text{мм}$$

$$H_{np,min} = L_{min} - L_{H,max} = 208,015 - 178 = 30\text{мм}$$

Звідси допуск на установочний розмір пристрою:

$$TH_{np} = H_{np,max} - H_{np,min} = 30,215 - 30 = 0,215\text{мм}$$

Пристрій на виконуваний розмір впливає через паралельність виконавчих поверхонь опор до основи.

Допустима похибка пристрою [14]:

$$[E_{np}] = \frac{T}{1,2} - \sqrt{(0,85 \cdot E_6)^2 + E_3^2 + (0,85\omega)^2}$$

Похибка базування $E_6 = 0$, оскільки технологічна і конструкторська бази співпадають, $E_3 = 0$ (основна складова сили закріплення напрямлена паралельно до горизонтальних виконавчих поверхонь опор, економічна точність обробки) $\omega = 150\text{мкм}$ (табл.24,ст.70 [3]).

$$[E_{np}] = \frac{200}{1,2} - \sqrt{0 + 0 + (0,85 \cdot 150)^2} = 39\text{мкм}$$

$[E_{np}]$ доцільно задати як допуск $[C_{np}]$ паралельності з врахуванням можливого спрацювання виконавчих поверхонь одного фланця (опорного) 4 до основи фланця 2 пристрою: $C = 0,7[C] = 0,7 \cdot 39 = 27\text{мкм}$

Запас на опрацювання опорної поверхні

$$[C] - C = 39 - 27 = 12\text{мкм}$$

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

2.2 Пристрій розточний

(див аркуш 4 графічної частини) – МР.ПМК–199.04.00.000 СК

Пристрій призначений для розточування вкладиша на операції 050 верстат мод. 2А622.

За технологічні бази приймається база (площина) роз'єму фланця і зовнішньої поверхні циліндра $\varnothing 305k6$.

Колова сила різання (див.табл.1.15)

$$P_{\text{різ}} = \frac{60 \cdot N_{\text{різ}} \cdot 100}{v} = \frac{6 \cdot 10^4 \cdot 3,4}{303} = 673 \text{ Н}$$

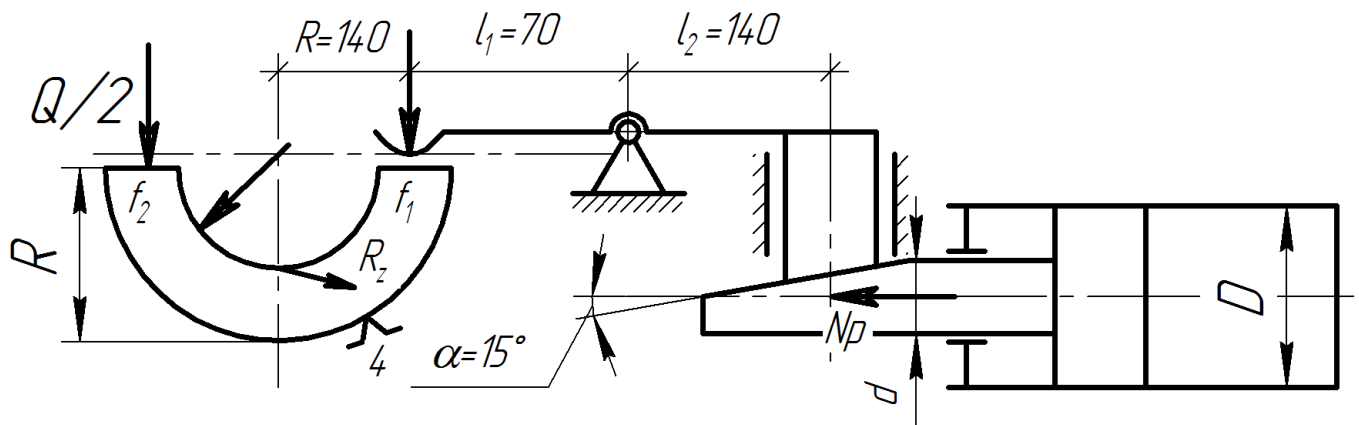


Рисунок 2.3 – Розрахункова схема розточного пристрою

Розрахункова схема пристрою приведена на рис. 2.3 момент різання M_p і осьова сила P_x допомагають змістити заготовку вздовж осі: осьова складова сили різання (табл.42 с. 292 [4]):

$$P_x = 0,55P_z = 0,55 \cdot 673 = 370 \text{ Н}$$

Розрахунок сили затиску пристрою

За силу затиску пристрою приймаємо (табл.1 [12]): одне з більших значень:

$$Q = \frac{KP_z \cdot r}{f_1 \cdot R} \quad \text{або} \quad Q = \frac{KP_x}{f_2}$$

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

$K_0 = 1,5$; $K_1 = 1,2$ – (чорнового розточування по бабіту);

$K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,2$ – різання перерване;

$K_4 = 1,3$ – (пнемо-привід односторонньої дії);

$K_5 = 1,0$; $K_6 = 1,0$ (с.85.[3]);

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 = 2,8$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МР.ПМК-199.00.000 ПЗ				

$$Q = \frac{2 \cdot 8 \cdot 673 \cdot 0,24175}{2 \cdot 0,16 \cdot 0,14} = 10198H;$$

$$Q = \frac{2,8 \cdot 370}{0,16} = 6475H,$$

приймаємо $Q = 10198H$.

Зусилля на другому плечі важеля

$$W = \frac{Q \cdot l_1}{l_2 \cdot \eta} = \frac{10198 \cdot 70}{140 \cdot 0,85} = 5999H,$$

де $\eta = 0,85$ – к. к. д. важеля.

Зусилля на вході клиноплунжерного механізму при куті плунжера $\alpha = 8^\circ$

$$P = N \cdot I,$$

де $i = 3,14$ (табл. 14, с. 88 [3]) передавальне відношення сили і переміщення в клиноплунжерному механізмі;

$$P = 5999 \cdot 3,14 = 18836H.$$

Необхідний діаметр поршня пневмоциліндра при діаметрі штоку $d = 30\text{мм}$ і тиску в пневмокамері $p = 6\text{атм} = 6 \cdot 10^5 \text{Па}$.

$$P = P \frac{\pi D^2}{4}, \text{ звідси } D = \sqrt{\frac{4P}{\pi p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 18836}{3,14 \cdot 6 \cdot 10^5}} = 0,1999\text{м}.$$

Приймаємо $D = 200\text{мм}$.

Розрахунок слабкої ланки пристрою

Такою являється важіль. Розрахункова схема навантаження важеля приведена на рис. 2.4.

Максимальний згинаючий момент на опорі 2

$$N_{max} = N \cdot l_2 = 5998 \cdot 0,14 = 840H \cdot m$$

Момент опору січення важеля по опорі 2 (див рис. 2.4)

$$W = \frac{h^2(B-b)}{6}$$

Конструктивно: $h = 55\text{мм}$ і $b = 30\text{мм}$; $B = 70\text{мм}$

$$W = \frac{0,55^2(0,70 - 0,030)}{6} = 2 \cdot 0,17 \cdot 10^{-5} \text{м}^3$$

					<i>MP.ЛМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

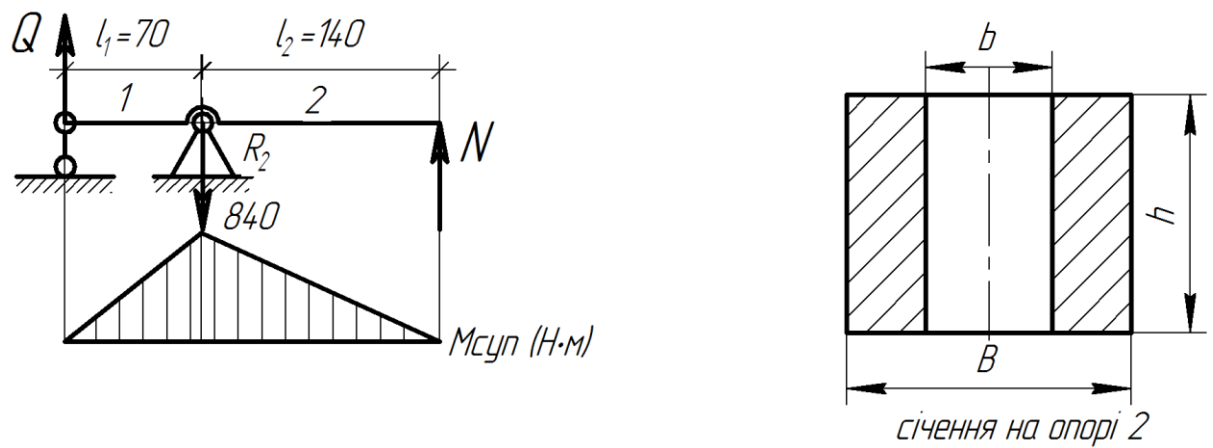


Рисунок 2.4 – Розрахункова схема навантаження важеля.

Напруження в січenni:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{840}{2,017 \cdot 10^{-5}} = 4,6 \cdot 10^6 \text{ Па} = 41,6 \text{ МПа}$$

При матеріалі прихвату сталь 30 ГОСТ1050-88, $\sigma_s = 550 \text{ МПа}$ допустимі напруження на згин:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_s}{hb} = \frac{550}{3} = 283 \text{ МПа}$$

$\sigma < [\sigma]$ – міцність забезпечення.

Розрахунок пристрою на точність

Пристрій одномісний однопозиційний. На виконуваний розмір він впливає через паралельність межі ножа по степені до площини основи пристрою і через циліндричність поверхні ножа по сталі.

Допустима похибка пристрою.

$$[E_{np}] = \frac{T}{1,2} - \sqrt{(0,85E_0)^2 + E_3^2 + (0,82\omega)^2},$$

похибка базування в пристрої $E_0 = 0$, оскільки конструкторська і технологічна бази співпадають; $E_3 = 0$ (установочна поверхня співпадає з поверхнею відліку витриманого розміру в напрямку витриманого розміру: $\omega = 40 \text{ мкм}$ табл. 4 с. 70 [3]).

Витримуваний розмір $\varnothing 241,75 \text{ Н}9_{(+0,115)}$.

Допуск $T = 115 \text{ мкм}$

$$[E_{np}] = \frac{115}{1,2} - \sqrt{0 + 0 + (0,85 \cdot 40)^2} = 61 \text{ мкм}$$

					МР.ПМК-199.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$[E_{np}]$ доцільно задавати як допуск $[C]$ паралельності осі ножа постелі до поверхні основи пристрою і циліндричності поверхні ножа.

З врахуванням спрацювання

$$C = 0,7[C] = 61 \cdot 0,07 = 43 \text{ мкм}$$

Знос на спрацювання опор:

$$[C] - C = 61 - 43 = 18 \text{ мкм}$$

Розділимо величину C на дві частини:

$C_1 = 8 \text{ мкм}$ – допуск циліндричності при високій (C) геометричній точності розмірів при необхідності забезпечення високої точності посадки і контролю розмірів (табл. 2.19, 2.20, 2.18 [15]) при 9 квалітету допуску розміру.

Тоді допуск паралельності:

$$C_2 = 42 - 8 = 35 \text{ мкм.}$$

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Імітаційне дослідження роботи розточного пристрою

Для проведення імітаційного моделювання розточного пристрою для вкладишів застосовано програмний модуль Simulation. Simulation є модулем програми SolidWorks.

SolidWorks Simulation – універсальний інструмент для аналізу методом кінцевих елементів.

Модуль SolidWorks Simulation дозволяє проводити інженерні розрахунки і моделювати різні впливи навколишнього середовища на проєктований виріб.

Основними типами аналізу, що можуть бути проведені в SolidWorks Simulation є:

- лінійний;
- втомний;
- нелінійний;
- тепловий;
- частотний;
- аналіз виробів з пластмаси і гуми;
- динамічний.

Лінійний аналіз дозволяє інженерам швидко і ефективно перевірити якість, продуктивність і безпеку виробу ще на створенні його розроблення.

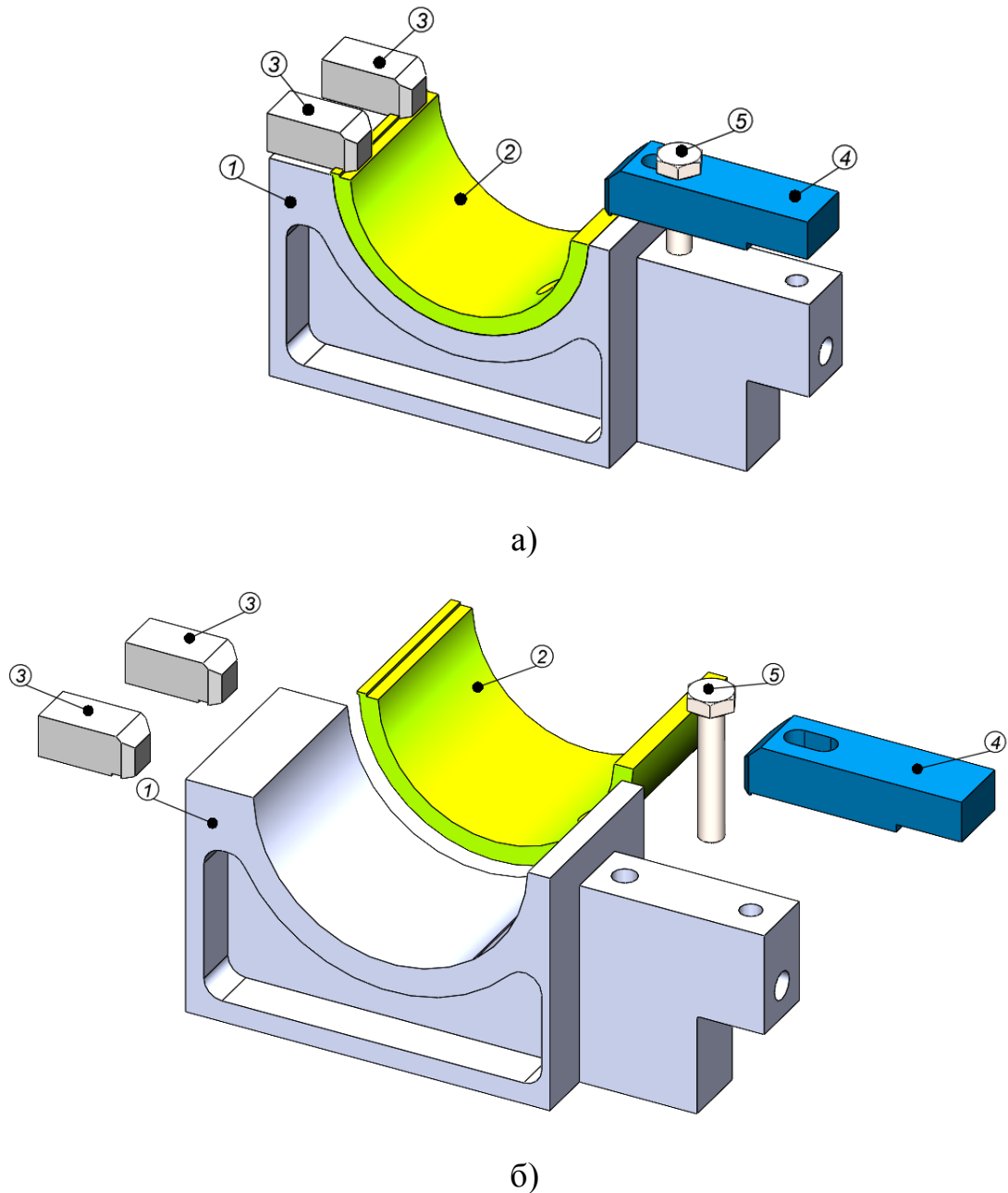
Застосування SolidWorks Simulation може бути невід'ємною частиною процесу розроблення, що знижує потребу в дорогих прототипах, виключає доопрацювання виробу, а також економить час і витрати на його розроблення.

Моделювання у модулі Simulation здійснюється методом аналізу скінченних елементів (FEA) – дискретизація проєктованих компонентів в тверде тіло, оболонку або балковий елемент, що використовує лінійний аналіз напружень для визначення реакції деталей і вузлів під впливом: сили; тиску; прискорення; температури. Також під час дослідження враховується контакт між компонентами виробу.

Для проведення досліджень повинні бути відомими характеристики матеріалів деталей виробу. Їх можна вибирати як із стандартної бази даних SolidWorks CAD, так і вносити у ручному режимі попередньо вибравши їх із довідників.

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Отже, для проведення дослідження розточного пристрою, спочатку побудовано його тривимірну модель (рис. 3.1). Для спрощення розрахунку, тобто зменшення витрати потужностей ПК та часу, модель пристрою для дослідження спрощено. Залишено тільки ті деталі пристрою, які визначають його працездатність. Також, варта зауважити, що у цьому дослідженні буде проведено верифікацію результатів аналітичних розрахунків пристрою з результатами імітаційного моделювання методом скінченних елементів.



а) – зібрана модель; б) – окремо показані деталі

1 – підставка; 2 – вкладиш; 3 – планка опорна; 4 – притискач; 5 – болт

Рисунок 3.1 – Тривимірна модель притискача

					<i>МР.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункову схему, що використовується під час імітаційного моделювання подано на рисунку 3.2.

Отже, як видно з рисунку 2, на розрахунковій схемі пристрою відсутні болти, що притискають опорні планки 3 до підставки 1 та вкладиша 2. Їх відсутність на схемі пояснюється слабким ПК, на якому проводилось дослідження, а також можливістю їх заміни відповідними обмеженнями та контактами.

Контакти компонентів були використані тільки двох типів (відповідно до налаштувань програми Simulation:

– "контакт" – контакт деталей, при якому деталі не проникають одна в одну, та можна задавати коефіцієнт тертя між ними;

– "зв'язані" – у програмі розглядається як контакт деталей, ніби склеєних. Фактично програма сприймає дві деталі за таким контактом як одну цілу.

На рисунку 3.2 також показано, які контакти застосовано для деталей у досліджуваному пристрої. Коефіцієнт тертя прийнято рівним 0, оскільки і під час аналітичних розрахунків він не враховувався.

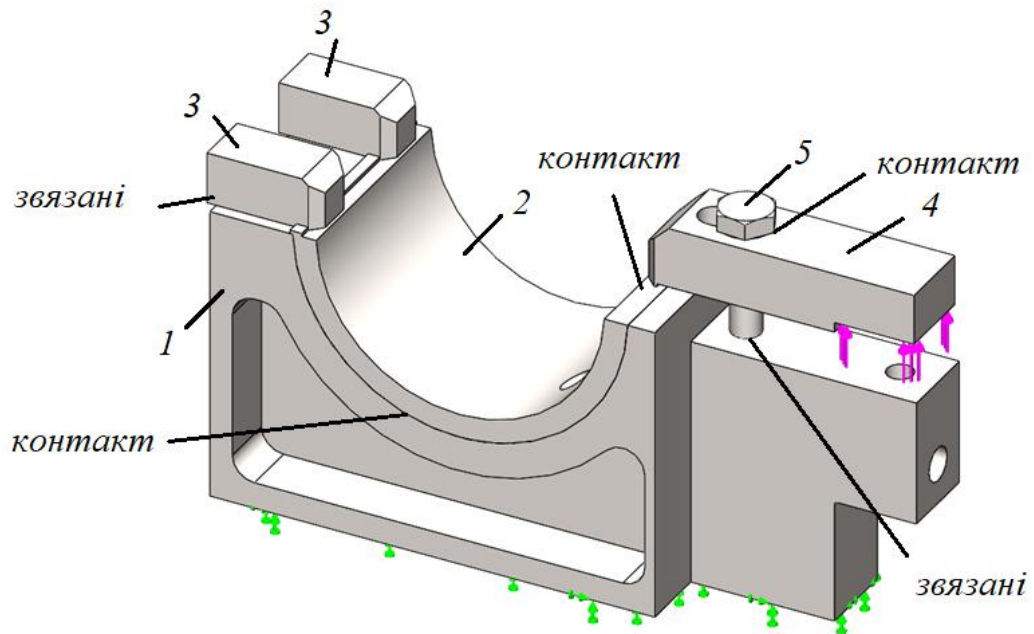


Рисунок 3.2 – Розрахункова схема розточного пристрою

Навантаження, прикладене до досліджуваної моделі складало 5998 Н. Прикладання навантаження відбувалося так, як показана на рисунку 3.2.

					MP.ПМК-199.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сітку скінченних елементів, на яку розбито досліджувану модель, показано на рисунку 3.3.

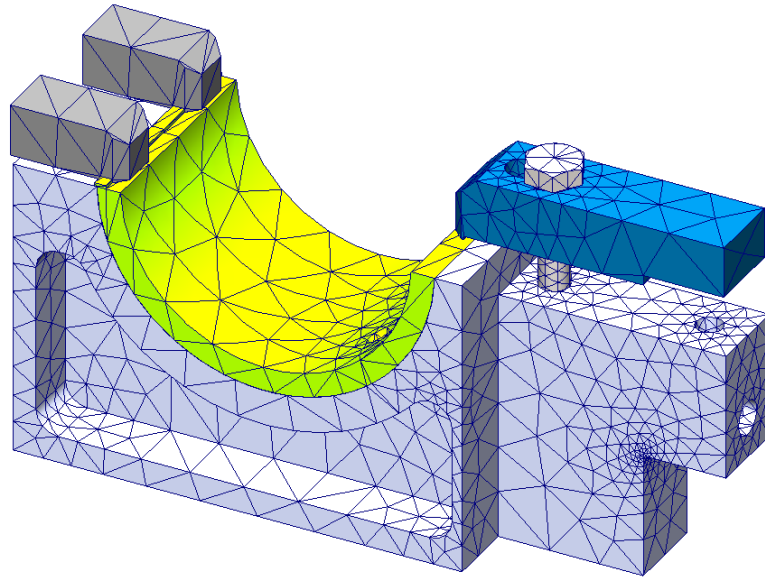


Рисунок 3.3 – Сітка скінченних елементів

У результатів розрахунку отримані наступні результати: розподіл еквівалентних напружень; деформація; переміщення; розподіл контактної тиску та зусилля реакції.

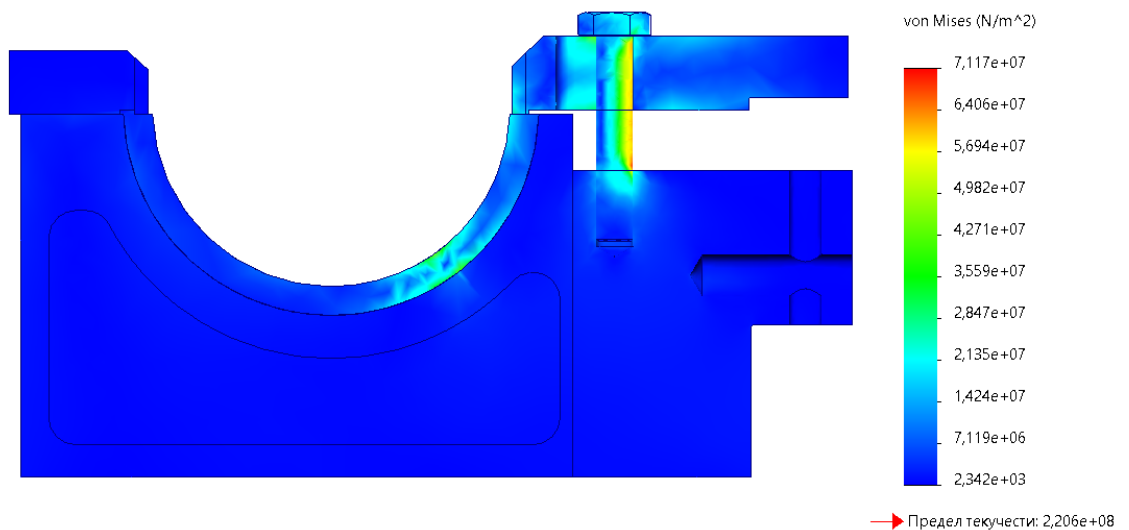


Рисунок 3.4 – Розподіл еквівалентних напружень у поперечному перерізі пристрою

Максимальне значення еквівалентних напружень рівне 71 МПа. Концентрація напружень відбувається у тілі болта. Оскільки за такої схеми болт працює на позацинровий розтяг, то напруження більшої величини спостерігаються у правій його частині відносно осі. Варта зауважити, що для виготовлення деталей пристрою

					МП.ПМК-199.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

можна використовувати багато марок сталей, границя текучості яких є більшою 71 МПа із врахуванням потрібного коефіцієнту запасу міцності.

На рисунку 3.5 зображено деформації елементів пристрою, а на рисунку 3.6 – переміщення.

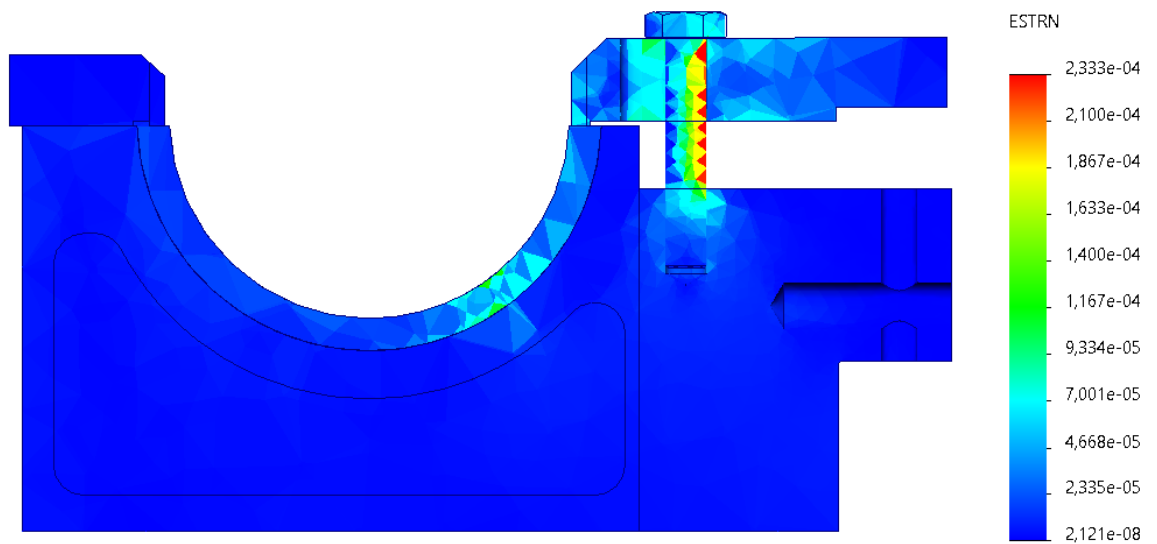


Рисунок 3.5 – Деформація в елементах пристрою

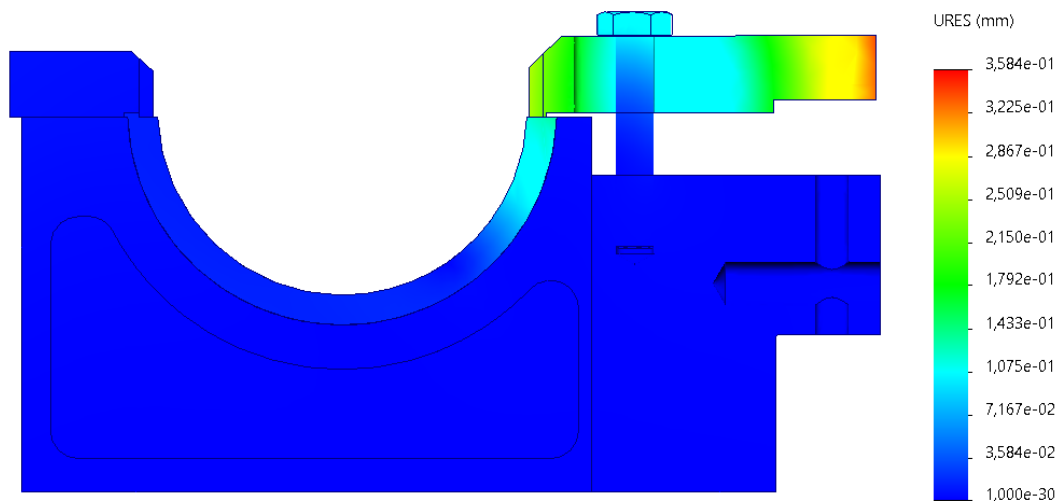


Рисунок 3.6 – Переміщення в елементах пристрою

Згідно розрахункової схеми, максимальне значення переміщення спостерігається у деталі 4 (притичкач) та складає 0,36мм. Варта звернути увагу на те, що зазори між деталями пристрою у початковий момент їх контакту під час імітаційного моделювання відсутні.

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

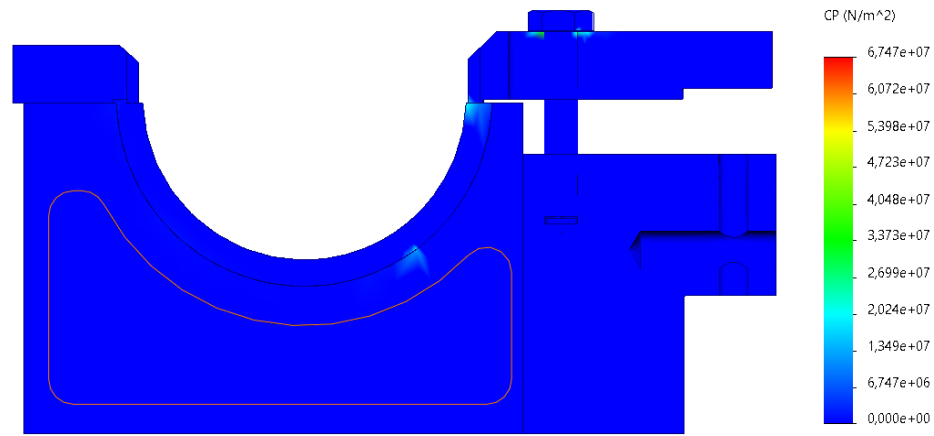


Рисунок 3.7 – Розподіл та величини контактної тиску

Максимальне значення контактної тиску між деталями у досліджуваній моделі пристрою складає 64 МПа.

Для верифікації результатів, отриманих аналітичним способом та імітаційним моделюванням визначено зусилля притискання вкладиша 3 притискачем 4. На рисунку 3.8 показано напрями та величини зусиль. Отже, величина зусилля притискання вкладиша згідно імітаційного дослідження складає 10050 Н, а при аналітичному дослідженні – 10198 Н. Різниця в результатах складає 148 Н, що у відсотках – 1,45.

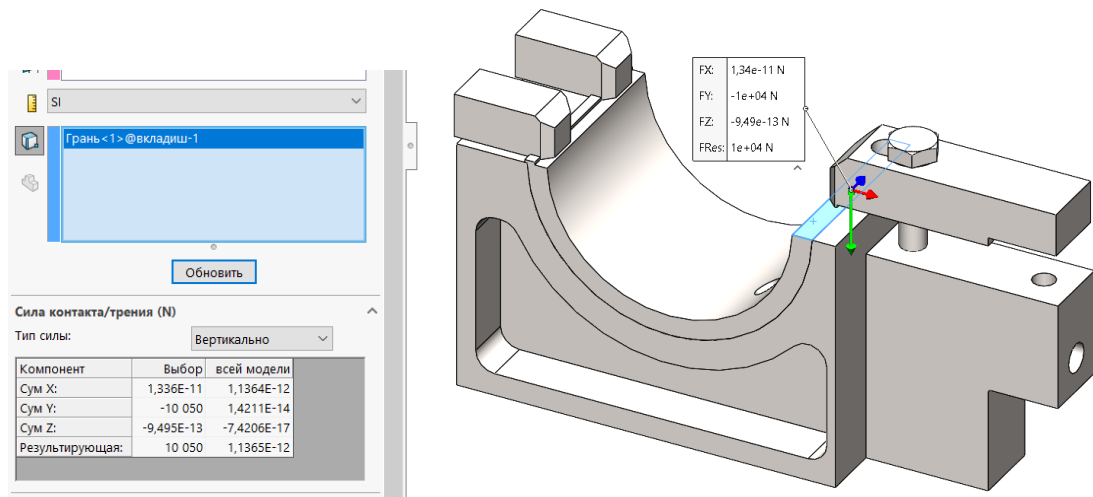


Рисунок 3.8 – Напрями та величини зусиль притискання вкладиша притискачем

Висновки.

Максимальні еквівалентні напруження спостерігаються у болті пристрою, але оскільки до нього прикладається позацентрове зусилля, то напруження локалізуються з однієї сторони болта відносно його осі. Величина напружень (максимальна) 71 МПа є доволі незначною для більшості матеріалів, тому навіть коли використовувати болти найменших груп міцності, то їх міцності буде цілком достатньо.

Переміщення, за яких виникають вищенаведені величини еквівалентних напружень, складають 0,36 мм.

Верифікація (порівняння) результатів, отриманих аналітичним способом та імітаційним моделюванням показала різницю у 148 Н (1,45 %).

					<i>MP.ПМК-199.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

В даній магістерській роботі розроблений і обґрунтований технологічний процес виготовлення вкладиша РМЦ 5673.00.009 в умовах середньо-серійного виробництва.

В процесі проектування проведено конструкторсько-технологічний аналіз деталі та базового технологічного процесу, в результаті чого обґрунтовано застосуванням заготовки виготовленої відцентровим литвом, верстатів з ЧПК, а також застосовано пристрої з механізованим приводом (токарний, розточний), складальні креслення котрих приведені в графічній частині. Крім цього, в графічній частині приведено графіки, діаграми та схеми до аналізу точності обробки поверхні, карти налагодження та схеми до імітаційного дослідження роботи розточного пристрою в програмному модулі Simulation програми SolidWorks .

Проектований технологічний процес, для котрого пораховані припуски, режими різання та норми часу приведені в додатку у вигляді комплекту технологічної документації у відповідності до норм ЄСТД.

Техніко-економічними розрахунками підтверджено економічну вигідність впровадження у виробництво запропонованого технологічного процесу.

					<i>МР.ЛМК-99.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

- 1 Медвідь М.В., Шабайкович В.А. Теоретичні основи технології машинобудування: Видавниче об'єднання "Вища школа". Видавництво при Львівському державному університеті, Львів, 1976-300с.
- 2 Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсове проектування по технології машинобудування – Минск: Высшая школа, 1983-256с.
- 3 Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х томах т.2 (Под. ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.- М: Машиностроение, 1985-656с.)
- 4 Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х томах т.2 (Под. ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М: М. Машиностроение 1985 – 656с.)
- 5 Косилова А. Г., Мещеряков Р.К. Калишин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: Справочник технолога,- М: Машиностроение,1976-288с.
- 6 Общемашиностроительные нормативы режимов на обработку металлов резаньем. Ч I (токарные, фрезерные, сверлильные, расточные станки), М1983.
- 7 Обработка металлов резанием: Справочник технолога (Под. ред. А.А. Панова – М: Машиностроение 1988 – 736с.)
- 8 Сторож Б.Д. та інші. Методичні вказівки по виконанні технічної частини дипломного проекту для студентів спеціальності 1201. – Івано-Франківськ. 1990.
- 9 Общемашиностроительные нормативы времени на станочные работы при обработке металлов резаньем. Серийное производство. – М: ВНИИТ, 1982.
- 10 Атрем'єв В.В. та інші. Організація, планування і управління підприємством. Методичні вказівки по економічному обґрунтуванню технічних і організаційних рішень в дипломатичних проектах для студентів спеціальності 1201. Івано-Франківськ, 1990.
- 11 Нефёдов Н.А. Дипломне проектування для машинобудівних спеціальностей технікумів. – М: Машиностроение,1975 – 256с.
- 12 Цимбалістий Я.І., Сторож Б.Д.,Петрина Ю.Д. Методичні вказівки до виконання конструкторської частини дипломних проектів спеціальності 1201. – Івано-Франківськ 1992 – 39с.

					<i>МР.ЛМК-99.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13 Пономарьев М.Я. и др. Сборник задач по деталям машин: Учебное пособие для учащихся техникумов (М.Я. Романов, В.А. Константинов, Н.А. Покровский. – М.: Машиностроение, 1984 – 240с.)

14. Сторож Б.Д., Цимбалістий Я.І., Петрина Ю.Д. Дипломне проектування: Методичні вказівки до виконання конструкторської частини дипломних проектів спеціальності 1201 – Івано-Франківськ, ІФУНГ – 1990 – 40с.

15 Допуск і посадки: Справочник в 2 – х ч.(В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Баришский – 6 – е узд. преобретение и дополнение. – Л.: Машиностроение Ленинградское отделение, 1982. ч.1 – 543с.).

					<i>МР.ЛМК-99.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки

					<i>MP.ЛМК-99.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дубл.														
Взамін.														
Підпис														
									Зм	Ар	№док.	Підпис	Дата	

1 1

І Ф Н Т У Н Г

РМЦ 5673.00.009

10140.00001

Вкладиш корінного підшипника

Н

Кафедра КМВ

***КОМПЛЕКТ
технологічної
документації***

*Технологічний процес
механічної обробки*

деталі

Розробив: Кедик Н.В.

Перевірив: Одосій З.М.

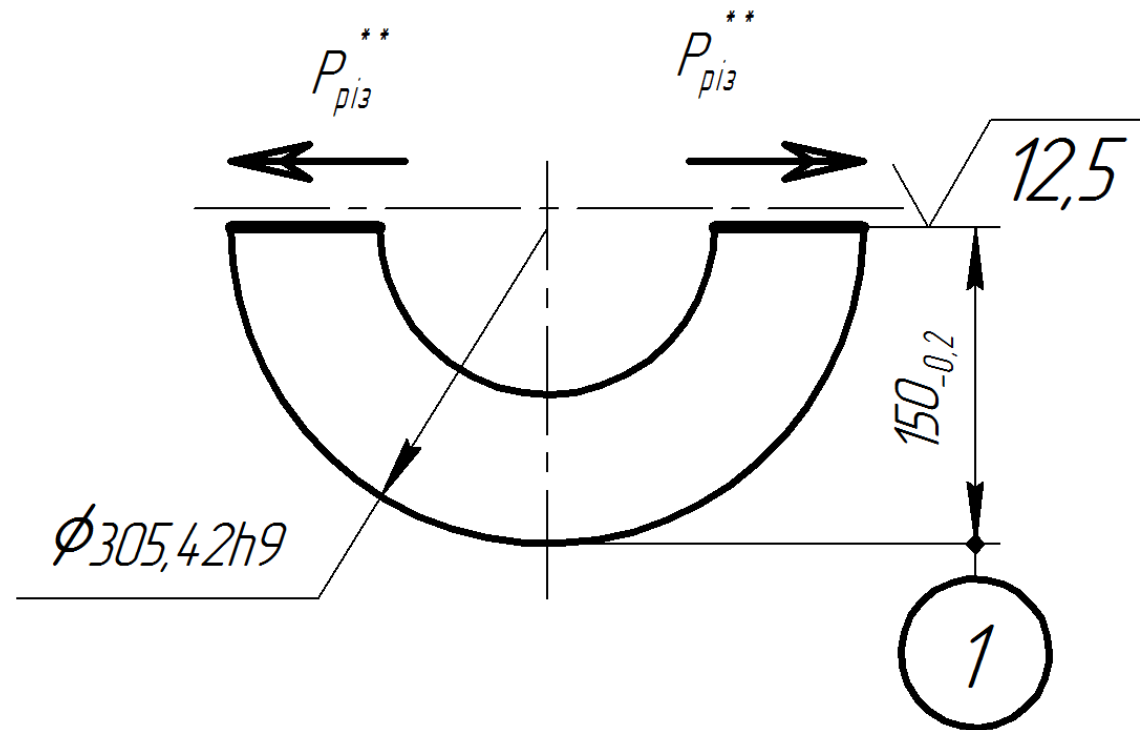
Акт № _____ від "_____" _____ 2022 р.

Дубл.																				
Взамін.																				
Підпис																				
													Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата			
																			2	2
Розробив	Кедик					І Ф Н Т У Н Г	РМЦ 5673.00.009						10140.00001							
Перевірів	Одосій																			
Реценз.																				
Н. контр.	Одосій					Вкладиш корінного підшипника										Н				
А	Цех	Уч	Рм	Опер	Код найменування операції				Позначення документа											
Б	Код найменування операції				См	Проф.	Р	Уп	Кр	Коод	Он	Оп	Кум	Тп.з	Т.шт					
Р					ПИ	D або B		L	t	i	S		n	v						
A01				105	Консерваційна				10П №72-87											
B02					Верстат слюсарний РК-151					2		1	1	1	331	1,0				
03																				
A04				110	Пакувальна				10П №72-87											
B05					Верстат слюсарний РК-085					2		1	1	1	331	1,0				
06																				
A07																				
B08																				
09																				
A10																				
B11																				
12																				
A13																				
B14																				
15																				
A16																				
B17																				
18																				
A19																				
B20																				
21																				
МК															3					

Дубл.															
Взамін.															
Підпис										Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата	
													1	1	
Розробив	Кедик			І Ф Н Т У Н Г	РМЦ 5673.00.009							60141.03501			
Перевірів	Одосій														
Реценз.															
Н. контр.	Одосій			Вкладиш корінного підшипника									Н		
Назва операції			Матеріал		Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри				МЗ	Коод		
035 Вертикально-фрезерна			Сталь 15Л ДСТУ 8781:2018		217 НВ	кг	14,07	Ø322/Ø229,4×207,6				65,7	1		
Обладнання			Позначення програми		To	Tδ	Тп.з	Тшт.	МОР						
VHF 2			N=7000, n=331		1,8	0,7	38	2?,	Укринол-1Т38101107-82						
Р					ПН	Дабо В	L	t	i	S_x	n	v			
O01	А. Встановити, закріпити заготовку. Зняти деталь														
T02	1 Фрезерувати площину стику в р-р. 1														
03	Фреза 2214-0275Т15К6				29,71	198	2,0	1	250	590	356				
O04	ГОСТ 22085-76														
T05	Еталон 85-33-4039.02-01														
T06															
T07	2 Фрезерувати площину стику в р-р. 1														
P08	Фреза 2214-0275Т15К6				29,71	198	2,0	1	250	590	356				
P09	ГОСТ 22085-76														
10	Еталон 85-33-4039.02-01														
O11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
OK													4		

Дубл.														
Взамін.														
Підпис									Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата	

Розробив	Кедик			І Ф Н Т У Н Г	РМЦ 5673.00.009					
Перевірів	Одосій									
Н. контр.	Одосій			Вкладш корінного підшипника						

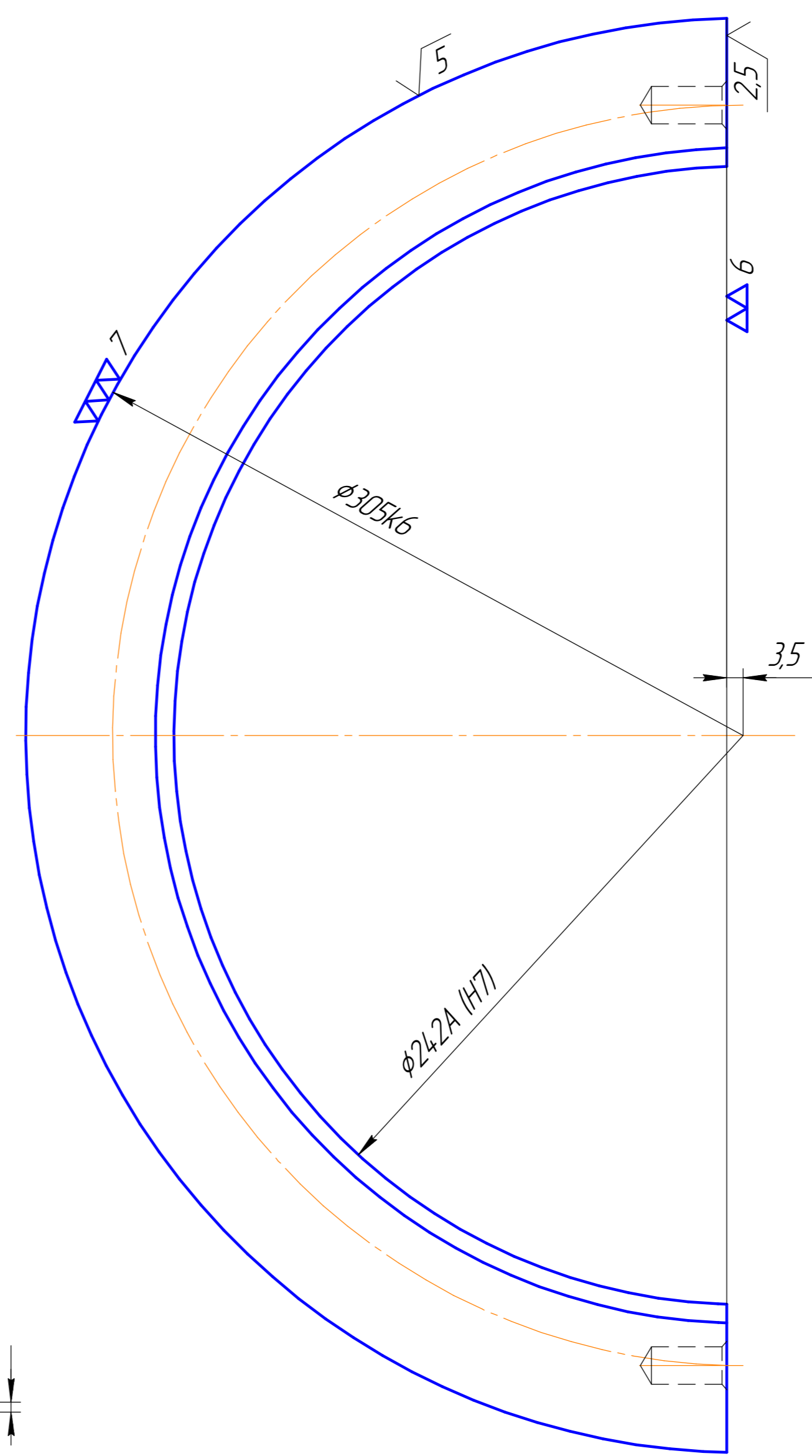
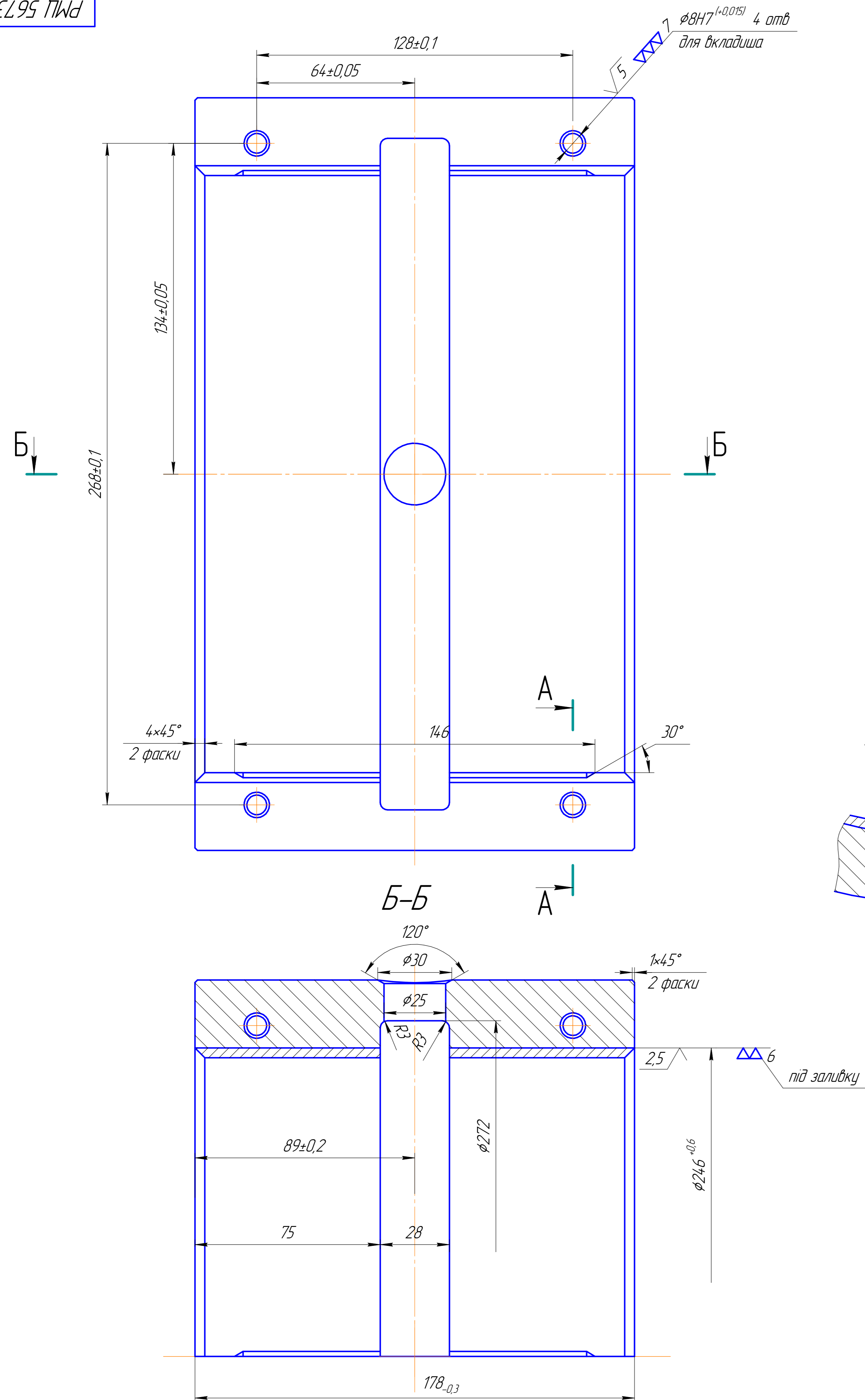


Дубл.															
Взамін.															
Підпис										Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата	
Розробив	Кедик				І Ф Н Т У Н Г	РМЦ 5673.00.009									
Перевірів	Одосій														
					Вкладиш корінного підшипника										
Н. контр.	Одосій														
Назва операції			Матеріал			Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри			МЗ	Конд		
040 Контрольна			Сталь 15Л ДСТУ 8781:2018			217НВ	кє	14,7				7,2			
Номер переходу	Зміст переходу				Пристрій (код, назва)		Вимірювальний інструмент (код, назва)			Відсоток контролю		Особливі відмітки			
	01														
	1.	150 _{0,2}		Пристрій 8533-4039		Еталон 8533-4039.02-01			100%						
02															
03															
04	2.	Шорсткість Ra1,25				Зразки шорсткості 3978-75			20%						
05															
06															
07															
08															
09															
10															
11															
КТК															

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка	
				<u>Документація</u>			
A1			MP.ПМК-199.03.00.000 СК	Складальне креслення			
				<u>Складальні одиниці</u>			
		1	MP.ПМК-199.03.01.000 СК	Втулка	2		
				<u>Деталі</u>			
		2	MP.ПМК-199.03.00.001	Фланець	1		
		3	MP.ПМК-199.03.00.002	Хомут	2		
		4	MP.ПМК-199.03.00.003	Фланець	1		
		5	MP.ПМК-199.03.00.004	Шпилька	1		
		6	MP.ПМК-199.03.00.005	Кожух	1		
		7	MP.ПМК-199.03.00.006	Болт	2		
		8	MP.ПМК-199.03.00.007	Втулка	1		
		9	MP.ПМК-199.03.00.008	Вісь	2		
				<u>Стандартні вироби</u>			
				Болт ГОСТ 7798-70			
		12		M20-6g×45.58.019	6		
		13		M20-6g×95.58.019	6		
		14		Гвинт М6-6g×15.58.019			
				ГОСТ 17473-80	6		
			MP.ПМК-199.03.00.000 ПЗ				
Зм.	Арк	№докум	Підпис	Дата			
Розробив		Кедик			Літ.	Арк	
Перевір.		Одосій			н	1	
Ре ценз.					2		
Н.контр.		Одосій			ПМКм-21-1		
Затв.		Панчук					
Пристрій токарний							

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка		
				<u>Документація</u>				
A1			MP.ПМК-199.04.00.000 СК	Складальне креслення				
				<u>Деталі</u>				
		1	MP.ПМК-199.04.01.000	Кришка	1			
		2	MP.ПМК-199.04.01.000	Кришка	1			
		3	MP.ПМК-199.04.01.000	Поршень	1			
		4	MP.ПМК-199.04.01.000	Кришка	1			
		5	MP.ПМК-199.04.01.000	Ручка	1			
		6	MP.ПМК-199.04.01.000	Ручка	1			
				<u>Деталі</u>				
		10	MP.ПМК-199.04.00.001	Пастіль	1			
		11	MP.ПМК-199.04.00.002	Плита	2			
		12	MP.ПМК-199.04.00.003	Планка опорна	2			
		13	MP.ПМК-199.04.00.004	Прихват	2			
		14	MP.ПМК-199.04.00.005	Кронштейн	2			
		15	MP.ПМК-199.04.00.006	Плита	4			
		16	MP.ПМК-199.04.00.007	Виштовхувач	2			
		17	MP.ПМК-199.04.00.008	Стійка	2			
		18	MP.ПМК-199.04.00.009	Підставка	2			
		19	MP.ПМК-199.04.00.010	Валик	1			
		20	MP.ПМК-199.04.00.011	Стійка	2			
				MP.ПМК-199.04.00.000 ПЗ				
Зм.	Арк	№докум	Підпис	Дата				
Розробив		Кедик			Пристрій розточний	Літ.	Арк	Аркушів
Перевір.		Одосій				н	1	3
Ре ценз.						ПМКм-21-1		
Н.контр.		Одосій						
Затв.		Панчук						

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
		21		Штовхач	1	
		22		Клин	1	
		23		Плита	1	
		24		Тяга	1	
		25		Корпус	1	
		26		Циліндр	1	
		27		Амортизатор	1	
		28		Прокладка	2	
		29		Пружина	1	
		30		Пружина	1	
		31		Упор	2	
		32		Прокладка	4	
		33		Ніпель	1	
		34		Вал	1	
		35		Пружина	1	
		36		Золотник	1	
		37		Шайба	1	
		38		Пробка	2	
				<u>Стандартні вироби</u>		
				Болт ГОСТ 7798-70		
		47		M16-6g×40.58.019	12	
		48		M16-6g×60.58.019	4	
		49		M20-6g×60.58.019	8	
		50		M20-6g×90.58.019	4	
		51		M30-6g×170.58.019	1	
		52		Болт 7002-2599		
				ГОСТ 13152-67	12	
						Арк..
						2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МР.ПМК-199.04.00.000 ПЗ	



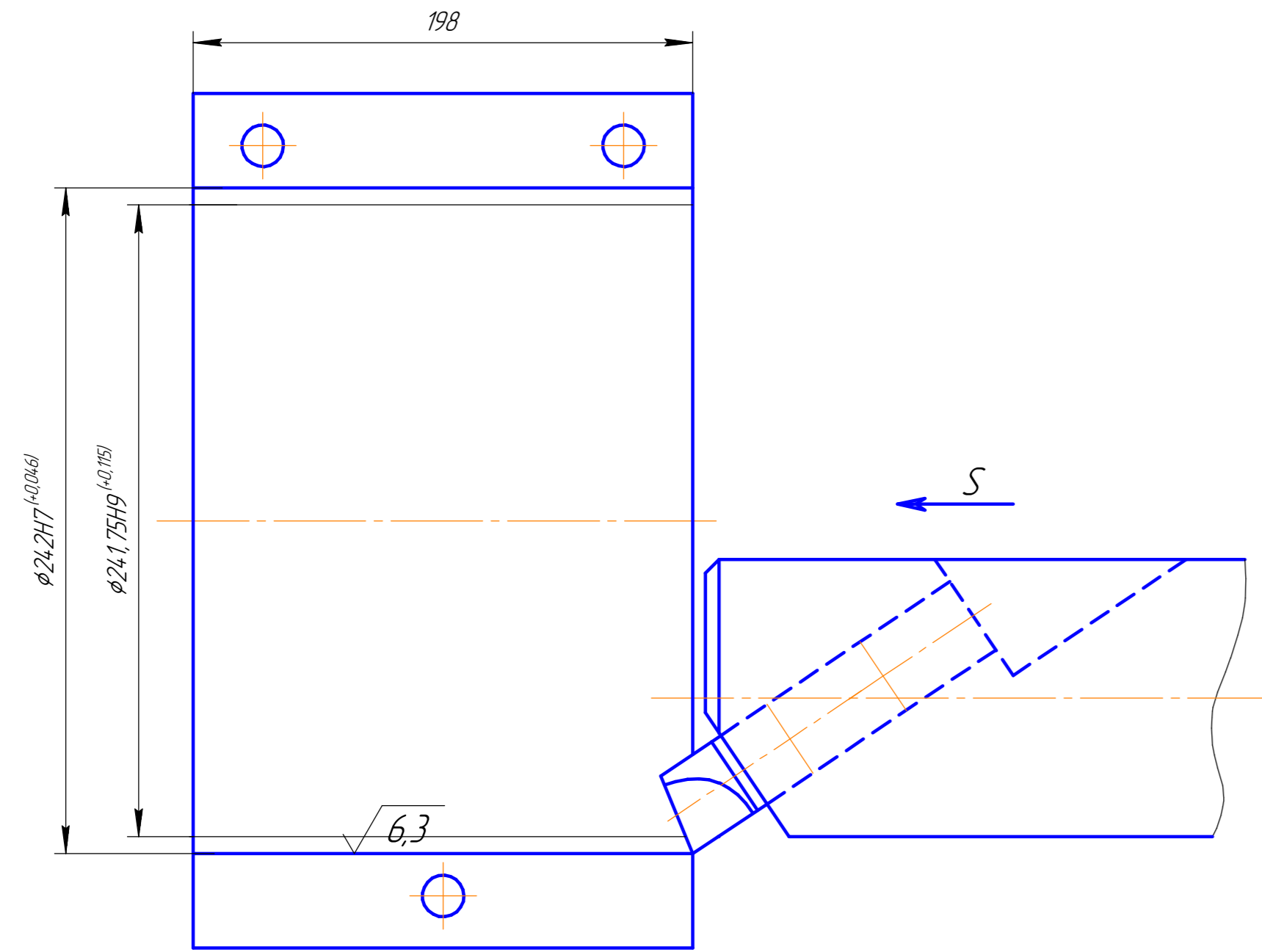
1. Місця під заливку бадітом повинні бути добре очищені, протравлені, облуджені.
2. Заливку проводити центробіжним способом.
3. Бадітова заливка повинна бути щільною, без раковин, тріщин і сторонніх речовин. Відставання і дозаливка бадіту не допускається.
4. При простукуванні легким ударом молотка залитий вкладиш повинен видавати чистий звук.
5. Максимально допустима різноштинність залитого шару бадіту 1 мм.
6. Еліптичність і конусність $\varnothing 24H7$ і $\varnothing 305k6$ в межах їх діаметральних допусків.
7. Ексцентричність $\varnothing 305k6$ відносно $\varnothing 24H7$ не більше 0,03 мм.
8. Непаралельність площин роз'єму не більше 0,03 мм на довжині вкладиша.
9. Гострі кромки притупити R0,6, задирки зачистити.
10. Обробити із спареною деталлю 200-1118.

Примітка: вкладиш виготовляти з припуском 0,3 по внутрішньому діаметру, якщо замовником не задані інші розміри.
 Придатний для зачастин.
 Вага із заливкою 15,039 кг.
 Марка заміник сталі: сталь 15.

Розміри	Номинальний розмір	Ремонтні розміри							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
A	$\varnothing 242A$	$\varnothing 241,5^{-0,045}$	$\varnothing 241,0^{+0,045}$	$\varnothing 240,5^{+0,045}$	$\varnothing 240,0^{-0,045}$	$\varnothing 239,5^{+0,045}$	$\varnothing 239,0^{-0,045}$	$\varnothing 238,5^{+0,045}$	$\varnothing 238,0^{-0,045}$
Б	$\varnothing 246^{+0,6}$	$\varnothing 245,5^{+0,6}$	$\varnothing 245^{+0,6}$	$\varnothing 244,5^{+0,6}$	$\varnothing 244^{-0,6}$	$\varnothing 243,5^{+0,6}$	$\varnothing 243^{+0,6}$	$\varnothing 242,5^{+0,6}$	$\varnothing 242^{+0,6}$
Розмір шийки вала		$\varnothing 241,5_{-0,05}$	$\varnothing 241,0_{-0,05}$	$\varnothing 240,5_{-0,05}$	$\varnothing 240,0_{-0,05}$	$\varnothing 239,5_{-0,05}$	$\varnothing 239,0_{-0,05}$	$\varnothing 238,5_{-0,05}$	$\varnothing 238,0_{-0,05}$

PMЦ 5673.00.009				Лит	Масса	Масштаб
Вкладш карінного підшипника	Н	14,07	1:1	Лист	Листов	1
Вкладш сталь 15/1 ДСТУ 98781:2018	Заливка бадітом Б83 ГОСТ 1370-74		ПМКМ-21-1			
Копіюваль	Формат А1					

Лист № докум. 14,07
 Разраб. Кедик
 Пров. Одасіу
 Т.контр. Одасіу
 Н.контр. Одасіу
 Утв. Панчук



Ескіз обробки

Теоретична діаграма точності обробки

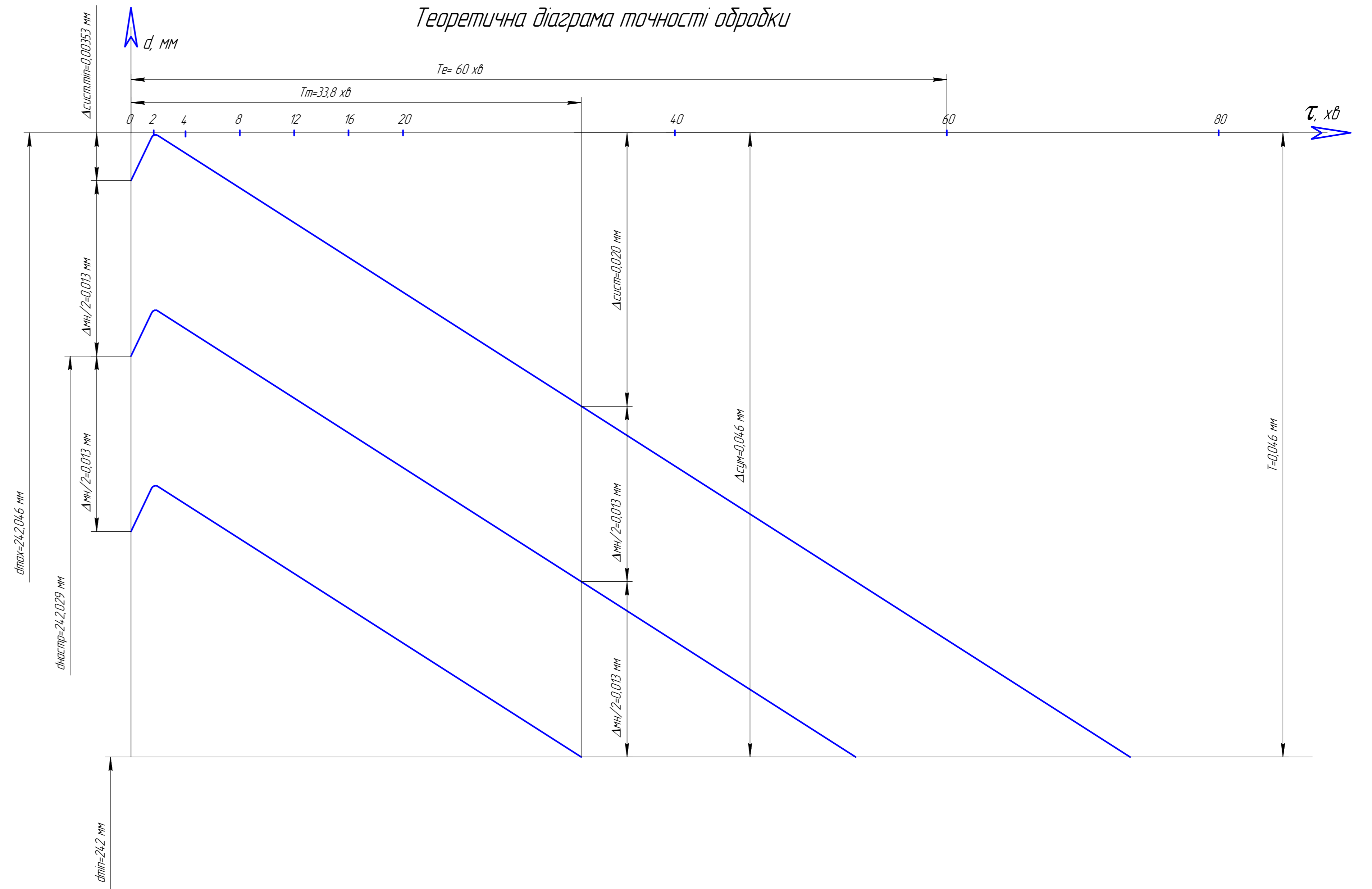
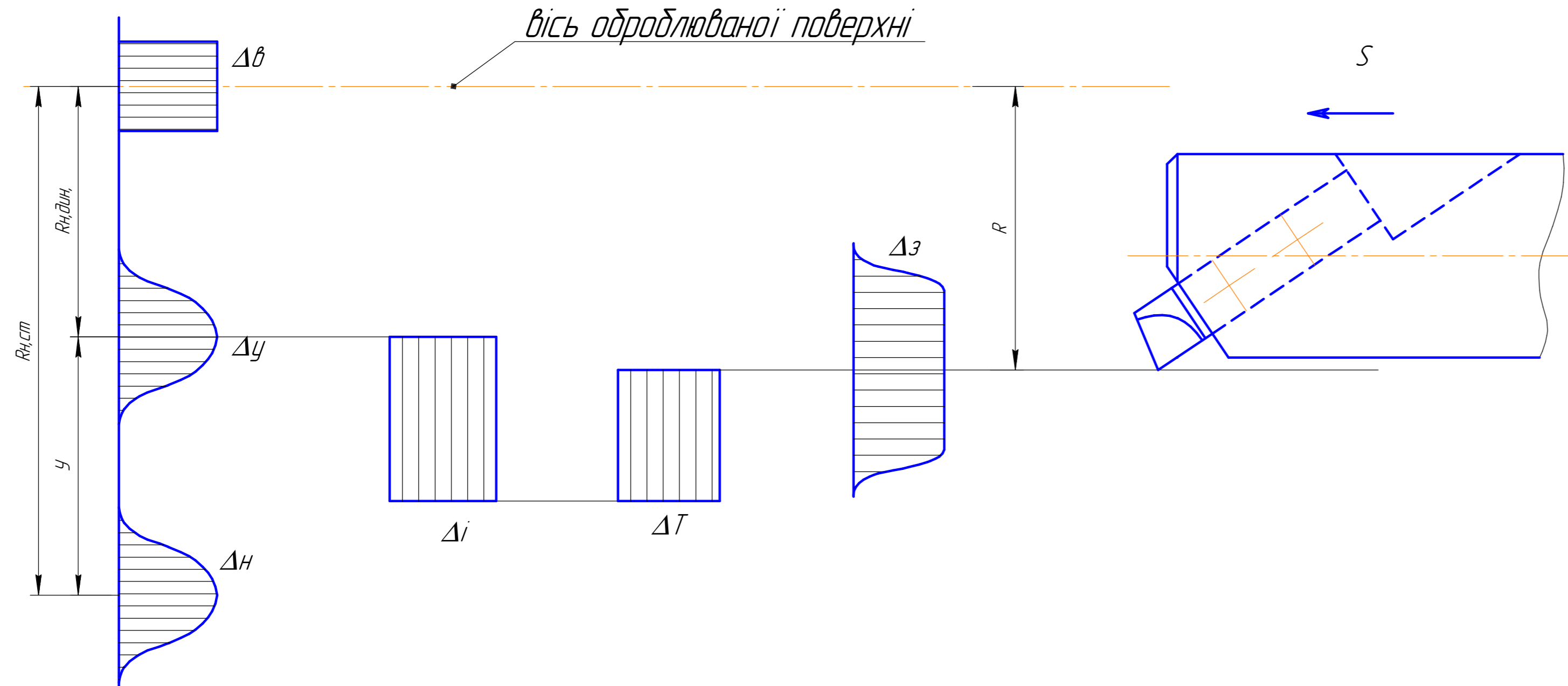
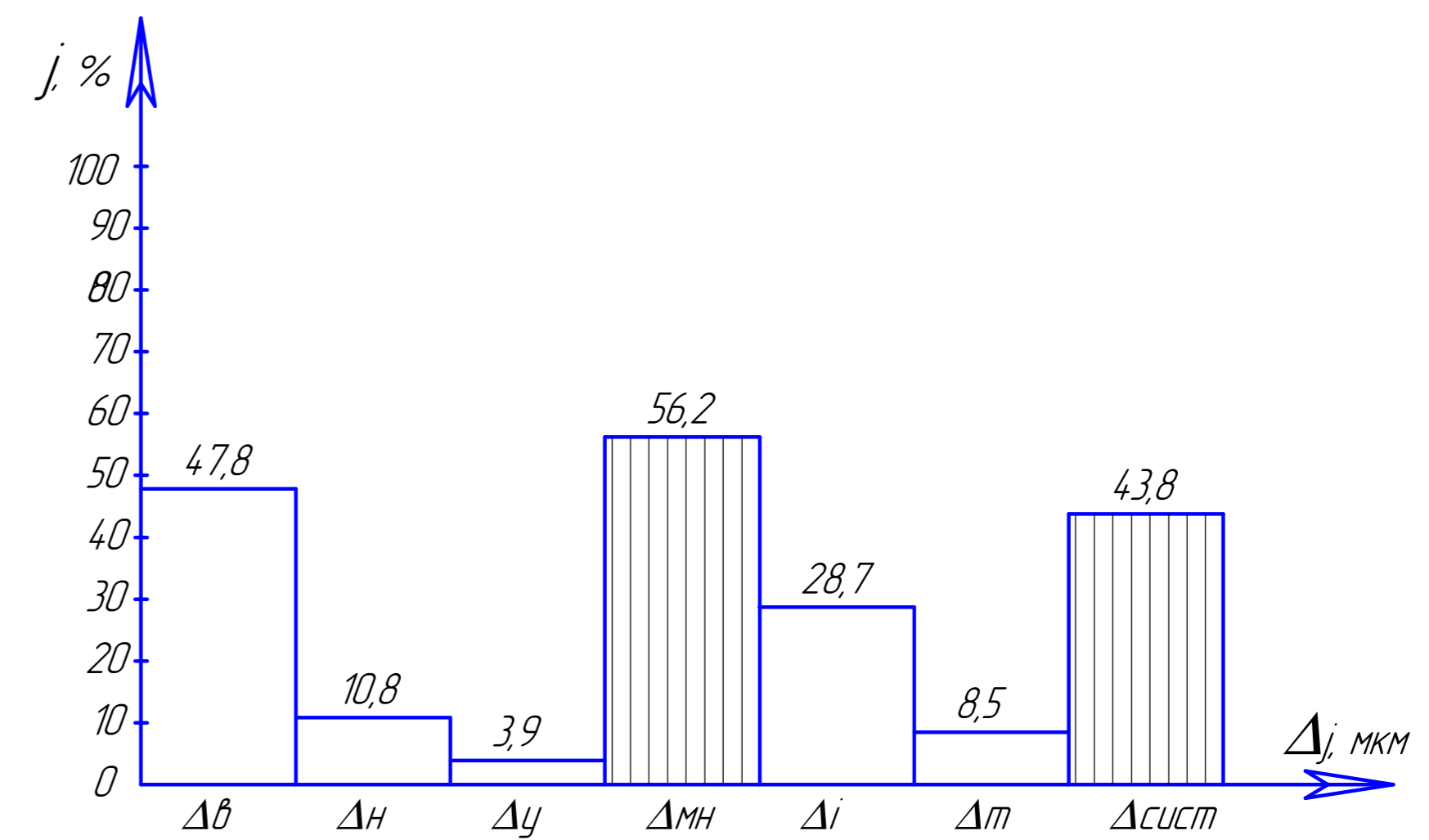


Схема технологічного розмірного ланцюга



Гістограма похибок обробки



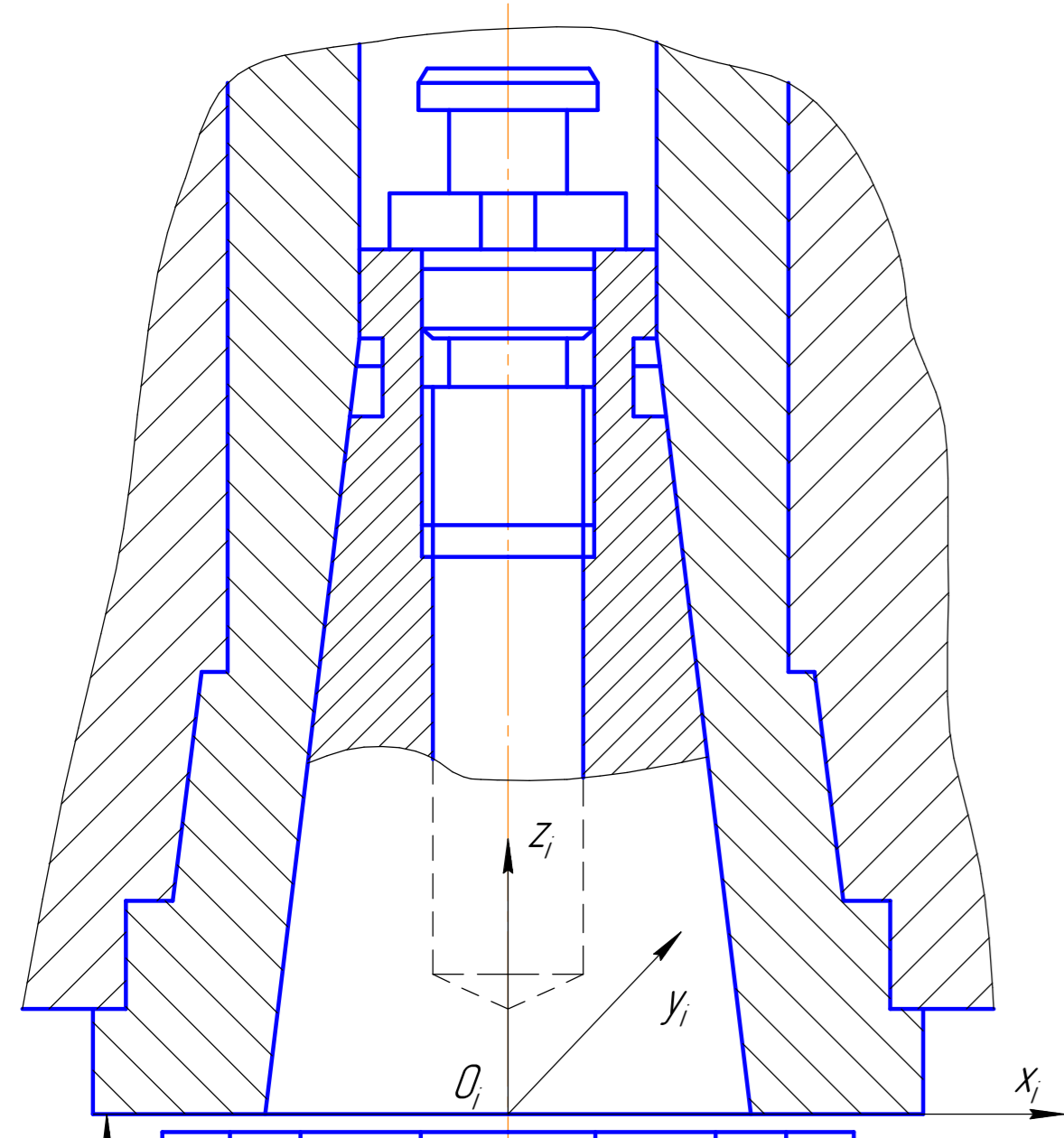
MP.ПМК-199.01.00.000 СХ				Лист	Масса	Масштаб
Графічний аналіз точності				Н		
				Лист	Листов	1
ПМКМ-21-1						

Лист № 1
Лист № 2
Лист № 3
Лист № 4
Лист № 5
Лист № 6
Лист № 7
Лист № 8
Лист № 9
Лист № 10
Лист № 11
Лист № 12
Лист № 13
Лист № 14
Лист № 15
Лист № 16
Лист № 17
Лист № 18
Лист № 19
Лист № 20
Лист № 21
Лист № 22
Лист № 23
Лист № 24
Лист № 25
Лист № 26
Лист № 27
Лист № 28
Лист № 29
Лист № 30
Лист № 31
Лист № 32
Лист № 33
Лист № 34
Лист № 35
Лист № 36
Лист № 37
Лист № 38
Лист № 39
Лист № 40
Лист № 41
Лист № 42
Лист № 43
Лист № 44
Лист № 45
Лист № 46
Лист № 47
Лист № 48
Лист № 49
Лист № 50
Лист № 51
Лист № 52
Лист № 53
Лист № 54
Лист № 55
Лист № 56
Лист № 57
Лист № 58
Лист № 59
Лист № 60
Лист № 61
Лист № 62
Лист № 63
Лист № 64
Лист № 65
Лист № 66
Лист № 67
Лист № 68
Лист № 69
Лист № 70
Лист № 71
Лист № 72
Лист № 73
Лист № 74
Лист № 75
Лист № 76
Лист № 77
Лист № 78
Лист № 79
Лист № 80
Лист № 81
Лист № 82
Лист № 83
Лист № 84
Лист № 85
Лист № 86
Лист № 87
Лист № 88
Лист № 89
Лист № 90
Лист № 91
Лист № 92
Лист № 93
Лист № 94
Лист № 95
Лист № 96
Лист № 97
Лист № 98
Лист № 99
Лист № 100

№ оп. точка	Координ.точка			S _г , м/хв	S _д , м/хв	t, мм	n, од/хв	V, м/хв	MOP
	x	y	z						
0-1	-134	25	152	-	3000	-	-	-	-
1-2	-134	25	132	0.1	-	3.9	560	15	+
2-3	-134	25	152	-	3000	-	560	-	+
3-4	-134	153	152	-	3000	-	-	-	-
4-5	-134	153	132	0.1	-	3.9	560	15	+
5-6	-134	153	152	-	3000	-	560	-	+
6-7	134	153	152	-	3000	-	-	-	-
7-8	134	153	132	0.1	-	3.9	560	15	+
8-9	134	153	152	-	3000	-	560	-	+
9-10	134	25	152	-	3000	-	-	-	-
10-11	134	25	132	0.1	-	3.9	560	15	+
11-12	134	25	152	-	3000	-	560	-	+
12-13	-134	25	152	-	3000	-	-	-	-
13-0	-134	25	165	-	3000	-	-	-	-

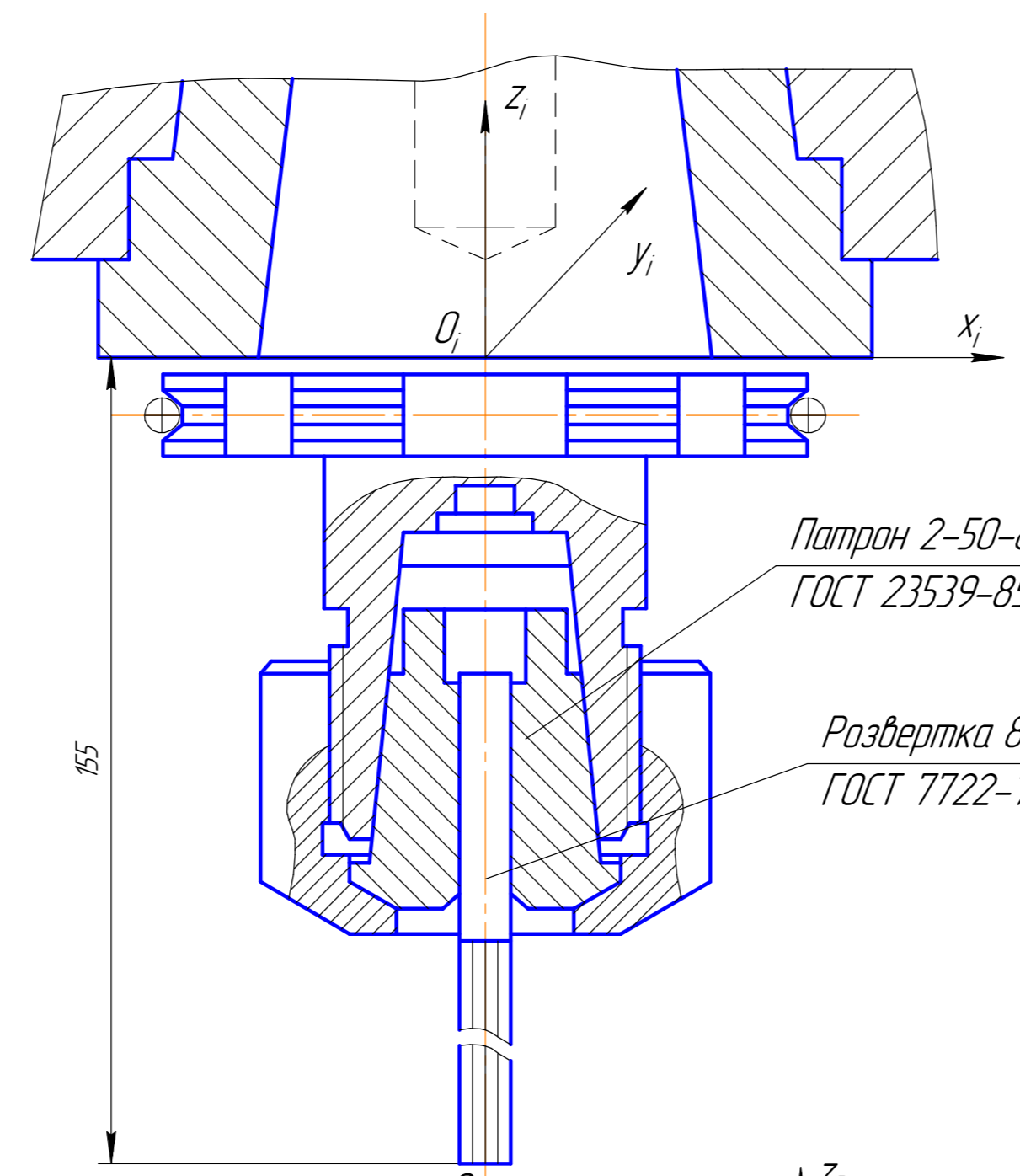
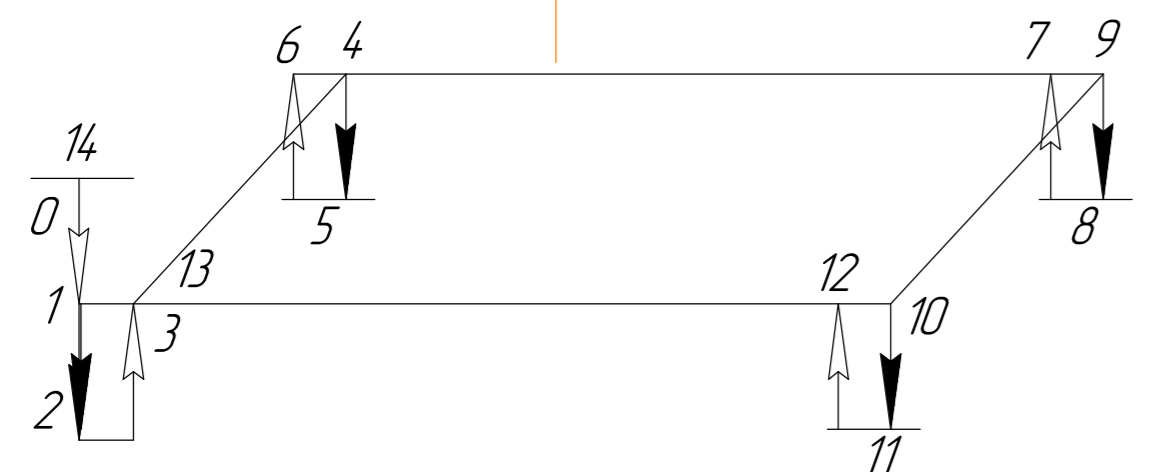
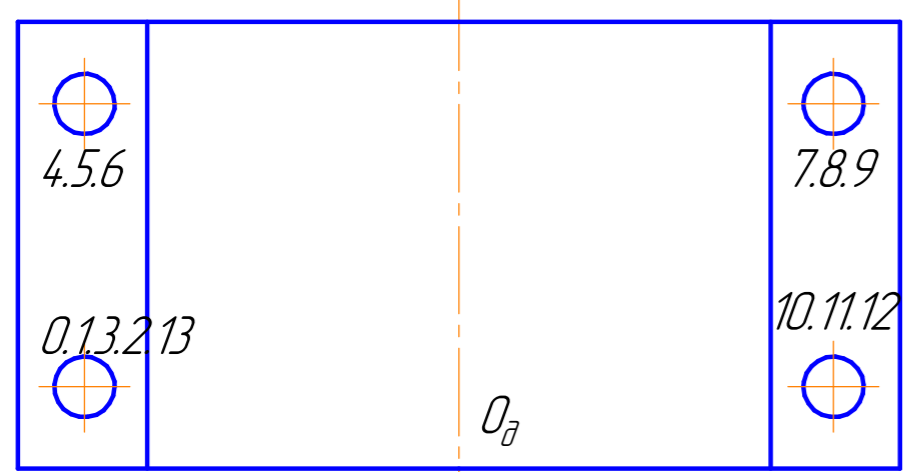
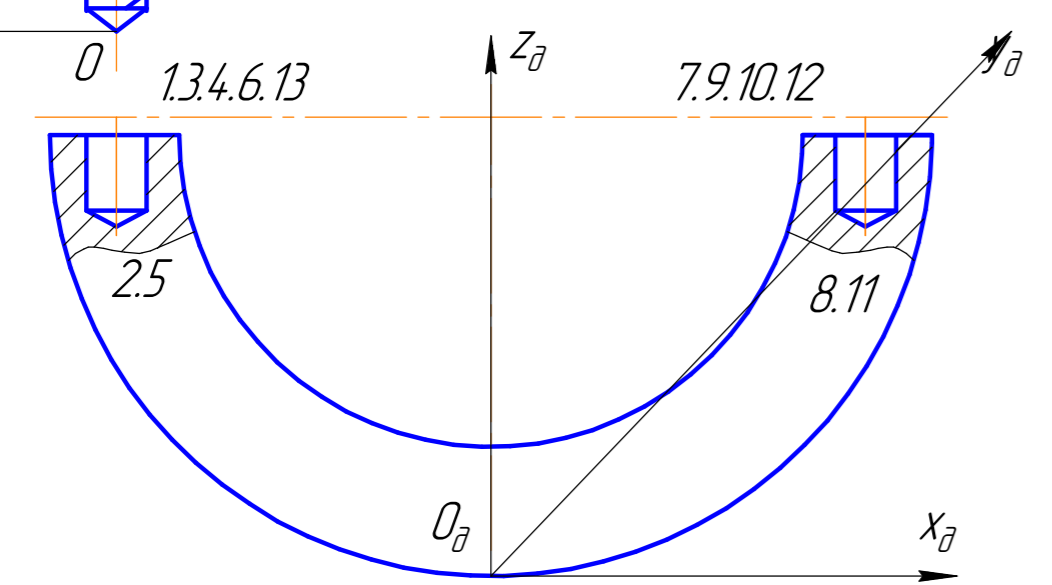
№ оп. точка	Координ.точка			S _г , м/хв	S _д , м/хв	t, мм	n, од/хв	V, м/хв	MOP
	x	y	z						
0-1	-134	25	152	-	3000	-	-	-	-
1-2	-134	25	130.5	0.2	-	0.1	350	10	+
2-3	-134	25	152	-	3000	-	350	-	+
3-4	-134	153	152	-	3000	-	-	-	-
4-5	-134	153	130.5	0.2	-	0.1	350	10	+
5-6	-134	153	152	-	3000	-	350	-	+
6-7	134	153	152	-	3000	-	-	-	-
7-8	134	153	130.5	0.2	-	0.1	350	10	+
8-9	134	153	152	-	3000	-	350	-	+
9-10	134	25	152	-	3000	-	-	-	-
10-11	134	25	130.5	0.2	-	0.1	350	10	+
11-12	134	25	152	-	3000	-	350	-	+
12-13	-134	25	152	-	3000	-	-	-	-
13-0	-134	25	165	-	3000	-	-	-	-

№ оп. точка	Координ.точка			S _г , м/хв	S _д , м/хв	t, мм	n, од/хв	V, м/хв	MOP
	x	y	z						
0-1	-134	25	152	-	3000	-	-	-	-
1-2	0	25	152	-	3000	-	-	-	-
2-3	0	89	152	-	3000	-	-	-	-
3-4	0	89	34	-	3000	-	-	-	-
4-5	0	89	-7	0.3	-	12.5	350	23	+
5-6	0	89	152	-	3000	-	350	-	+
6-7	-134	89	152	-	3000	-	-	-	-
7-8	-134	25	152	-	3000	-	-	-	-
8-0	-134	25	165	-	3000	-	-	-	-



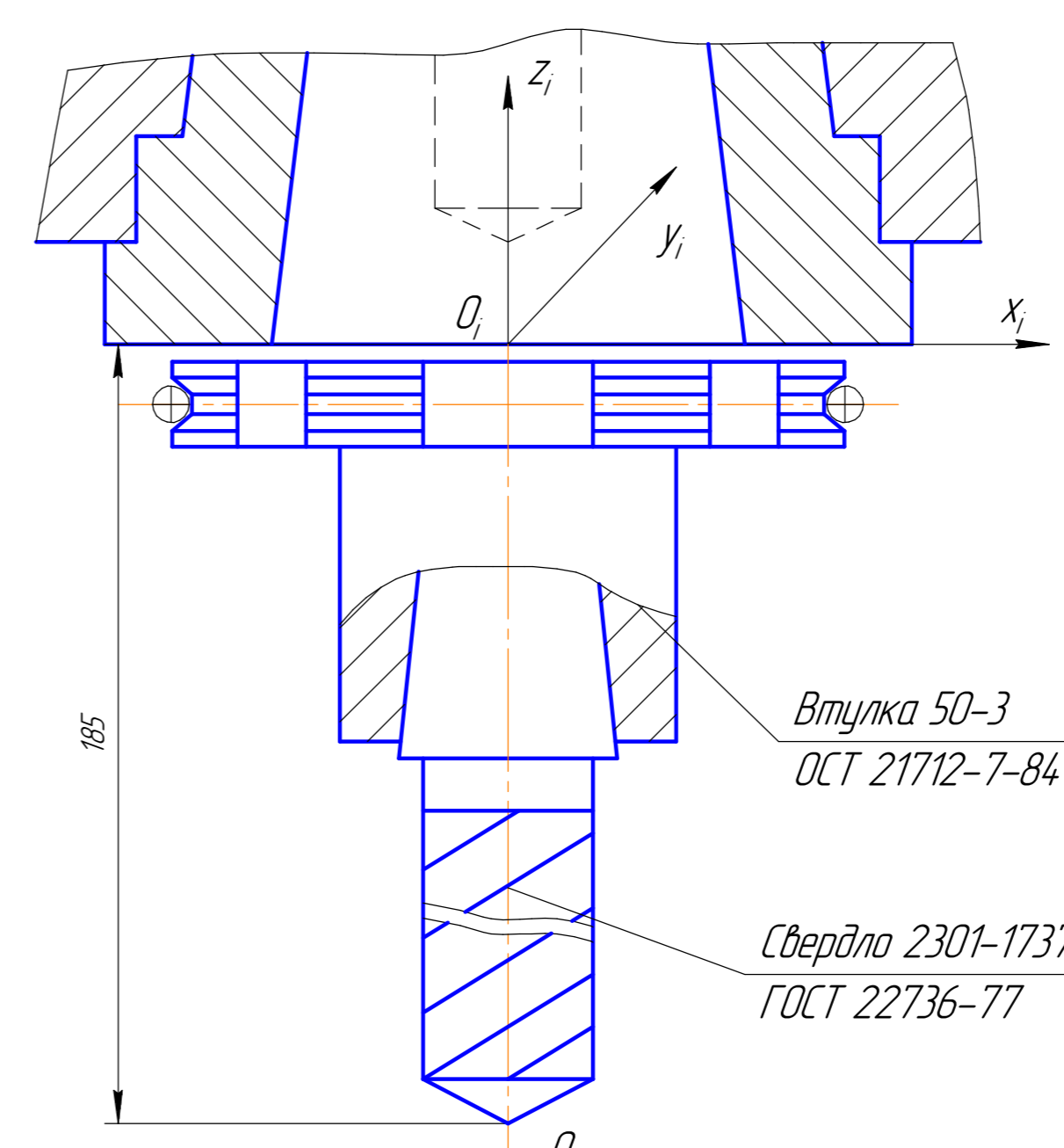
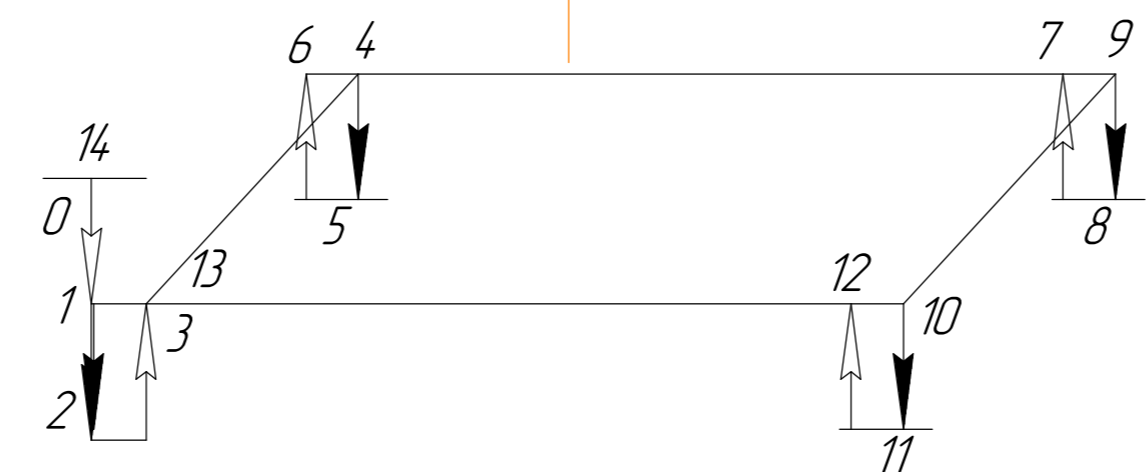
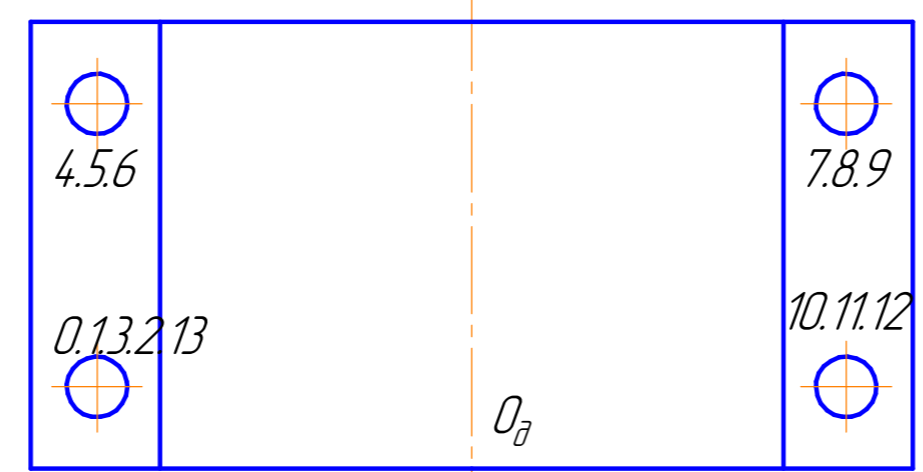
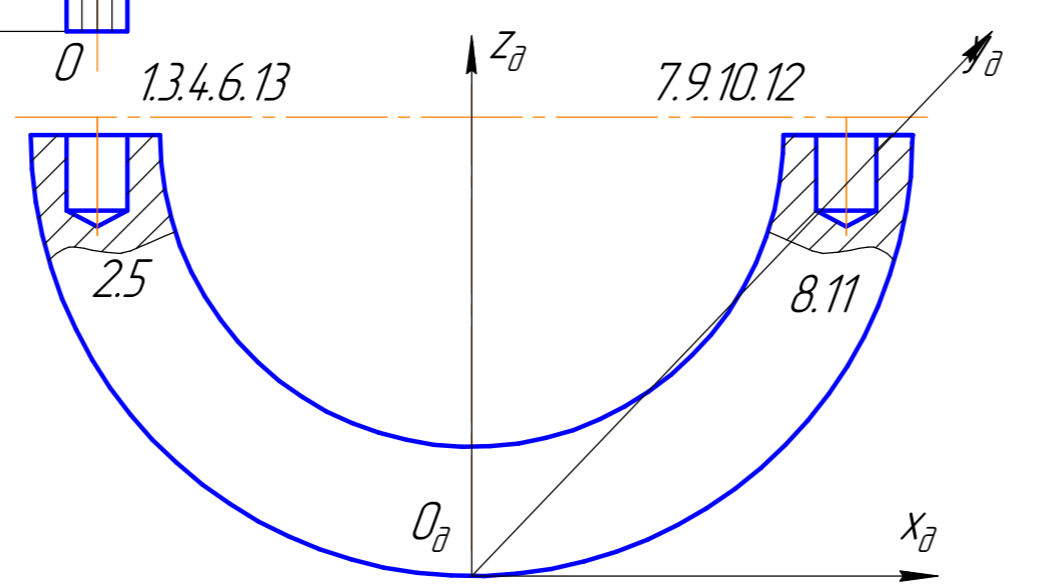
Патрон 2-50-8-90
ГОСТ 23539-85
Свердло 2300-0194
ГОСТ 10902-77

165



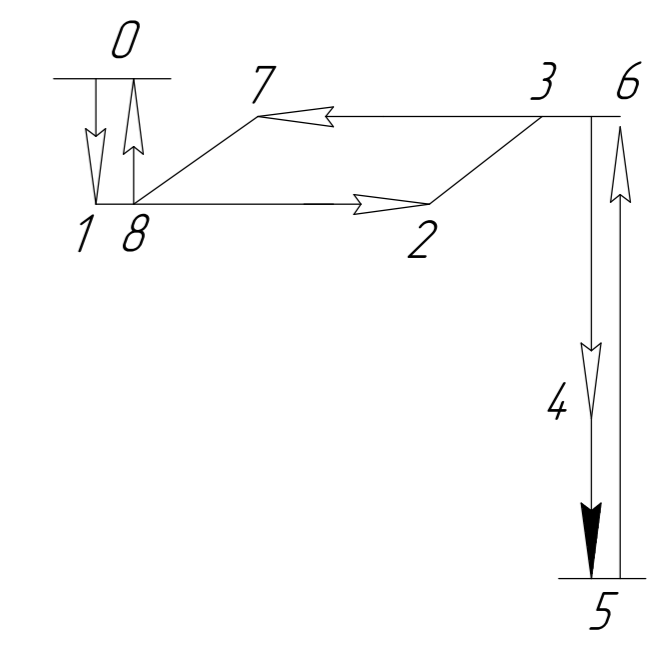
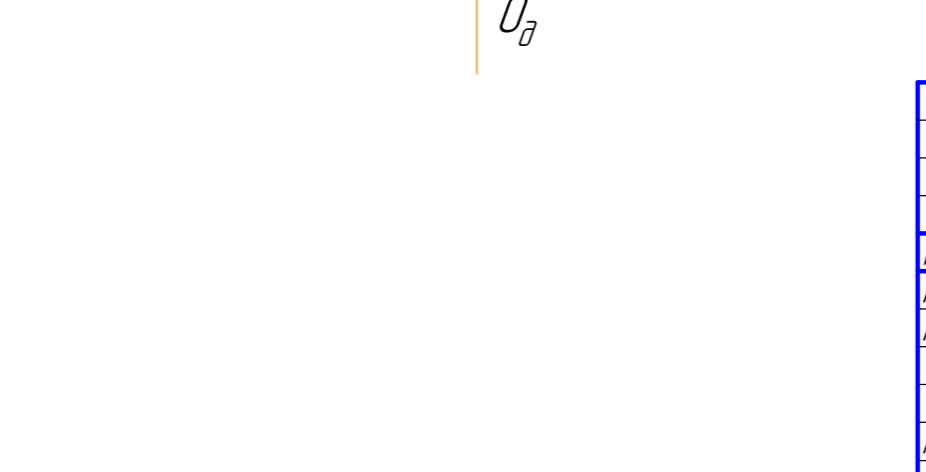
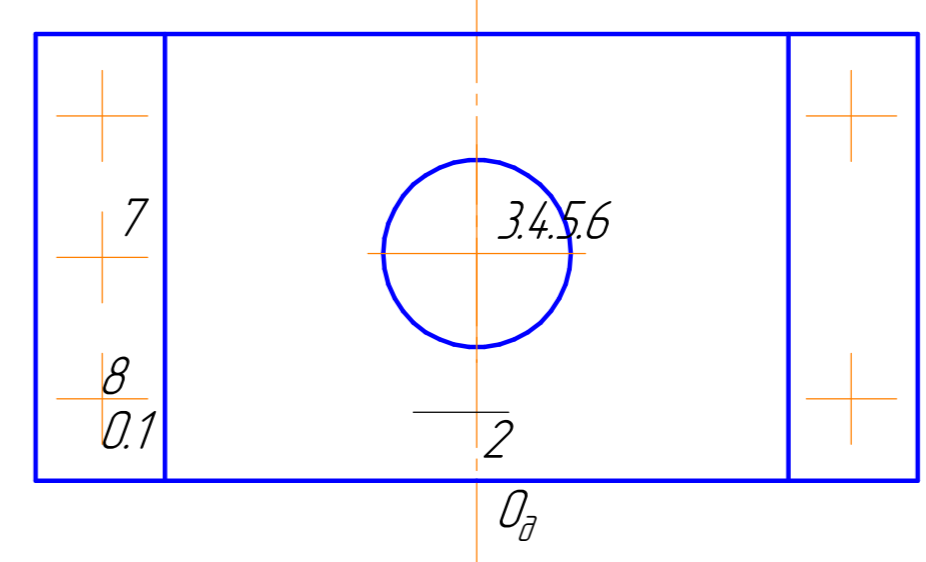
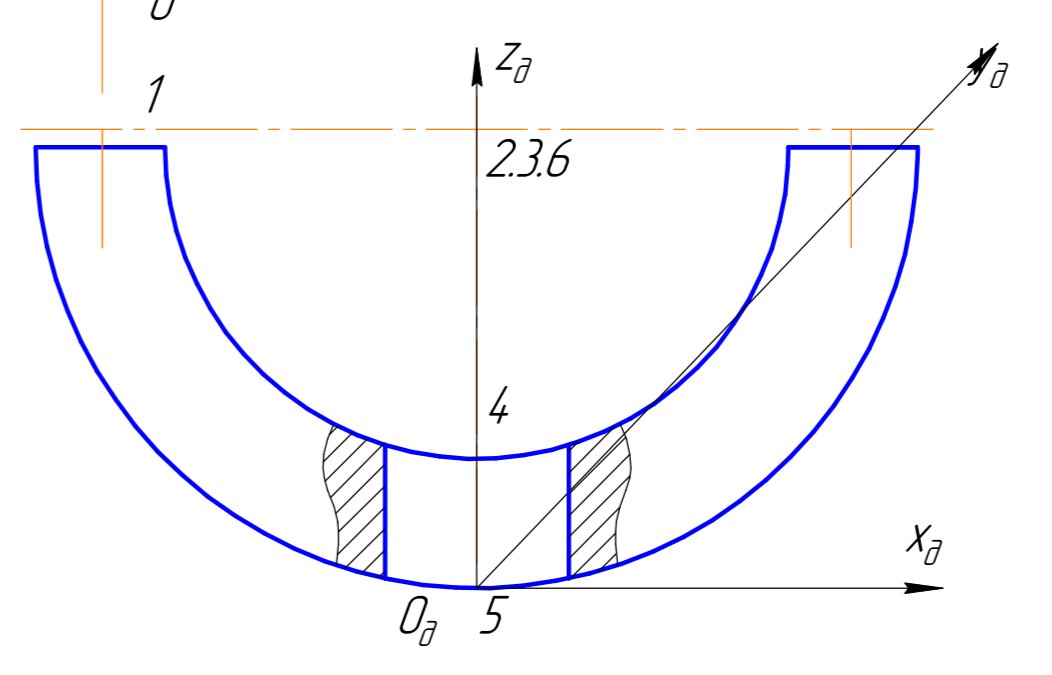
Патрон 2-50-8-90
ГОСТ 23539-85
Развертка 8H7 9XC 2360-0130
ГОСТ 7722-77

165



Втулка 50-3
ОСТ 21712-7-84
Свердло 2301-1737
ГОСТ 22736-77

165



MP.ПМК-199.02.00.000 СХ				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Карта налагодження	
Разраб.	Кедик				Н	
Проб.	Одасі				Лист	Листов 1
Т.контр.	Одасі				ПМКМ-21-1	
Н.контр.	Одасі				Копіював	
Утв.	Панчук				Формат А1	

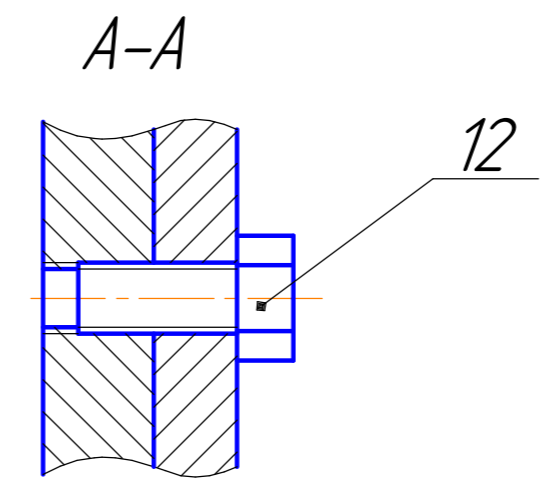
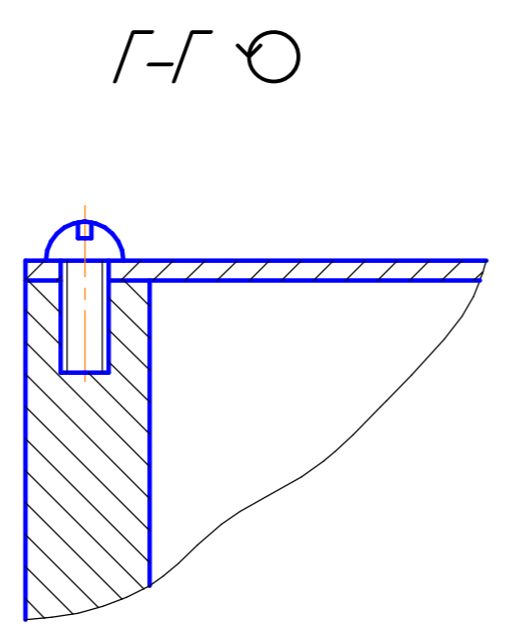
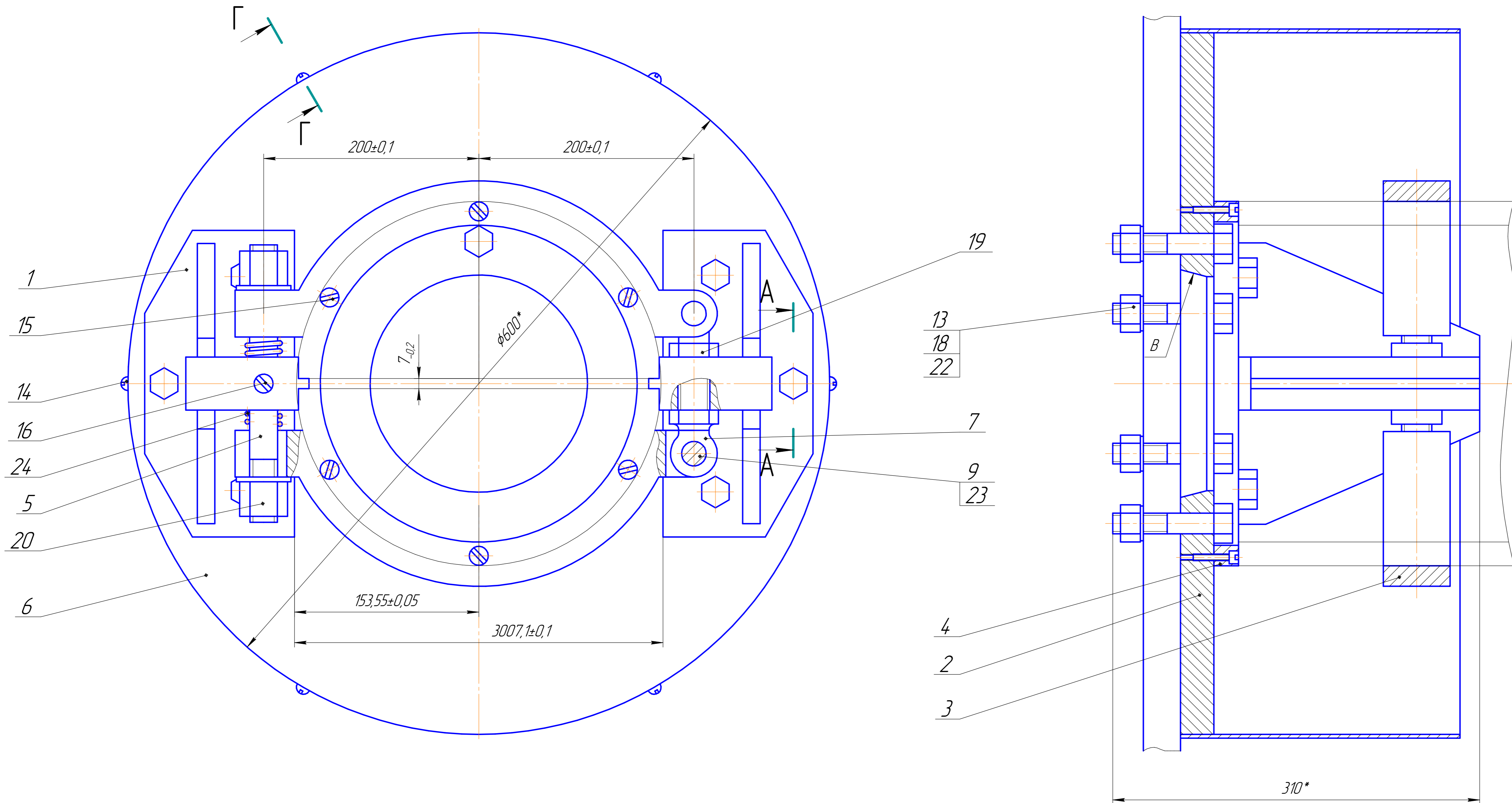
Перв. примен.

Справ. №

План. и дата

Взам. инв. №

Инв. № подл.



Технічна характеристика

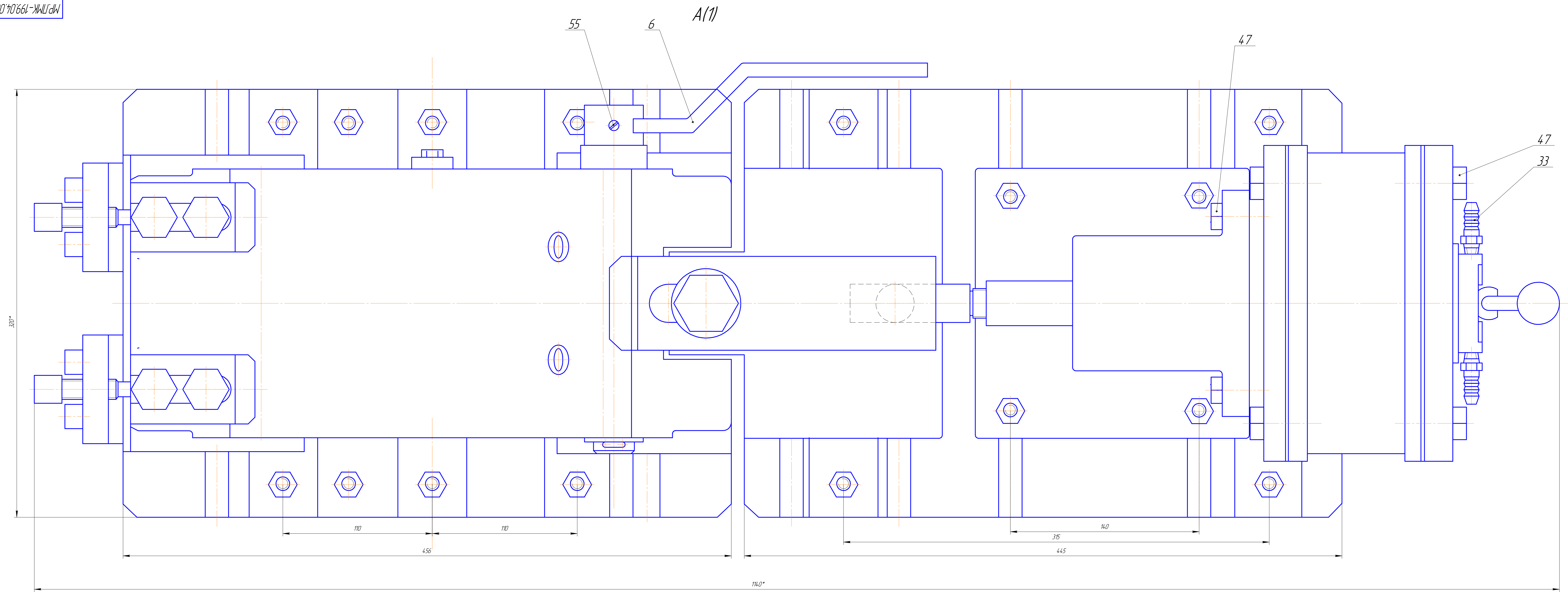
1. Обладнання горизонтально-розточний верстат 2А622

Технічні вимоги

- 1. *Разміри для довідок.
- 2. Зміщення центру виступів Б відносно осі отвору В не більше 0,3мм.

MP.ПМК-199.03.00.000 СК				Лист	Маса	Масштаб
Взм. Лист	№ док.м.	Підп.	Дата	Н		1
Разроб.	Кодук					
Проб.	Одасі			Лист 1		
Т.контр.	Одасі			ПМКМ-21-1		
Н.контр.	Одасі					
Утв.	Ланчук					

Лист № 1
Лист № 2
Лист № 3
Лист № 4
Лист № 5
Лист № 6
Лист № 7
Лист № 8
Лист № 9
Лист № 10
Лист № 11
Лист № 12
Лист № 13
Лист № 14
Лист № 15
Лист № 16
Лист № 17
Лист № 18
Лист № 19
Лист № 20
Лист № 21
Лист № 22
Лист № 23
Лист № 24

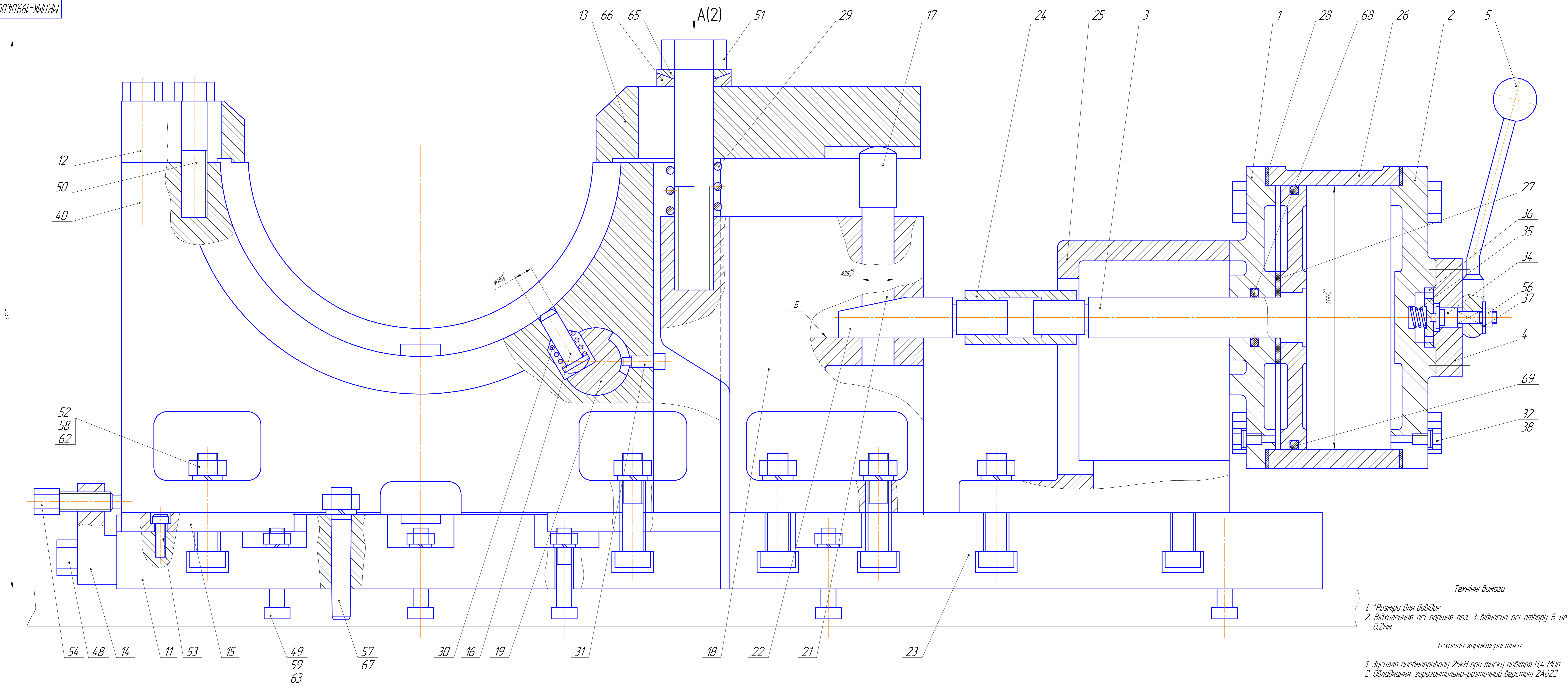


Лист 1
Лист 2
Лист 3
Лист 4
Лист 5
Лист 6
Лист 7
Лист 8
Лист 9
Лист 10
Лист 11
Лист 12
Лист 13
Лист 14
Лист 15
Лист 16
Лист 17
Лист 18
Лист 19
Лист 20
Лист 21
Лист 22
Лист 23
Лист 24
Лист 25
Лист 26
Лист 27
Лист 28
Лист 29
Лист 30
Лист 31
Лист 32
Лист 33
Лист 34
Лист 35
Лист 36
Лист 37
Лист 38
Лист 39
Лист 40
Лист 41
Лист 42
Лист 43
Лист 44
Лист 45
Лист 46
Лист 47
Лист 48
Лист 49
Лист 50
Лист 51
Лист 52
Лист 53
Лист 54
Лист 55
Лист 56
Лист 57
Лист 58
Лист 59
Лист 60
Лист 61
Лист 62
Лист 63
Лист 64
Лист 65
Лист 66
Лист 67
Лист 68
Лист 69
Лист 70
Лист 71
Лист 72
Лист 73
Лист 74
Лист 75
Лист 76
Лист 77
Лист 78
Лист 79
Лист 80
Лист 81
Лист 82
Лист 83
Лист 84
Лист 85
Лист 86
Лист 87
Лист 88
Лист 89
Лист 90
Лист 91
Лист 92
Лист 93
Лист 94
Лист 95
Лист 96
Лист 97
Лист 98
Лист 99
Лист 100

				MP.ПМК-199.04.00.000СК		
Лист	№ докум	Подп	Дата	Лит	Масса	Масштаб
Разраб	Испол			Н		1:1
Пров	Водосл			Лист	Листов	1
Эконтр	Водосл			ПМКМ-21-1		
Испол	Водосл			Формат А2х3		
Знак	Ланчик			Копировал		

Пристрій розточний

Формат А2х3



45*

12
50
40

52
58
62

54 48 14 11 53 15

49
59
63

57
67

30 16 19

31

18

22

21

23

13 66 65

A(2)

51

29

17

24

25

3

1

28

68

26

2

5

27

36

35

34

56

37

4

69

32

38

Технічні вимоги

- * Розміри для довідок
- Відхилення осі поршня поз. 3 відносно осі отвору Б не більше 0,2мм

Технічна характеристика

- Зусилля пневмоприводу 25кН при тиску повітря 0,4 МПа
- Обладнання: горизонтально-розточний верстат 2A622

MP.ПМК-199.04.00.000 СК					Лист			Маса			Масштаб				
Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Н	М	Л	Лист	М	Л	Лист	М	Л		
Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист				1:1							
Простір розточний				ПМКМ-21-1											
Копіював													Формат А2х3		

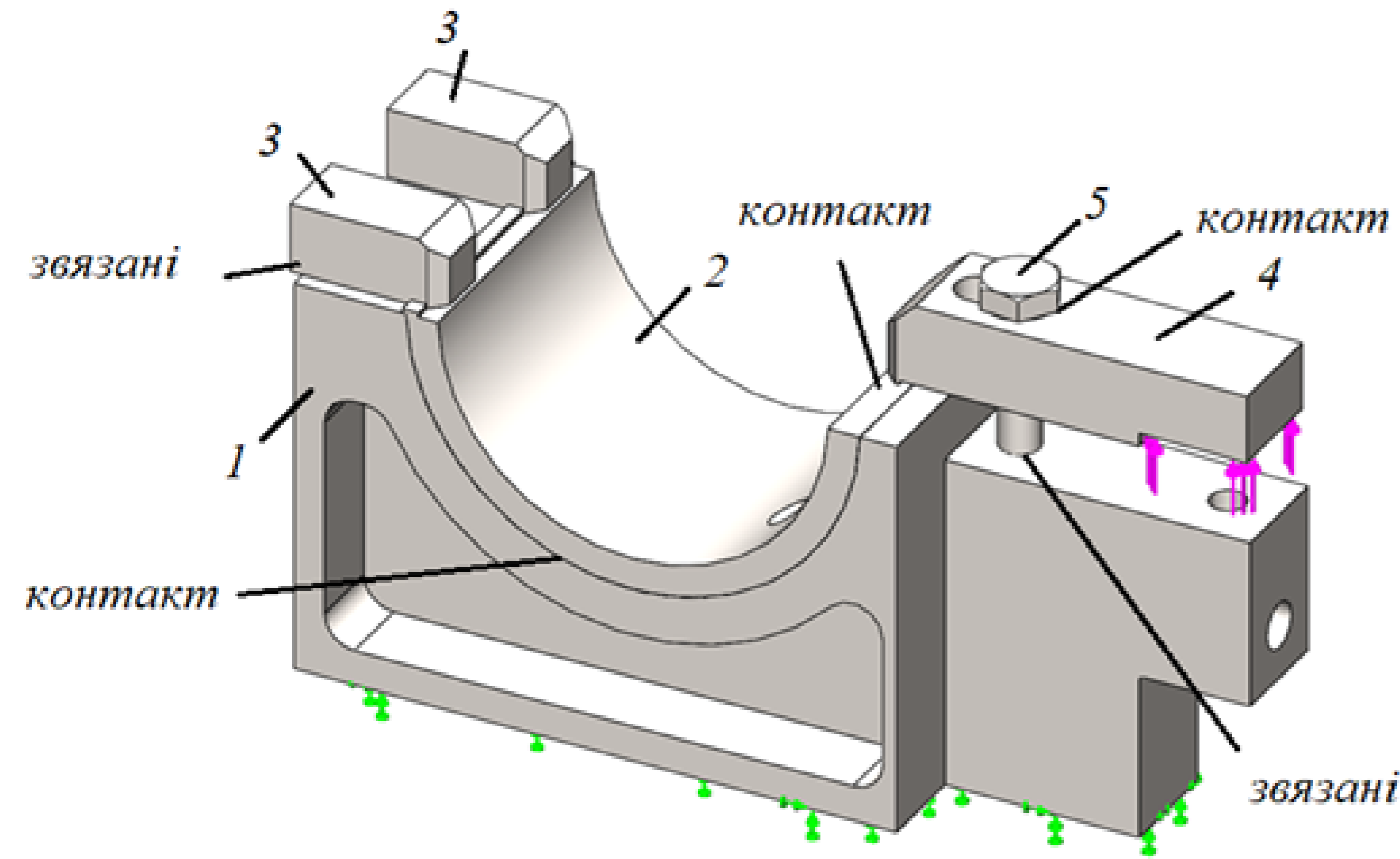


Рисунок 2 - Розрахункова схема

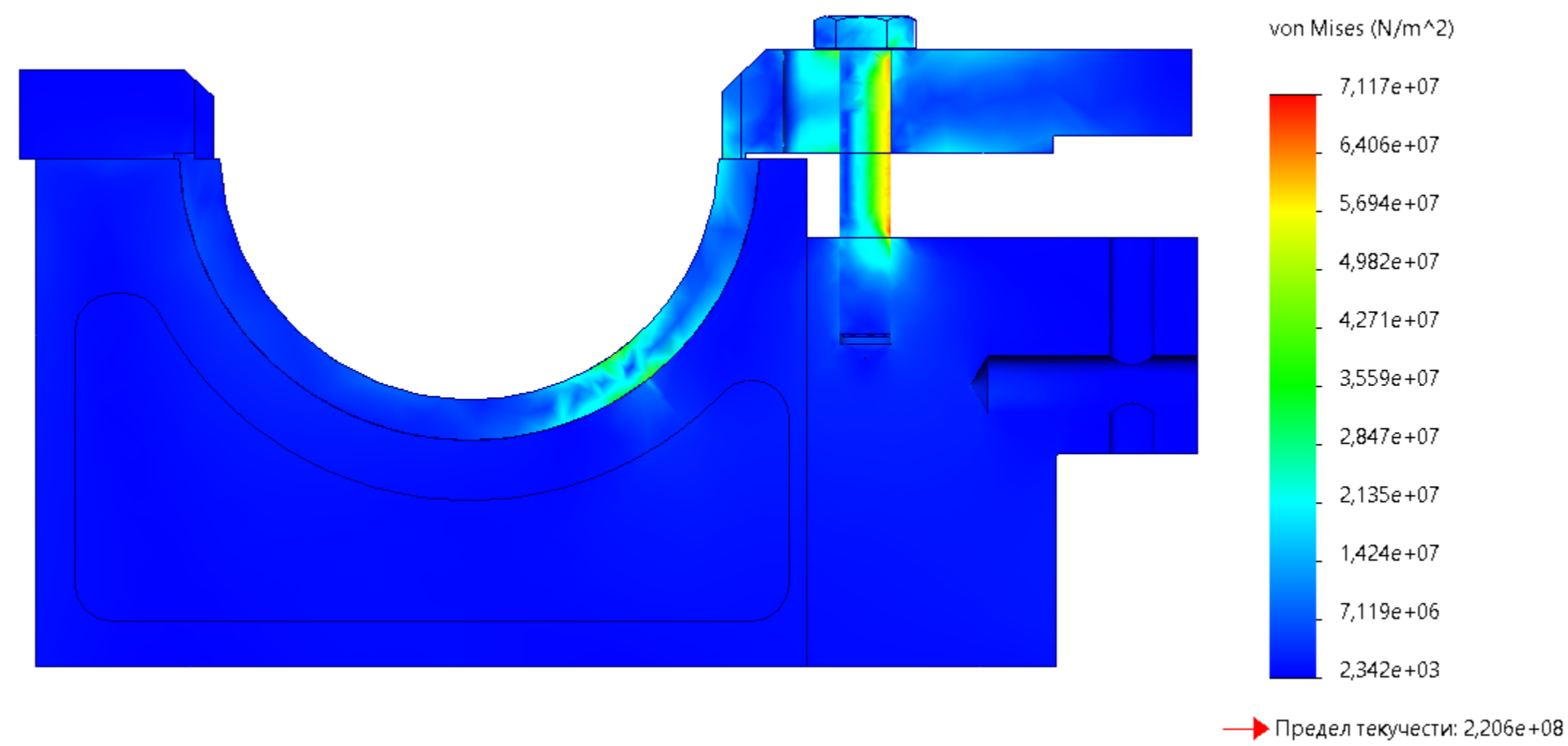


Рисунок 4 - Розподіл еквівалентних напружень

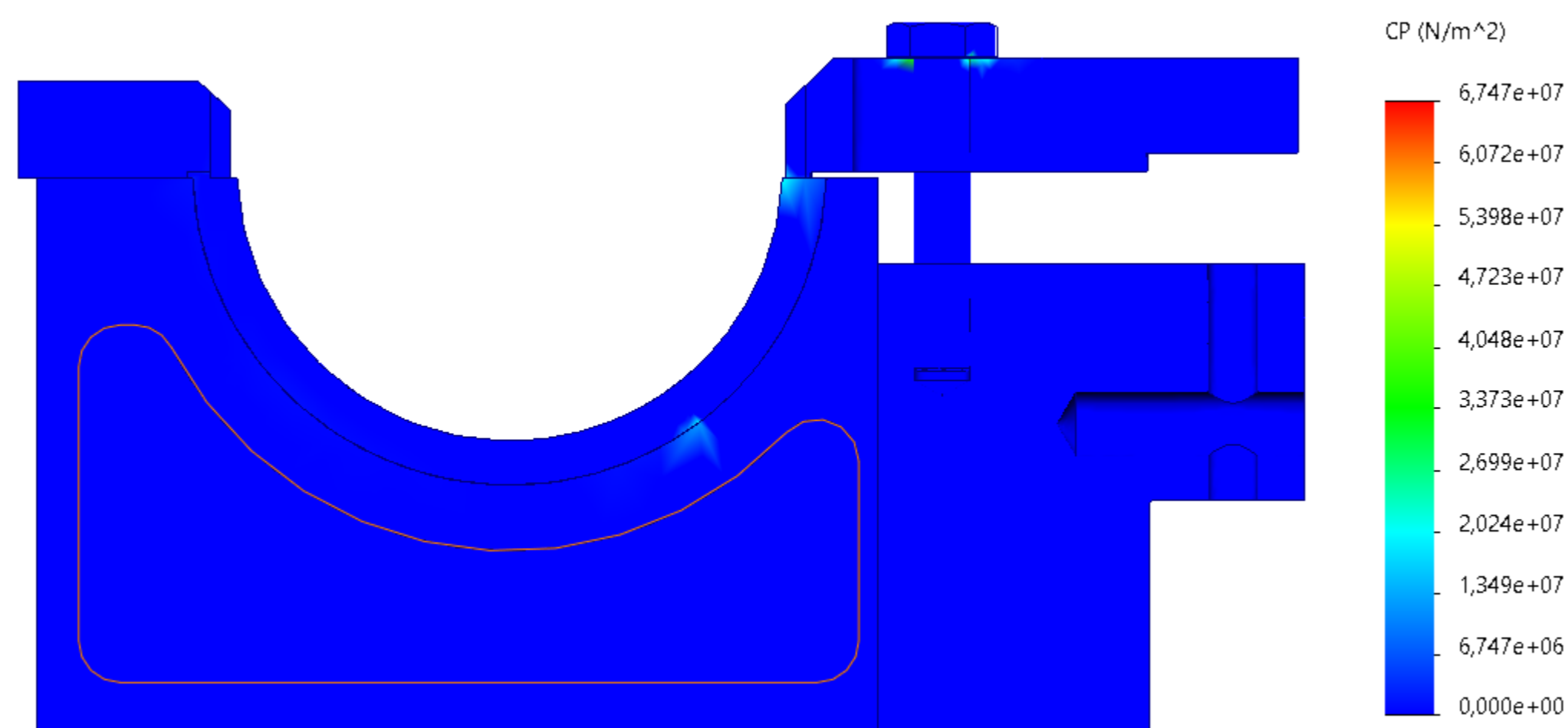


Рисунок 6 - Контактний тиск

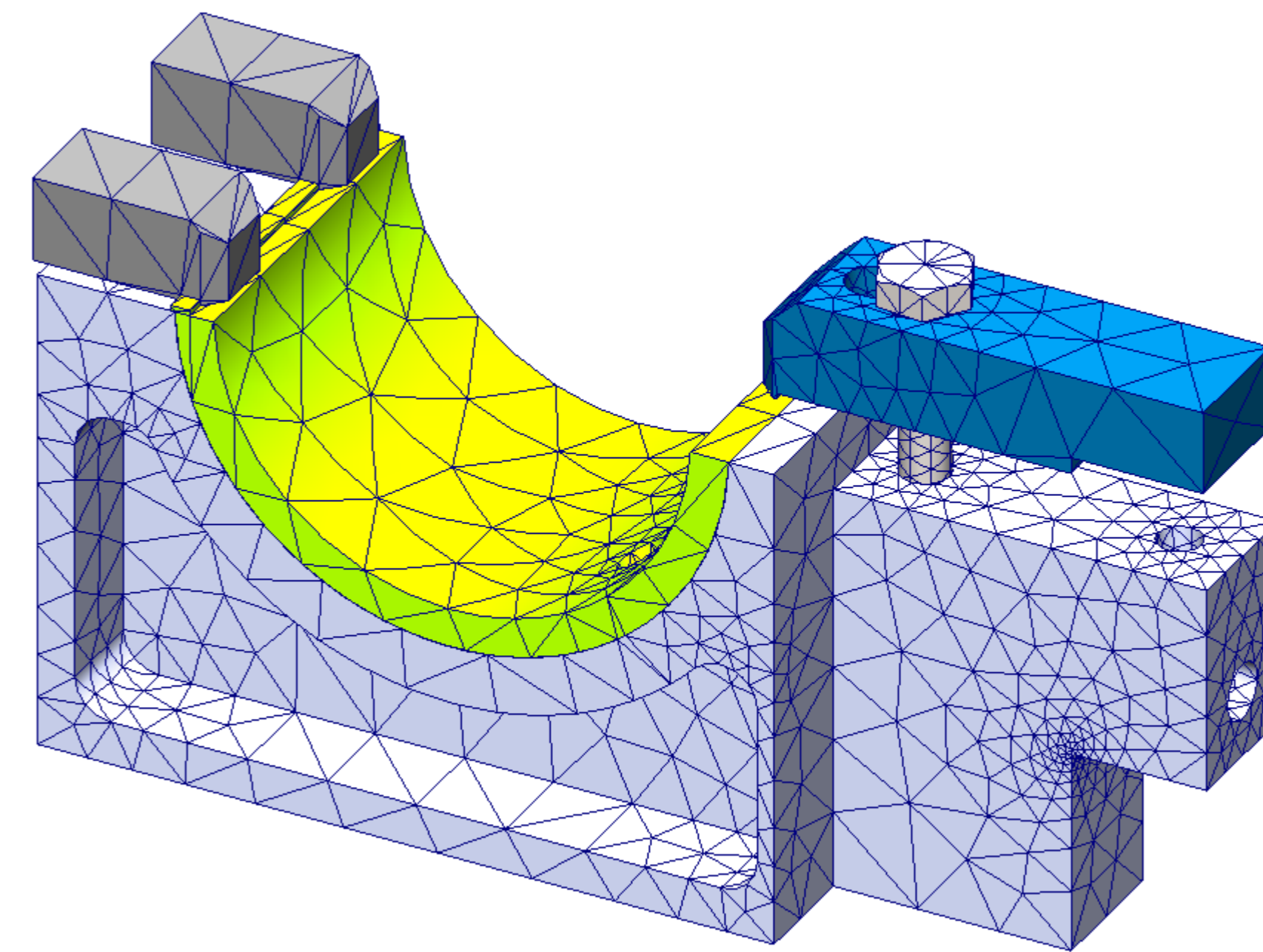


Рисунок 3 - Сітка скінченних елементів

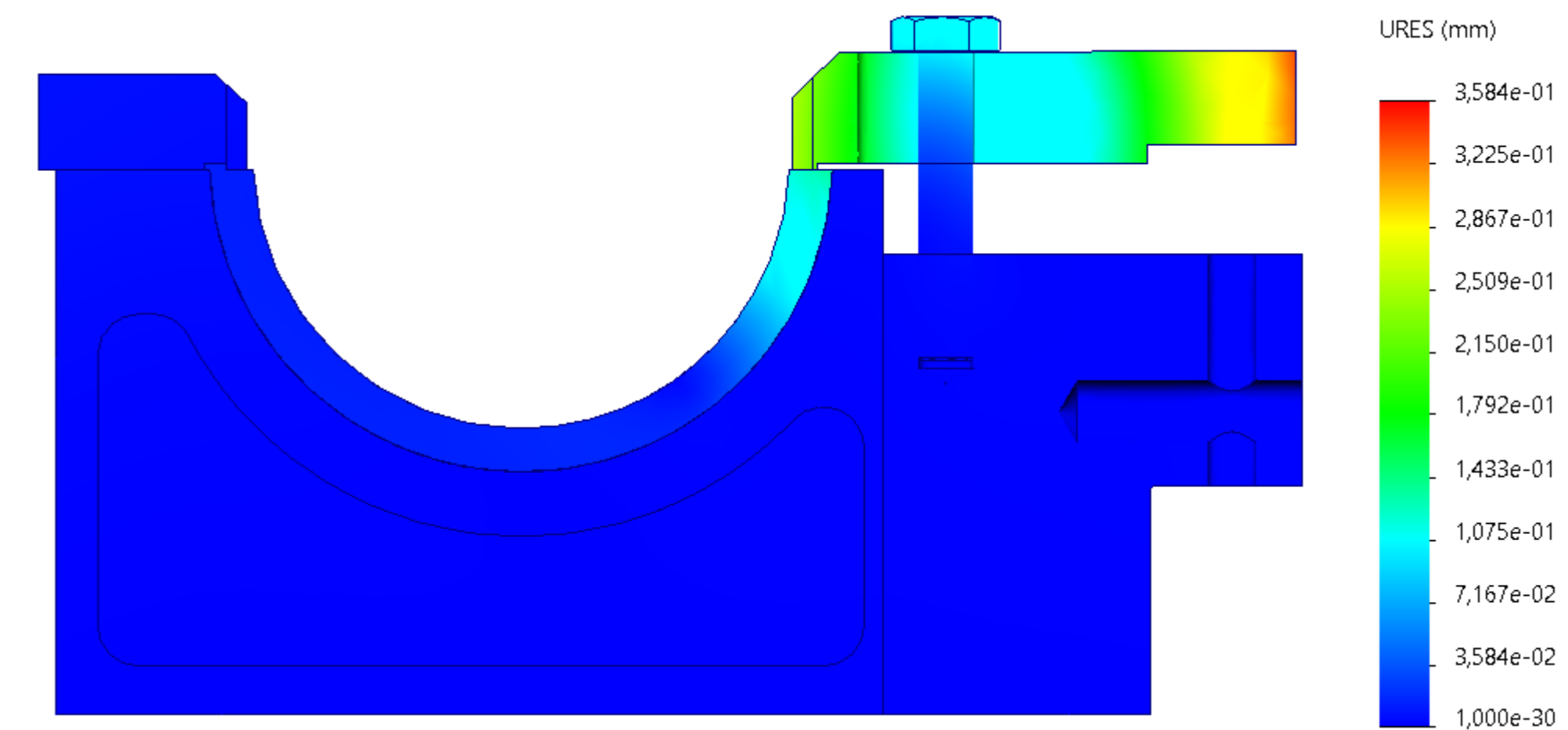


Рисунок 7 - Переміщення

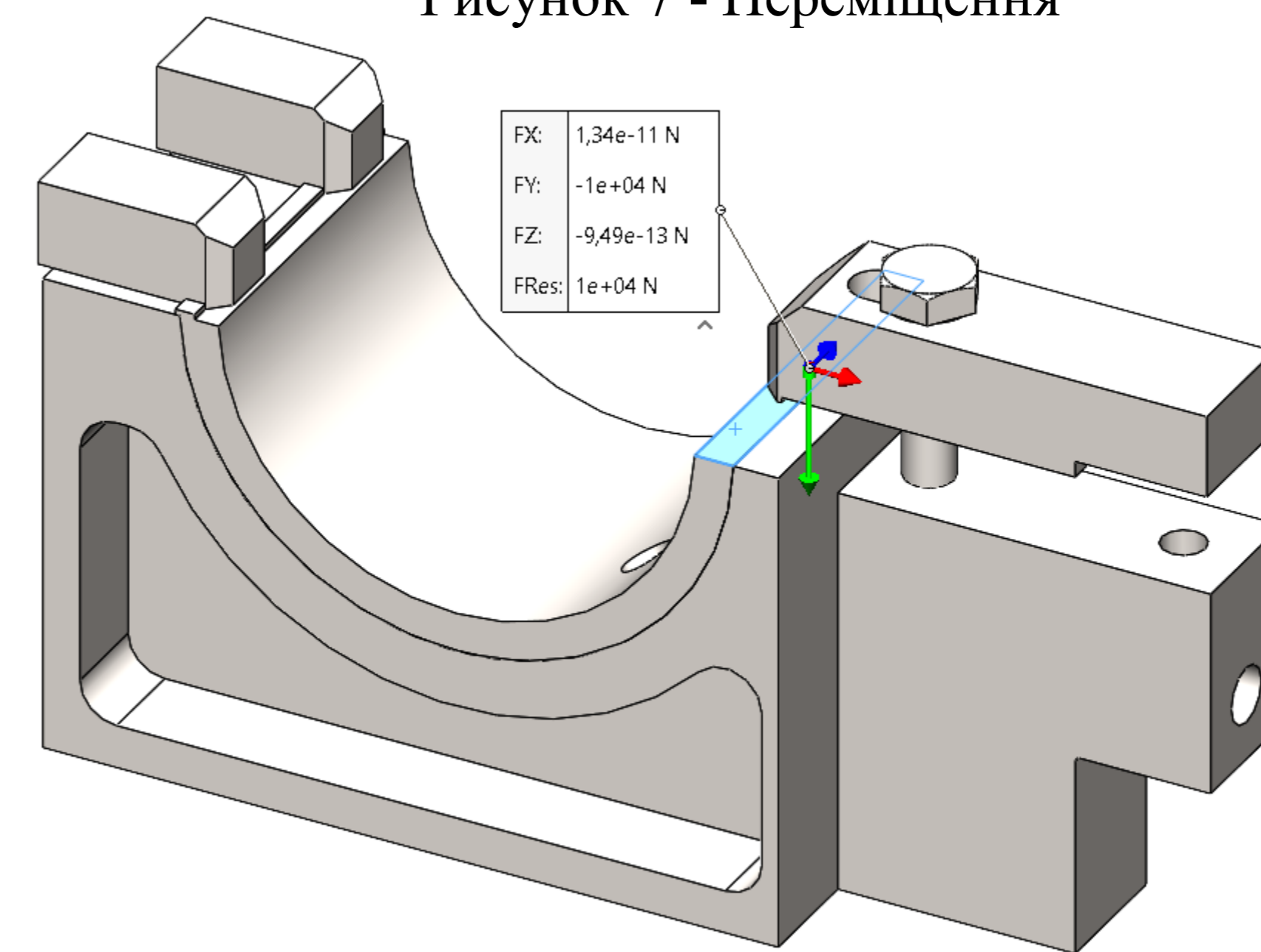
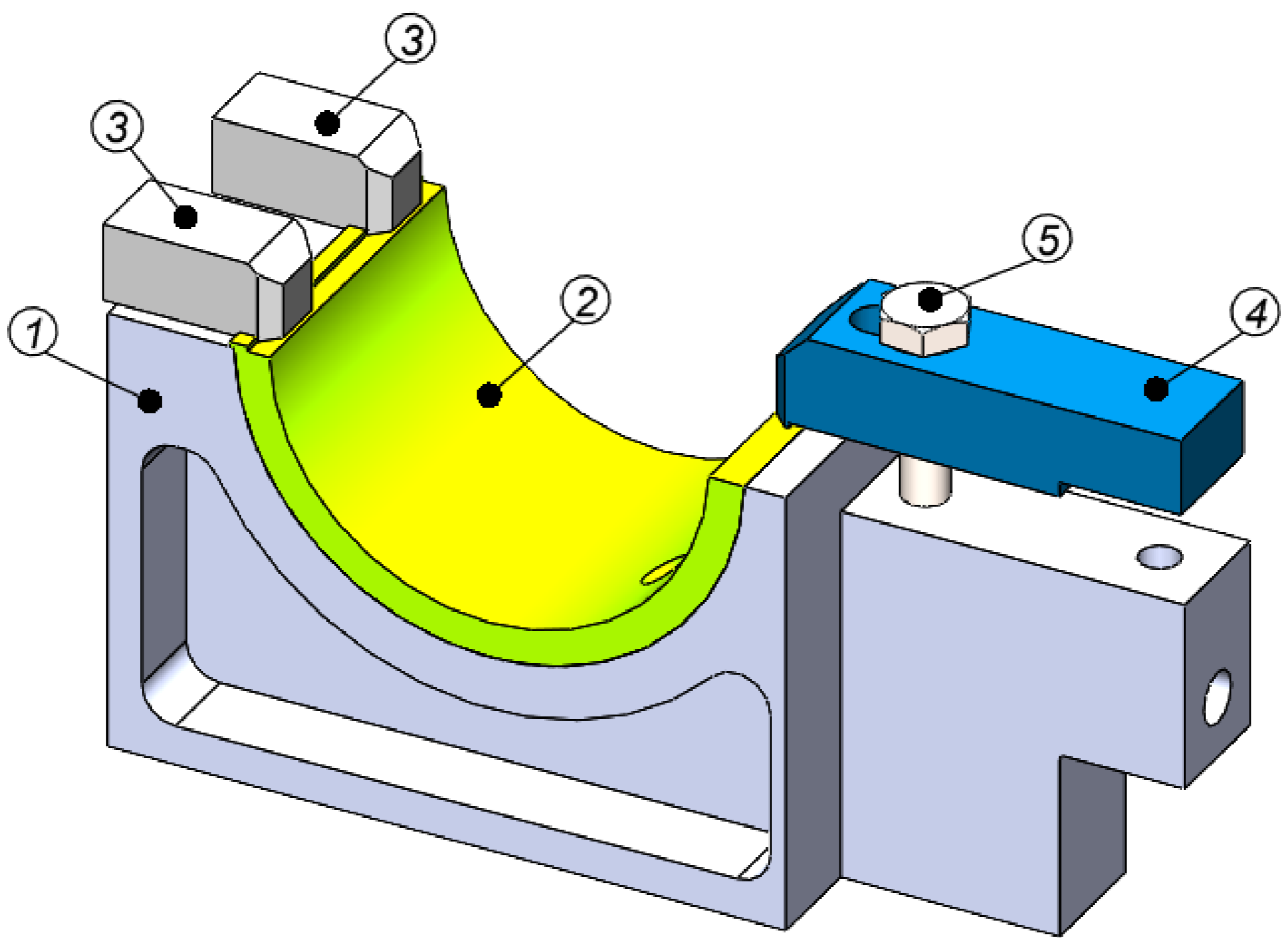


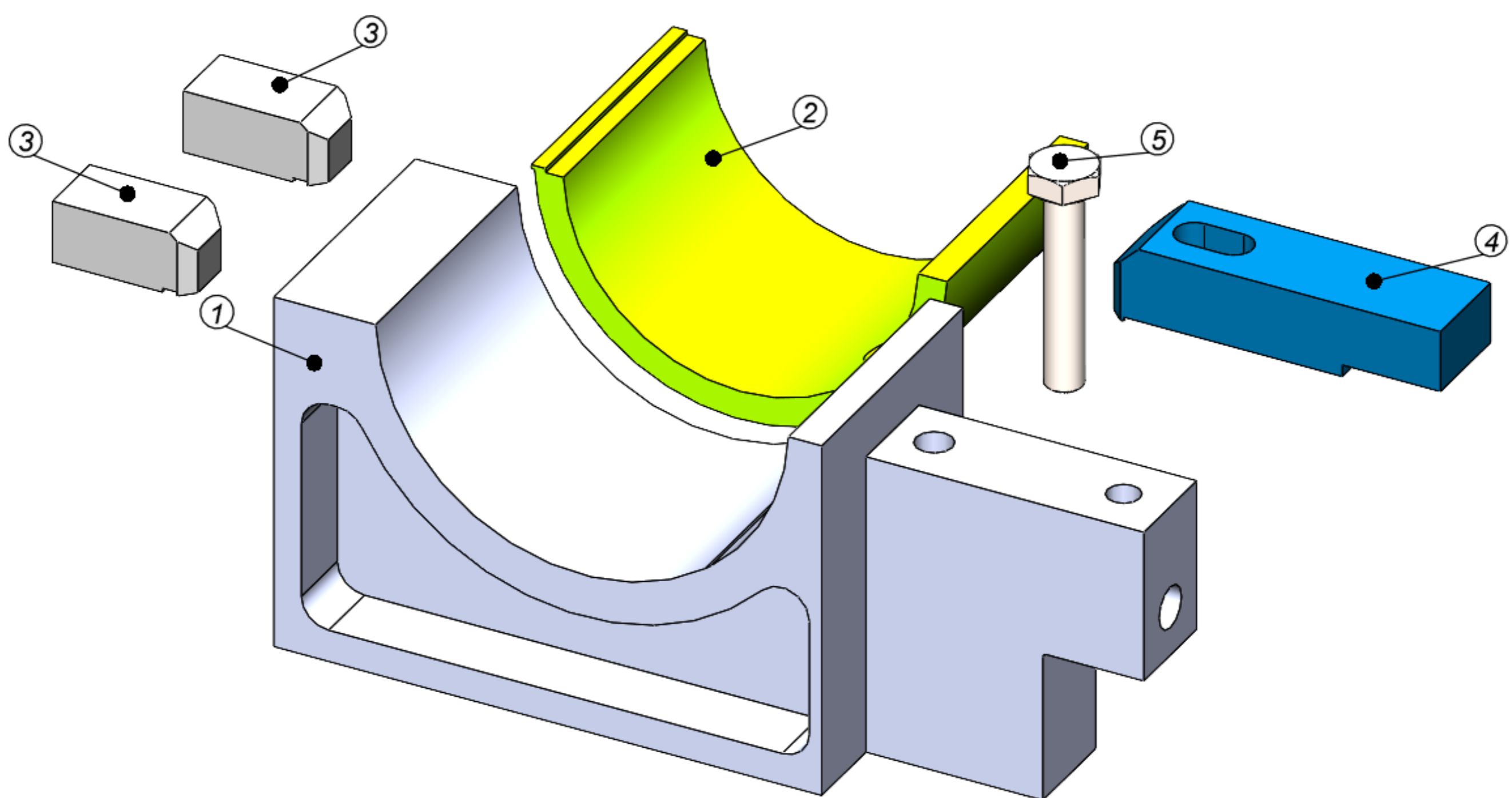
Рисунок 5 - Сила реакції (зусилля притиску)

				MP.PMK-199.05.00.000 CX		
Ізм. Лист	№ док.м.	Підп.	Дата	Імітаційне дослідження роботи розтачного пристрою		
Розроб.	Кердк			Лист	Маса	Масштаб
Проб.	Одасі			Н		
Т.контр.	Одасі			Лист	Листів	1
Н.контр.	Одасі			PMKM-21-1		
Утв.	Ланчик			Копіравал		
				Формат A1		

Перв. примен.
Справ. №
Листів і дата
Взам. шиф. №
Інд. № дроб.
Листів і дата
Інд. № дроб.



1 - підставка; 2 - вкладиш; 3 - планка опорна; 4 - притискач; 5 - болт
Рисунок 1 - Тривимірна модель притискача (збірка)



1 - підставка; 2 - вкладиш; 3 - планка опорна; 4 - притискач; 5 - болт
Рисунок 2 - Тривимірна модель притискача (рознесений вид)

Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Изм. № д/дл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Изм. № подл.

МР.ПМК-199.05.00.000 СХ								
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Імітаційне дослідження роботи розточного пристрою	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Кедик				Н		
Проб.		Одосі				Лист	Листов	1
Т.контр.		Одосі						
Н.контр.		Одосі						
Чтб.		Панчук						
						ПМКМ-21-1		
Копировал						Формат А2		