

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут інженерної механіки та робототехніки
Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Петрик Сергій Юрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Технологічний процес виготовлення деталі «Піввкладиш нижній 6312.02»
(назва роботи)

для умов дрібносерійного типу виробництва

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

131 Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

С.Ю. Петрик

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Одосій Зіновій Михайлович, к.т.н., доц.
(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

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної магістерської роботи на тему: Технологічний процес виготовлення деталі “Піввкладиш нижній 6312.02” для умов дрібносерійного типу виробництва”.

Розрахунково-пояснювальна записка складається з 76 сторінок формату А4 і містить: 14 рисунків, 20 таблиць, 18 посилання на літературу та додатки на 9 сторінках.

Графічна частина: 7 аркушів формату А1.

Об’єкт дослідження – процес механічної обробки.

Предмет дослідження – деталь “Піввкладиш нижній 6312.02”.

Мета роботи – розробити на базі існуючого заводського технологічного процесу механічної обробки піввкладиша нижнього 6312.02 покращений проектний варіант, який дозволить здешевити собівартість виготовлення даної деталі, досягнувши задану кресленням деталі точність розмірів та якість поверхонь, а також розробити конструкції верстатного та контрольного пристроїв, та підтвердити працездатність верстатного та оптимізувати конструкцію його притискних ланок за допомогою програм САПР.

Згідно завдання на магістерську роботу у роботі проведений аналіз конструкції, призначення і функцій деталі у виробі, аналіз заводського способу отримання заготовки та маршруту механічної обробки. По результатах аналізу та рекомендацій технічних літературних джерел, розроблено проект технологічного маршруту механічної обробки піввкладиша нижнього для умов дрібносерійного виробництва, вибрано оптимальний спосіб отримання заготовки, пораховано припуски, режими різання та норми часу. Для закріплення деталі на вертикально-свердлильній операції (015) розроблено конструкцію спеціального верстатного пристрою з пневмоприводом, працездатність котрого підтвердили розрахунки проведенні в 2-му та 3-му розділах пояснювальної записки.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі.

Ключові слова: *деталь, заготовка технологічний маршрут, операція, обладнання, пристрій, інструмент, режими різання, сила різання.*

Студент: Петрик С.Ю.

SUMMARY

of the qualification master's thesis on the topic: Technological process of manufacturing the part “Lower half liner 6312.02” for small-scale production.

The explanatory note consists of 76 pages of A4 format and contains: 14 figures, 20 tables, 18 references to literature and appendices on 9 pages.

Graphic part: 7 sheets of A1 format.

Object of study - the process of machining.

The subject of research is the part “Lower half liner 6312.02”.

Purpose - to develop, on the basis of the existing factory technological process of machining the lower half liner 6312.02, an improved design process that will reduce the cost of manufacturing this part, achieving the dimensional accuracy and surface quality specified by the part drawing, as well as to develop the design of machine tools and control devices, and to confirm the operability of the machine tool and optimise the design of its clamping links using CAD software.

In accordance with the task for the master's thesis, the paper analyses the design, purpose and functions of the part in the product, analyses the factory method of obtaining the workpiece and the route of machining. Based on the results of the analysis and recommendations of technical literature sources, a draft technological route for machining the lower half liner for small-scale production was developed, the optimal method of obtaining the workpiece was selected, and allowances, cutting modes and time standards were calculated. To fix the workpiece on the vertical drilling operation (015), a special machine tool device with a pneumatic drive was designed, the performance of which was confirmed by the calculations performed in the 2nd and 3rd sections of the explanatory note.

The results of the work can be used in the machine-building industry.

Keywords: *part, workpiece, technological route, operation, equipment, device, tool, cutting modes, cutting force.*

Student: Petryk S.Yu.

Зміст

Вступ

1	Технологічна частина.....	
1.1	Конструкторсько-технологічний аналіз виробництва деталі	
1.1.1	Опис призначення та конструкції деталі.....	
1.1.2	Аналіз технологічності конструкції деталі	
1.2	Визначення річної програми випуску та кількості деталей у партії	
1.3	Аналіз базового технологічного процесу	
1.3.1	Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки	
1.3.2	Опис та аналіз базового техпроцесу.....	
1.4	Розробка операційної технології.....	
1.4.1	Розрахунок припусків на механічну обробку і визначення технологічних розмірів	
1.4.2	Розрахунок режимів різання та уточнення моделей верстатів.....	
1.4.3	Розрахунки, пов'язані з підготовкою карти наладки і керуючої.....	
1.4.4	Аналіз точності обробки програми.....	
1.4.5	Нормування технологічного процесу.....	
2.	Конструкторська частина.....	
2.1	Пристрій свердлильний	
2.1.1	Опис призначення, будови і роботи пристрою	
2.1.2	Розрахунок сил закріплення і визначення основних параметрів механізму затиску.....	
2.1.3	Розрахунки пристрою на міцність і зносостійкість.....	
2.1.4	Розрахунок пристроїв на точність та довговічність.....	
2.2	Пристрій контрольний	
2.3	Розрахунок коефіцієнта уніфікації пристроїв	

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Петрик С.Ю.			Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Олосій З.М.			1		
Реценз.					ІФНТУНГ ПМКм-23-1		
Н. Контр.		Олосій З.М.			Пояснювальна записка		
Затверд.		Панчук В.Г.					

3 Імітаційне моделювання роботи притискної ланки свердлильного пристрою

оп. 015

Висновки

Список використаних джерел

Додатки

					<i>МР.ПМК-638.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Вступ

Постійно зростаюче енергоспоживання промисловості, збільшує викиди шкідливих речовин в навколишнє середовище. Тому охорона навколишнього середовища вимагає постійної підтримки у справному стані засобів по відведенню та очистці газоподібних відходів на теплових електростанціях.

Одним із швидкопрацююваних елементів системи димовідведення є підшипник електродвигуна димососа а, власне, півкладиш нижній 6312.02, до якого відноситься тема даної магістерської роботи, котра полягає в розробці технологічного процесу та його оснащенні для виготовлення заданої деталі в умовах дрібносерійного виробництва.

Поставленої мети досягається застосуванням верстатів з ЧПК для концентрації операцій і забезпечення стабільності якості обробки поверхонь деталі, пристроїв з механізованим приводом та різального інструменту, що забезпечує застосування прогресивних режимів різання у відповідності з високими можливостями застосованого обладнання.

					<i>МР.ПМК-638.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Технологічна частина.

1.1 Конструкторсько-технологічний аналіз виробництва деталі.

1.1.1 Опис призначення та конструкції деталі.

Деталь, піввкладиш нижній 6312.02 входить до складу підшипника електродвигуна димососа котрий складається з двох вкладишів, верхнього і нижнього, котрі після невеликої попередньої мехобробки збираються в комплекті і подальше обробляються у складеному стані.

Попередньо обробляється поверхня рознімання пов.1, поверхні, що необхідні для складання піввкладишів 8, 9, отвори 2, 3 з фасками 4, 5, 10, 11 поверхні 6, 7 з різьбовими отворами 15 – для транспортних рим – болтів, поверхні, що використовуються при монтажі підшипників: 16..21.

Найбільш точною є пов. 12:

Ø208 Н9(^{+0.115}), шорсткістю Ra 3.2 мкм.

Габаритні розміри деталі: Ø330/2×280 мм – отримуються після обробки в складеному стані.

Маса обробленої повністю деталі – 130 кг.

Матеріал деталі – Чавун СЧ 20 ДСТУ 8833:2019.

Опис конструкції деталі наведено в таблиці 1.1. Хімічний склад та механічні властивості матеріалу деталі приведені в таблицях 1.2 та 1.3 відповідно.

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1- Вимоги до точності та якості поверхонь деталі.

№ Поверхні	Поверхня, конфігурація, призначення	Розміри, мм	Квалітет точності, мм	Ступінь точності форми розміщення, мм	Шорсткість Ra, мкм
1-7,6	Площина. Конструкторська і технологічна база Площина вільна	155	h14 (-1.0)	Допуск площинності 0.1 мм	3.2 6.3
2, 3	Внутрішня циліндрична поверхня. Допоміжна. Для розміщення болтів	Ø13	H14(+0.43)		6.3
4, 5; 10,11	Фаска. Вільна	1.5×45 ⁰	± t2/2 (±0.2×±1 ⁰)		6.3
8, 9 – (1)	Площина. Вільна	37	h14(-0.62)		6.3
12	Внутрішня циліндрична поверхня. Виконавча.	Ø208	H9(+0.115)		3.2
13	Внутрішня циліндрична поверхня. Допоміжна. Для нарізання різьби.	Ø10.2	+0.2		6.3
14	Внутрішня циліндрична поверхня. Вільна	Ø71	H14(+0.43)		6.3
15	Внутрішня різьбова поверхня. Допоміжна. Для розміщення римболтів	M12	7H		6.3
16,17- -,E”	Площина вільна	55	± t2/2 (±0.3)		6.3
18, 19	Внутрішня циліндрична поверхня. Допоміжна. Для монтажу.	Ø17	H14 (+0.43)		6.3
20, 21	Фаска. Вільна	2.5×45 ⁰	± t2/2 (±0.2×±1 ⁰)		6.3

Таблиця 1.2 – Хімічний склад чавуну СЧ 20 ДСТУ 8833:2019.

Вміст елементів в %						
C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
			не більше			
3.1 – 3.3	1.4 – 1.8	0.6 – 0.9	0.2	0.2	0.12	0.3

Таблиця 1.3 – Механічні властивості чавуну СЧ 20 ДСТУ 8833:2019.

Межа міцності при розтязі, σ _B , МПа	Межа міцності при згині, σ _{зг} , МПа	Твердість, НВ
196	392	170 - 217

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1.2. Аналіз технологічності конструкції деталі.

При описі конструкції деталі виправлено неточності креслення в частині допусків та шорсткості. Прийнято вільні розміри за H14, h14, $\pm t/2$; та шорсткість з ряду 3.2, 6.3 і 12.5 мкм. Крім цього, введення фаски в отворах 3 і 2, як цього вимагають загальні технічні умови на виріб.

Замість не чинної марки чавуну 15-32, прийнята марка СЧ 20 ДСТУ 8833:2019, що застосовується на підприємстві. Отже, заготовка деталі є виливком з чавуну, що відноситься до 2-ї групи ливарних матеріалів і має добрі ливарні властивості.

Для заданої маси деталі, заготовку можна отримати литтям у піщані форми та відцентровим литтям. Для заданого типу виробництва – тільки у піщані форми ([7], табл. 4.2, с.41-42), - в тому числі:

- за дерев'яними моделями з ручним формуванням;
- за дерев'яними моделями з машинним формуванням;
- за металевими моделями з машинним формуванням;

Висновок: за можливістю отримання заготовки деталей технологічна.

Обробка на верстатах:

- площини 1, 6, 8, 9, 16, 17 – можна обробляти на верстатах фрезерної, розточної та багатоцільової групи;
- отвори 2 і 3 на верстатах свердлильної та фрезерної групи;
- отвори 18 і 19 – на верстатах свердлильної, розточної груп та багатоцільових;
- фаски 4, 5, 10, 11 – разом з отворами;

Для всіх видів обробки достатньо:

- верстатів нормальної точності;
- пристроїв середньої складності.

Напрохід обробляються :

- внутрішня циліндрична поверхня 12;
- площини 1, 6, 7;
- отвори 2 і 3;

					MP.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Решту поверхонь на прохід обробити конструктивно не можливо без суттєвої зміни конструкції деталі чи втрати її міцності. До всіх оброблюваних поверхонь є вільний доступ різального та вимірного інструменту.

Отвори 2, 3, 13, 14 розміщені на достатній віддалі для застосування багатопиндельного обладнання. Жорсткість деталі достатня для застосування прогресивних режимів різання.

З однієї установки обробку деталі виконувати неможливо.

Заготовка спроектована раціонально і поверхонь, що можна б було не обробляти, не залишилось.

Першою чистовою базою буде пов.1, котру отримують при базуванні на необроблені зовнішні циліндричні поверхні.

Для отримання постійних баз для подальшої обробки і складання, доцільно отвори 2 і 3 обробити за 9 квалітетом точності, що дозволить не тільки отримати надійні базові поверхні для мехобробки, але і для складання, а, власне:

- обидва півкладиші обробляють отвори по Н9 і на їх базі – пов. Ø208Н9;
- складаючи підшипник, застосовують болти за ГОСТ 7817-72 (т. з. „чисті”), для болта М12 – діаметр стержня – Ø13h9, - з одного боку, базують на оправці Ø208f9 і у другу пару отворів закладають звичайний болт М12.

Отримана якість складання дозволить виконати обробку з меншими припусками.

Коефіцієнт оброблюваності матеріалу СЧ 20:

$K_{vm}=1.0$ ([18], табл. 1, с. 20);

Висновки:

1. За всіма параметрами деталь – технологічна.
2. Для покращення умов обробки та складання, отвори 2 і 3 виконати розмірами Ø13Н9 з віддаллю між ними 280 ± 0.1 мм.

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Визначення річної програми випуску деталей та кількості деталей в партії

Заданий тип виробництва – дрібносерійний.

Режим роботи підприємства 2 зміни на добу.

Дані базового техпроцесу наведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Трудомісткість операцій.

№ операції	Назва операції	Модель верстату	$T_{шт}$, хв
010	Вертикально – фрезерна	6P13	22.78
015	Вертикально – фрезерна	6P13	15.12
025	Радіально – свердлильна	2H55	19.81
035	Горизонтально – розточна	2A614	101.77
Разом			159.48

Число операцій $n = 4$; сумарний штучний час $\sum T_{ум} = 159.48$ хв. Середній штучний час:

$$T_{ум.сер} = \frac{\sum T_{ум}}{n} = \frac{159.48}{4} = 39.87 \text{ хв.}$$

Такт випуску деталей:

$$t_г = k_з \cdot T_{ум.сер},$$

де $k_з$ – коефіцієнт закріплення операцій для заданого типу виробництва:

$20 < k_з < 40$. Приймаємо $k_з = 30$, тоді:

$$t_г = 30 \cdot 39.87 = 1395.45 \text{ хв.}$$

Річна програма випуску деталей:

$$N = \frac{F_д \cdot 60}{t_г} = \frac{3900 \cdot 60}{1395.45} = 168 \text{ шт,}$$

де $F_д$ – дійсний річний фонд робочого часу устаткування; $F_д = 3900$ год.

Розрахункова кількість деталей у партії:

$$n_д = \frac{N \cdot a}{F} = \frac{168 \cdot 24}{251} = 16 \text{ шт,}$$

де a – періодичність запуску виробів, $a = 24$ днів ([1], с.23);

F – кількість робочих днів у році (2024), $F = 251$ день.

Розрахункове число змін на обробку партії деталей:

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C = \frac{T_{ум.сер} \cdot n_{\partial}}{480 \cdot 0,8} = \frac{39,87 \cdot 16}{480 \cdot 0,8} = 1,66 \text{ зміни,}$$

де 480 – дійсний фонд часу роботи устаткування за зміну, хв.;

0,8 – нормативний коефіцієнт завантаження верстатів у серійному виробництві.

Прийнята кількість змін $C_{np} = 2$ зміни.

Прийнята кількість деталей в партії:

$$n_{\partial} = \frac{C_{np} \cdot 480 \cdot 0,8}{T_{ум.сер}} = \frac{4 \cdot 480 \cdot 0,8}{39,87} = 19,3 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n_{\partial} = 20$ шт.

Уточнюємо програму випуску для кратності її до партії запуску:

$$\text{Число запусків } i = \frac{N}{n_{\partial}} = \frac{168}{20} = 8,4.$$

Приймаємо $i = 8$; $N = i \cdot n_{\partial} = 8 \cdot 20 = 160$ шт.

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

1.3 Аналіз базового технологічного процесу

1.3.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

Базова заготовка виготовляється литтям у піщані форми за дерев'яними моделями. Точність заготовки:

9 – 6 – 3 – 9 ст. 08 ДСТУ 8981:2020.

При 6 ступені короблення становить 0,4 мм ([7], табл. 4.12, с. 63);

Маса базової заготовки $M_{36}=158$ кг.

Маса деталі після попередньої обробки $M_d=152$ кг.

Коефіцієнт використання матеріалу по попередній обробці:

$K_{BM} = M_d / M_{36} = 152 / 158 = 0.95$.

З цього видно, що за точністю та K_{BM} , базова заготовка відповідає вимогам заданого типу виробництва, тому, доцільно, подальшу розробку виконувати з використанням базової заготовки.

Припуски допуски та розміри попередньо оброблюваних поверхонь приведені в таблиці 1.5.

Довідково: загальний $K_{BM} = 130 / 158 = 0.82$.

Таблиця 1.5 – Розрахунок розмірів заготовки

№ п.п	Назва параметрів	№ поверхонь, розміри			
		1 – 6, 7	8, 9 – (1)	16 - 17	12
Деталь					
1	Розмір, мм	155	37	110	Ø208
2	Квалітет	14	14	14	9
3	Шорсткість, мкм	6.3	6.3	6.3	3.2
Заготовка					
4	Клас точності	9	9	9	9Г
5	Допуск T, мм	2.4	2.0	2.4	2.2
6	Відхилення, мм	±1.2	±1	±1.2	±1.1
7	Позначення припуску	2Z ₁	Z ₂	2Z ₃	2Z ₄
8	Основний припуск, мм	2*3.2	2.8	2*3.2	2*4.0
9	Додатковий припуск, мм*	-	-	-	-
10	Загальний припуск, мм	2*3.2	2.8	2*3.2	2*4.0
11	Розрахунковий розмір, мм	161.4	43.05	116.4	200
12	Виконавчий розмір, розмір заготовки з відхиленням, мм	161.5±1.2 (3.25)	43±1 (2.8)	116.5±1.2 (3.25)	200±1.1 (4.0)

* Враховує зміщення і (або) короблення виливка ([7], табл. 4.11, 4.12, с. 63), якщо перевищує половину поля допуску на розмір.

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.8 – Маршрут механічної обробки деталі і зміст операції

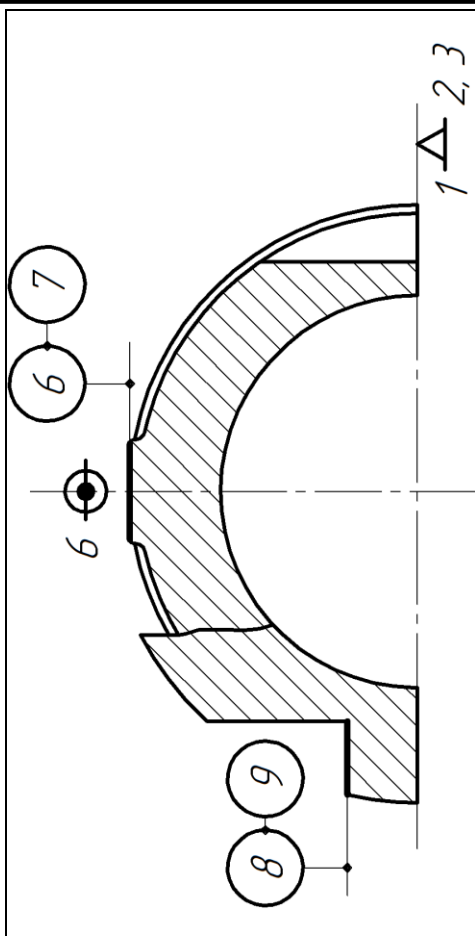
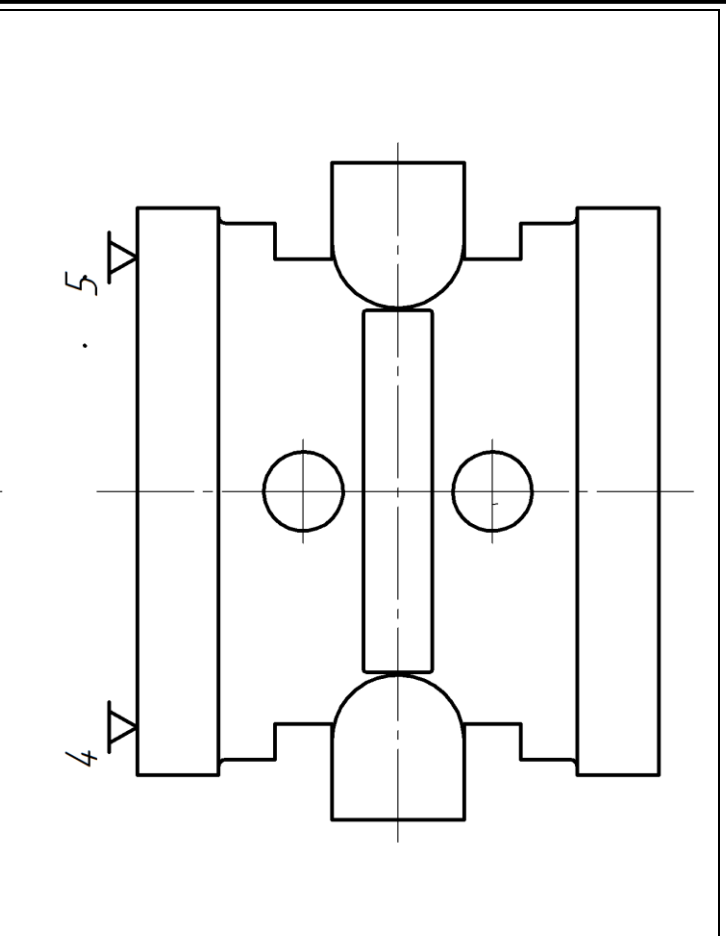
№ операції	Назва та зміст операції, інструмент	Тип і модель верстага	Характеристика пристрою	Схема установки обробки
005	Розміточна Розмічування припуску	Плита розміточна		
010	Вертикально-фрезерна Фрезерувати пов. 1. фреза торцюва	Вертикально-фрезерний мод. 6P13	Лещата верстатні (A=400мм)	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

МР.ПМК-638.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.8

015	<p>Вертикально-фрезерна</p> <p>1. Фрезерувати пов.6 і 7. фреза кінцева.</p> <p>2. Фрезерувати пов.8 і 9. фреза кінцева.</p>	Вертикально-фрезерний мод. 6P13	Лещата верстатні (A=400мм) і плитки	 
-----	---	---------------------------------	-------------------------------------	--

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМК-638.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.8

025	<p>Радіально-свердлильна.</p> <p>1. Свердлиги отвір 13. Свердло спіральне.</p> <p>2. Розсвердлиги отвір 14. Свердло спіральне.</p> <p>3. Нарізати різьбу 15. Мітчик.</p> <p>4. Свердлиги отвори 2 і 3. Свердло спіральне.</p> <p>5. Зенкувати фаски 10 і 11. Зенківка.</p> <p>6. Зенкувати фаски 4 і 5. Зенківка зворотня спеціальна.</p>	Радіально-свердильний мод. 2Н55	Комплект кріпильних техноло-гічних деталей	
-----	---	---------------------------------	--	--

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Продовження таблиці 1.8

035	Горизонтально-розточна	Комплект кріпильних техноло-гічних деталей	
1. Фрезерувати поверхню 16(17) Фреза кінцева.	Горизон-тально-розточний мод. 2А614		
2. Свердлити отвір 18 (19) Свердло спіральне			
3. Зенкувати фаски 20 (21) Зенківка			
4. Розточити поверхню 12 начорно.			
Різець розточний державковий			

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

МР.ПМК-638.00.000 ПЗ

Арк.

Операції 010 та 015 виконуються на верстатах 6P13 з використанням верстатних лещат. На першій, 010, потрібно тільки встановити оброблювану пов. 1 горизонтально, що легко виконати при попередньому легкому затиску заготовки в лещатах, та виставити по фрезі за допомогою планки та молотка.

На операції 015 для базування заготовки в лещата підкладаються плитки (плитка). Пов. 6 і 7 оброблюється вільно, пов. 8 і 9 по розмітці і по лімбу.

При до оснащенні фрезерних операцій засобами якісного базування до лещат, можна було б застосувати їх в новому техпроцесі.

Операція 015 має недолік – ручне керування, обробка по лімбу та базування на одному з торців, що не забезпечує симетричності пов. 8 і 9.

Свердління всіх отворів, перпендикулярних до поверхні 1, здійснюються на радіально – свердлильному верстаті по розмітці, що забезпечує задану шорсткість. Недоліки – ручне керування і ручна зміна інструменту.

Горизонтально – розточна операція виконується на верстаті 2A614, по розмітці і характерна ручним керуванням та ручною зміною інструменту. Так як виконується тільки чорнове розточування, та на точність обробки в складеному стані суттєвого впливу немає.

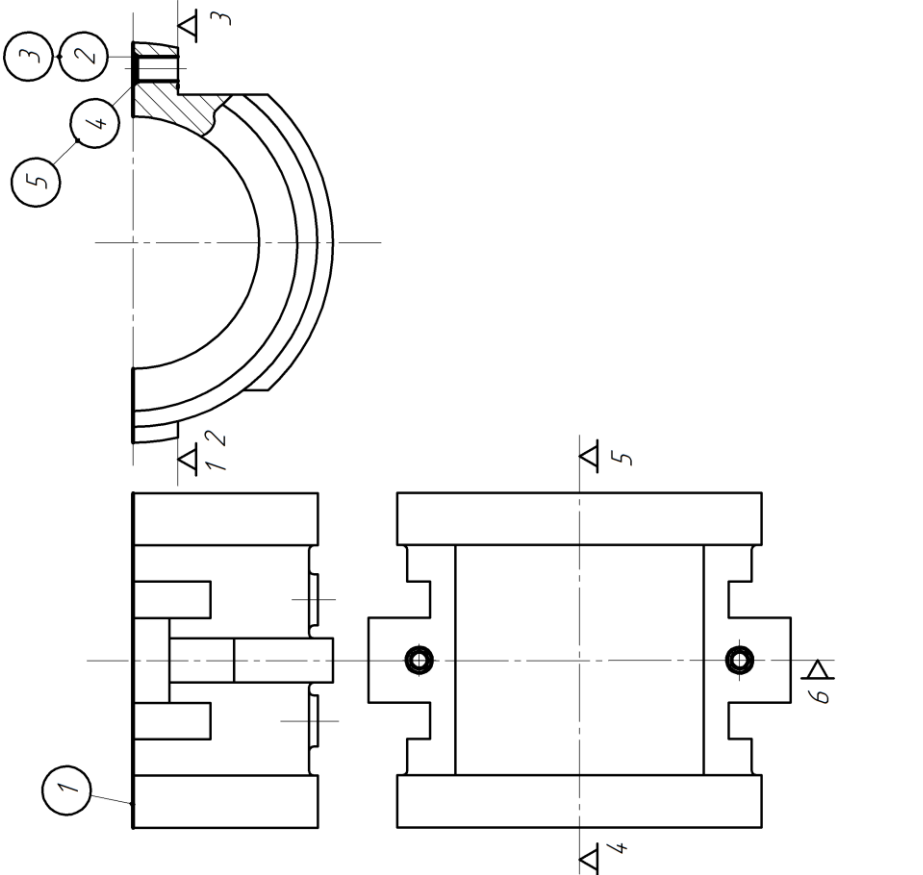
Основний висновок з цього аналізу: базовий техпроцес не гарантує стабільність якості деталей.

Покращений – проектний техпроцес приведений в таблиці 1.9. В ньому застосовані майже всі верстати з ЧПК – 3, а 1 – з попереднім набором та цифровою індикацією. Для надійності закріплення застосовані пристрої з механізованим приводом, на 1-й, фрезерній операції 005, виконані точні отвори 2 і 3 (технологічно), що забезпечує точність баз на всіх решті операцій.

Використання отворів 2 і 3 за бази при складанні дозволяє остаточне розточування пов. 12 виконати при попередній обробці.

					MP.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.9— Пропонований варіант технологічного процесу обробки деталей

№ операції	Назва та зміст операції, інструмент	Тип і модель верстата	Характеристика пристрою	Схема установки обробки
005	<p>Фрезерна з ЧПК</p> <p>1. Фрезерувати пов.1 Фреза торцева.</p> <p>2. Свердлити отвір 2 і 3, фаски 4 і 5. Свердло комбіноване збірне.</p> <p>3. Зенкувати отв. 2, 3. Зенкер.</p> <p>4. Розвернути отвори 2, 3. Розвертка.</p>	<p>Фрезерний з ЧПК мод. 6P13Ф3</p>	<p>Лещата спеціальні самоцентруючі</p>	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

МР.ПМК-638.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.9

010	<p>Фрезерна з ЧПК</p> <p>1. Фрезерувати пов. 6 і 7. Фреза.</p> <p>2. Фрезерувати пов. 8 і 9. Фреза.</p> <p>3. Зенкувати фаски 10 і 11. Зенкер</p>	<p>Фрезерний з ЧПК МОД. 6P13Ф3</p>	<p>Спеціальний з пневмопри- водом</p>	
-----	---	--	---	--

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

МР.ПМК-638.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.9

015	<p>Свердлильна з ЧПК</p> <p>1. Свердлиги отвір 13. Свердло.</p> <p>2. Розсвердлиги отвір 14. Свердло.</p> <p>3. Нарізати різьбу 15 в отв. 14. Мігчик.</p>	<p>Сверд- ливий з ЧПК мод.2P135Ф2</p>	<p>Спеціаль- ний з пневмо- приводом</p>	
-----	---	---	---	--

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

МР.ПМК-638.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.9

025	<p>Горизонтально-розточна</p> <p>1. Фрезерувати поверхню 16 і 12 Фреза.</p> <p>2. Свердлиги отв. 18 і 19. Свердло.</p> <p>3. Зенкувати фаски 20 і 21. Зенкер.</p> <p>4. Розточити поверхню 12 ночорно і начисто.</p> <p>Різець розточний державковий.</p>	<p>Горизонталь- но-розточний мод. 2620ВФЗ</p>	<p>Спеціальний з гідроприводом</p>	
030	Контрольна			

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

ρ_{0i-1} – сумарне відхилення розміщення поверхні (від паралельності, співвісності, симетричності, позиційне...), мкм.

E_i – похибка установки деталі на операції, мкм.

Маршрут обробки, дані для розрахунків та результати розрахунків заносимо в таблицю 1.10

$$(R_z + h) = 500 \text{ мкм} \text{ ([5], табл. 6.6, с.182);}$$

За ТВ до заготовки: $\rho_{зм} = 800$ мкм, $\rho_{кор} = 400$ мкм. (див. технічні вимоги до вилівка).

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{кор}^2} = \sqrt{800^2 + 400^2} = 894 \text{ мкм.}$$

$$\text{Похибка установки: } E_1 = \sqrt{E_{\delta 1}^2 + E_{\beta 1}^2};$$

$$\text{Похибка базування: } E_{\delta 1} = \sqrt{E_{\delta 1}'^2 + E_{\delta 1}''^2},$$

де $E_{\delta 1}'$ – допуск на розміщення базової поверхні $T_h = 1.00$ мм;

$E_{\delta 1}''$ – найбільший зазор між циліндричним пальцем та отвором в заготовці в

$$\text{посадці: } 13 \frac{H9(+0.043)}{f7(-0.016/-0.034)}; \quad Z_{maz} = 0.043 + 0.034 = 0.077 \text{ мм;}$$

Похибка закріплення $E_{\beta 1} = 110$ мкм, ([1], табл. 4.13, с.81);

$$E_{\delta 1} = \sqrt{1000^2 + 77^2} = 1003 \text{ мкм,}$$

На послідуючих переходах механічної обробки, після:

- чорнового розточування: $R_z = 40$ мкм; $h = 50$ мкм ([5], табл. 27 с.190);
- чистового розточування: $R_z = 20$ мкм; $h =$ - ([5], табл. 27 с.190);
- тонке розточування $R_z = 5$ мкм; $h =$ - ([5], табл. 25 с.188);

Для визначення ρ_i та E_i використовується коефіцієнт уточнення K_{yi} ([5], табл. 29, с.190):

- після чорнового розточування $K_{yi} = 0,06$;
- після чистового розточування $K_{yi} = 0,04$;
- після тонкого розточування $K_{yi} = 0,02$;

$$\rho_i = \rho_{заг} \cdot K_{yi}, \text{ мкм;}$$

$$\rho_1 = 0,06 \cdot 894 = 54 \text{ мкм;}$$

$$\rho_2 = 0,04 \cdot 894 = 45 \text{ мкм;}$$

$$\rho_3 = 0,02 \cdot 894 = 22 \text{ мкм;}$$

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\varepsilon_i = \varepsilon_{yi} \cdot K_{yi};$$

$$\varepsilon_2 = 0.04 \cdot 1003 = 40 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_3 = 0.02 \cdot 1003 = 10 \text{ мкм}.$$

Розрахунок мінімальних припусків:

$$2Z_{1\min} = 2(500 + \sqrt{894^2 + 1003^2}) = 2 \cdot 1905 \text{ мкм} = 3.810 \text{ мм};$$

$$2Z_{2\min} = 2(40 + 50 + \sqrt{54^2 + 40^2}) = 2 \cdot 157 \text{ мкм} = 0.314 \text{ мм};$$

$$2Z_{3\min} = 2(20 + \sqrt{45^2 + 20^2}) = 2 \cdot 69 \text{ мкм} = 0.138 \text{ мм};$$

Розрахункові розміри:

$$D_{p3} = D_{\max} = 208.115 \text{ мм};$$

$$D_{p2} = D_{p3} - 2Z_{3\min} = 208.115 - 0.138 = 207.977 \text{ мм};$$

$$D_{p1} = D_{p2} - 2Z_{2\min} = 207.977 - 0.314 = 207.663 \text{ мм};$$

$$D_{\text{заг}} = D_{p1} - 2Z_{1\min} = 207.663 - 3.810 = 203.853 \text{ мм};$$

Мінімальні розміри - заокруглені D_{pi} ;

Максимальні розміри - $D_{i\min} = D_{i\max} - T_i$, мм.

Граничні припуски: $2Z_{\max}^{zp} = D_{i\min} - D_{(i-1)\min}$, мм;

$$2Z_{\min}^{zp} = D_{i\max} - D_{(i-1)\max}$$
, мм.

Значення граничних розмірів та припусків наводимо в таблиці 1.10.

Схема графічного розташування припусків на обробку поверхні приведена на рисунку 1.2.

Загальні припуски:

$$2Z_{\min}^{\text{заг}} = 4515 \text{ мкм}; \quad 2Z_{\max}^{\text{заг}} = 6600 \text{ мкм}.$$

Перевірка правильності розрахунків:

$$2Z_{\max}^{\text{заг}} - 2Z_{\min}^{\text{заг}} = 6600 - 4515 = 2085 \text{ мкм}.$$

$T_{\text{заг}} - T_{\delta} = 2200 - 115 = 2085 \text{ мкм}$, - отже, розрахунки правильні.

Номінальний припуск :

$$2Z_i = 2Z_{i\min} + ES_{D_{i-1}} + ES_{D_i}$$
, мм

де $ES_{D_{i-1}}, ES_{D_i}$ - верхні відхилення розмірів відповідно, на попередньому та виконуваному переходах.

При розточуванні, номінальні припуски рівні максимальним.

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.10 – Розрахунок припусків і граничних розмірів

Технологічні операції та переходи	Елементи припуску, мкм			Мінімальний припуск $2Z_{i,min}$, мкм	Розрахунковий розмір d_p , мм	Допуск T , мкм	Граничні розміри, мм		Граничні припуски, мм		Виконавчі розміри, мм
	R_z	h	ρ				ε	d_{max}	d_{min}	$2Z_{min}^{zp}$	
Обробка пов. 20 Ø208H9(+0.115)											
Заготовка	500	894	-	-	103.853	2200	203.6	201.4	-	-	202.5±1.1
Чорнове розточування	40	50	54	1003	207.663	460	207.460	207.0	3860	5600	207 ^{+0.46}
Чистове розточування	20	-	45	40	207.977	185	207.985	207.80	525	800	207.8 ^{+0.185}
Тонке розточування	5	-	22	20	208.115	115	208.115	208.0	130	200	208 ^{+0.115}
Загальний припуск	-	-	-	-	-	-	-	-	4515	6600	-

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

МР.ПМК-638.00.000 ПЗ

Арк.

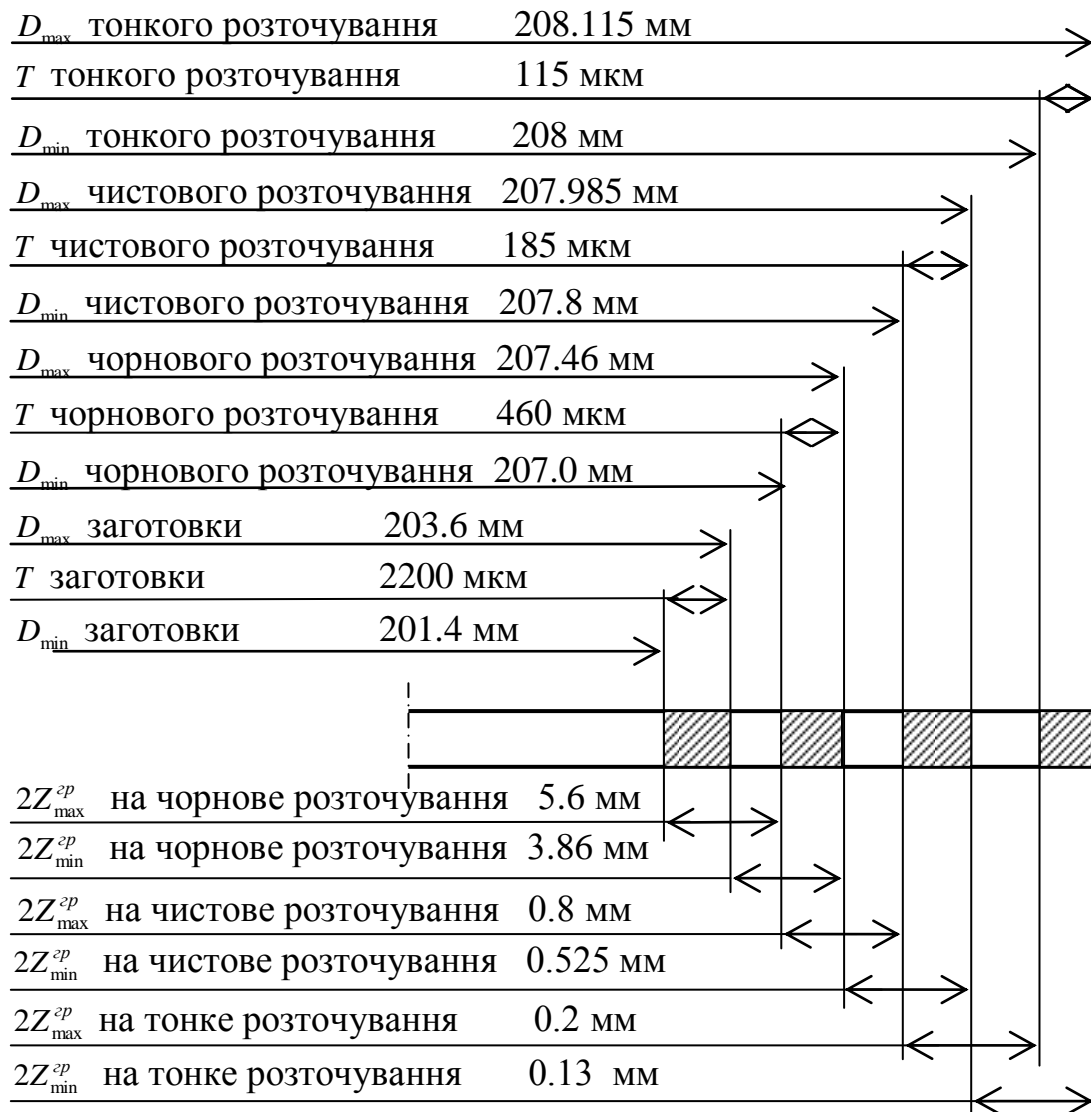


Рисунок 1.2 - Схема графічного розміщення припусків та допусків на обробку поверхні $\text{Ø}208\text{H}9$

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4.2 Розрахунок режимів різання та уточнення моделей верстатів

Розрахунок режимів різання виконується аналітичним (довідник [6]) та нормативним (довідник [4]) методами.

Результати розрахунку зведені в таблицю 1.2.

Розрахунок основного часу виконуємо за формулою:

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0}, \text{хв. ([4], табл.1, с.610, 611,613);}$$

де довжина робочого ходу $L=l+l_1+l_2$, мм

де l – довжина обробки, мм

(l_1+l_2) – величини на врізання та перебіг інструменту (довідник [4]), мм;

i – число проходів інструменту,

n – частота обертання шпинделя, хв.⁻¹,

S_0 – подача на оберт шпинделя;

для верстатів, де визначається хвилинна подача, - $S_x=n \cdot S_0$, - застосовується в знаменнику.

При нарізанні різьб мітчиками: $T_0 = \frac{L + L_{\text{доп}}}{n \cdot P}$, хв. ([4], с. 612)

де $L_{\text{доп}}$ – довжина додаткового ходу мітчика, мм

P – крок нарізуваної різьби.

Розрахунок режимів різання аналітичним методом

Операція 020. Горизонтально - розточна.

Верстат горизонтально-розточний 2620ВФ1:

- потужність головного двигуна верстата $N_{\text{дв}}=10.2$ кВт.

- коефіцієнт корисної дії приводу $\eta = 0,8$ ([1], с.95)

Ефективна потужність на шпинделі верстату $N_e = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 8.16$ кВт.

Розточити поверхню 12 остаточно.

Різальний інструмент: розточний державковий різець: $\varphi=90^\circ$, $\varphi_1=10^\circ$, $\lambda=0^\circ$, $\gamma=0^\circ$.

Різець 2142-0457 ВКЗМ ГОСТ 9795-84;

Оброблюваний матеріал: чавун СЧ20 ДСТУ 8833:2019;

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Режими різання:

Глибина різання $t=5.1$ мм.

Подача нормативна $S_{0н}=0,32$ мм/об; ([6], табл. 25 с. 277)

Подача на оберт шпинделя $S_0= S_{0н} \cdot K_S$;

Поправковий коефіцієнт на подачу $K_S= K_{LS} \cdot K_{OS} \cdot K_{ЖС} \cdot K_{IS}$;

де коефіцієнти поправкові на ([6], табл. 25 с. 277):

- глибину отвору $K_{LS}=1$;
- якість отвору $K_{OS}=0.5$;
- жорсткість системи ВПД $K_{ЖС}=1$;
- інструментальний метал $K_{IS}=1$;

$K_S=0.5$;

$S_0=0.32 \cdot 0.5=0.16$ мм/об.

Швидкість різання – розрахункова: $V_P = \frac{C_V \cdot D^q \cdot K_V}{T^m \cdot S^y}$, м/хв.

Період стійкості інструменту $T = 25$ хв. ([6], табл. 30 с. 279);

$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{LV}$;

Поправкові коефіцієнти на:

- оброблюваний матеріал $K_{MV} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_v} = \left(\frac{190}{217}\right)^{1.3} = 0.84$;

де $n_v = 1.3$ ([6], табл. 2, с. 262)

- на інструментальний матеріал $K_{IV}=1$ ([6], табл. 6, с. 263);
- на глибину свердління $K_{LV}=1$ ([6], табл. 31, с. 280);

$K_V = 0.84$;

Коефіцієнти і показники степенів ([6], табл. 28, с. 278):

$C_V=14.7$; $q=0,25$; $y=0,55$; $m=0,125$;

$$V_P = \frac{14.7 \cdot 10.2^{0.25} \cdot 0.84}{25^{0.125} \cdot 0.16^{0.55}} = \frac{22.067}{1.5 \cdot 0.365} = 40.31 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя розрахункова :

$$n_P = \frac{1000V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 40.31}{\pi \cdot 10.2} = 1257 \text{ хв}^{-1}; \text{ Приймаємо } n = 1400 \text{ хв}^{-1}$$

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розміри обробки $B=65$ мм. Шорсткість $R_a=6,3$ мкм

Довжина обробки $l=54$ мм ;

Режими різання:

Глибина фрезерування $t=2.8$ мм.

Подача на зуб фрези: $S_z = S_H \cdot K_s$, мм/зуб;

Нормативна подача: $S_H=0.15$ мм/зуб ([6], табл. 34 с.283);

$K_s=1$ ([6], табл. 34 с.283);

$S_z=0.15$ мм/зуб;

Подача на оберт шпинделя $S_0 = S_z \cdot Z$;

$S_0=0.15 \cdot 8=1.2$ мм/об;

Швидкість різання – розрахункова:

$$V_P = \frac{C_V \cdot D^q \cdot K_V}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p}, \text{ м/хв.}$$

Період стійкості фрези $T = 180$ хв. ([6], табл. 40, с. 290);

Поправочний коефіцієнт на швидкість різання:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{iV};$$

де коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу:

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{nv} = \left(\frac{190}{217}\right)^{1.25} = 0.85$$

де $nv=1.25$ ([6], табл. 2, с.262);

Коефіцієнт на стан поверхні заготовки:

$K_{ПV} = 0.8$ ([6], табл. 5, с. 263); $K_{iV}=1$ для Р6М5 ([6], табл. 6, с. 263)

$K_V=0.85 \cdot 0.8=0.68$;

Коефіцієнти і показники степенів ([6], табл. 39, с. 288):

$C_V=42$; $q=0,2$; $x=0,1$; $y=0,4$; $u=0.1$; $p=0.1$; $m=0.15$;

$$V_P = \frac{42 \cdot 72^{0.2} \cdot 0.68}{180^{0.15} \cdot 2.8^{0.4} \cdot 0.15^{0.4} \cdot 65^{0.1} \cdot 8^{0.1}} = 67.18 / 2.126 = 31.5 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя розрахункова :

$$n_P = \frac{1000V}{\pi \cdot D_\phi} = \frac{1000 \cdot 31.59}{\pi \cdot 72} = 139.7 \text{ хв}^{-1}; \text{ Приймаємо } n = 125 \text{ хв}^{-1} \text{ (паспорт).}$$

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_p = 20 \cdot 1 \cdot 1.17 \cdot 0.6 = 14.04 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя розрахункова :

$$n_p = \frac{1000V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 14.04}{\pi \cdot 17} = 262 \text{ хв}^{-1}; \text{ Приймаємо } n = 250 \text{ хв}^{-1}$$

$$S_x = 0.3 \cdot 250 = 75 \text{ мм/хв.}; \text{ Паспорт: } S_x = 76 \text{ мм/хв}; S_0 = 76/250 = 0.304 \text{ мм/об.}$$

$$\text{Фактична } V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 17 \cdot 250}{1000} = 13.35 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Основний технологічний час:

$$T_0 = \frac{111 \cdot 2}{76} = 2.921 \text{ хв.}$$

Осьова сила різання:

$$P_o = P_{o.\text{табл}} \cdot K_{21},$$

$$\text{да } P_{o.\text{табл}} = 3625 \text{ н (с.669), } K_{21} = 1 \text{ (с. 669);}$$

$$P_o = 3625 \text{ н.}$$

Потужність різання:

$$N_p = N_{\text{табл}} \cdot K_{24}, \text{ кВт};$$

$$N_{\text{табл}} = 0.575 \text{ (с.672);}$$

$$K_{24} = 1.1 \text{ (669);}$$

$$N_p = 0.575 \cdot 1.1 = 0.633 \text{ кВт};$$

$$\text{Ефективна потужність верстату } N_e = 10.2 \cdot 0.8 = 8.16 \text{ кВт};$$

$$N_p = 0.633 \text{ кВт} < N_e = 8.16 \text{ кВт.}$$

Верстат за потужністю працездатний.

$$M_{\text{кр}} = 9750 \cdot N/n = 9750 \cdot 0.633/250 = 24.668 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Прийняті режими різання:

$$t = 8,5 \text{ мм}; S_0 = 0,304 \text{ мм/об}; S_x = 76 \text{ мм/хв.}; T = 40 \text{ хв}; n = 250 \text{ хв}^{-1}; V = 13.35 \text{ м/хв};$$

$$N_p = 0.633 \text{ кВт}; P = 3625 \text{ Н}; M_{\text{кр}} = 24.668 \text{ Н} \cdot \text{м}; T_0 = 2.921 \text{ хв.}$$

Операція 025. Горизонтально-розточна.

Верстат 2620ВФ1.

Розточити пов.12 начорно ($\varnothing 207$ мм).

Оброблюваний матеріал: чавун СЧ20 ДСТУ 8833:2019, твердість 217 НВ;

Різальний інструмент: різець розточний державковий, ВК8.

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Довжина обробки $l=202$ мм, $l_1+l_2=4$ мм; $L=202+4=206$ мм, $i=1$.

Режими різання:

Глибина різання $t=2.8$ мм.

Подача нормативна $S_0=0.8$ мм/об (табл. 7 с.646);

Швидкість різання – розрахункова:

$$V_p = V_n * K_4 * K_5 * K_6, \text{ м/хв.}$$

$$V_n=69 \text{ м/хв. (с.648) – для } t=2.8 \text{ мм; } S_0=0.8 \text{ мм/об; } \varphi=60^0.$$

Коефіцієнти:

- на оброблюваний матеріал, - $K_4=1$ (с. 649);
- на період стійкості інструменту, - $K_5=0.9$, - при $T=60$ хв;
- на вид обробки, - $K_6 = 0.85$, (розточування), (с. 650);

$$V_p=69*0.9*0.85=52.785 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя розрахункова :

$$n_p = \frac{1000V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 52.785}{\pi \cdot 207} = 81.17 \text{ хв}^{-1}; \text{ Приймаємо } n=80 \text{ хв}^{-1}$$

$$S_x=0.8*80=64 \text{ мм/хв.}; \text{ Паспорт: } S_x=64 \text{ мм/хв};$$

$$\text{Фактична } V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 207 \cdot 80}{1000} = 52.02 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

$$\text{Основний технологічний час: } T_0 = \frac{206}{64} = 3.219 \text{ хв.}$$

$$\text{Потужність різання: } N_p = N_{\text{табл}} \frac{V}{100} K_7, \text{ кВт};$$

$$N_{\text{табл}}=7.74 \text{ (с.651);}$$

$$K_7=0.45 \text{ (651);}$$

$$N_p=7.74 \cdot 52.02 \cdot 0.45 / 100 = 1.81 \text{ кВт};$$

$$\text{Ефективна потужність верстату } N_e=10.2*0.8=8.16 \text{ кВт};$$

$$N_p=1.81 \text{ кВт} < N_E = 8.16 \text{ кВт.}$$

Верстат за потужністю працездатний.

$$\text{Сила різання: } P_z=1020 \cdot 60 \cdot N_p / V = 1020 \cdot 60 \cdot 1.81 / 52.02 = 2129 \text{ Н.}$$

Прийняті режими різання:

$$t=2.8 \text{ мм; } S_0=0,8 \text{ мм/об; } S_x=64 \text{ мм/хв.}; T=60 \text{ хв; } n=80 \text{ хв}^{-1}; V=52.02 \text{ м/хв};$$

$$N_p=1.81 \text{ кВт; } P_z=2129 \text{ Н; } T_0=3.219 \text{ хв.}$$

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.11 – Розрахунок режимів різання та основного часу

№ Опер. перехо-ду	Назва та зміст операції, переходу	D або B обробки	Довжина		Гли-бина	Подача		Швидкість різання			Частота обертання шпинделя		Потуж-ність		T ₀ , хв.	
			l	L		t	S ₀	S _x	V*	V _H	V	n _p	n	N _{pis}		N ₀
		мм	мм			мм/о б	мм/хв	м/хв			хв ⁻¹		кВт			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
005	Фрезерна з ЧПК															
	1.Фрезерувати пов.1	Ø125/65	290	303	3.25	1.6	400	107.5	94.6	98.17	241	250	3.06	6		3.855
	2.Свердлиги отв.2, 3	Ø12	39	46	6.0	0.125	100	25	30	30.16	785	800	3.06		2	1.515
	фаски 4, 5	Ø15	1.5	-	1.5	0.15	120	22.5	35	37.7	742	800	0.8		2	0.920
	3.Зенкерувати отв. 2, 3	Ø12.75	39	42	0.375	0.25	200	31	37.2	32.0	928	800			2	0.420
	5.Розвернути отв. 2, 3	Ø13	39	50	0.125	0.63	200	14	14	12.86	342	315			2	1.000
010	Фрезерна з ЧПК															
	1.Фрезерувати пов.6 і 7	Ø72/42	42	52	3.25	1.2	150	-	-	28.27		125	1.17	6		1.556
	2. Фрезерувати пов.8 і 9	Ø72/65	54	61	2.8	1.2	150	-	31.59	28.27	140	125	1.17		2	0.813
	3. Зенкувати фаски 10 і 11	Ø15	1.5	3	1.5	0.15	120	22.5	35	37.7	742	800			2	0.050
015	Свердлильна з ЧПК															
	1. Свердлиги отв. 13	Ø10.2	31	35	5.1	0.14	200	-	40.31	44.86	1257	1400	0.64	3.2		0.763
	2. Розсвердлиги отв. 14	Ø17	6	10	3.4	0.35	250	30	36	37.92	674	710			2	0.080
	3. Нарізати різьбу 15	M12	26	31	0.9	1.75	(437.5)	12	9.6	9.42	254	250			2	0.333

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

МР.ПМК-638.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
025	Горизонтально – розточна												1.81	8.16		16.980
	1. Фрезерувати пов. 16 і 17	Ø39	39	42	3.25	0.75	300	63	44.86	49.0	366	400			2	0.260
	2. Свердлити отвір 18 і 19	Ø17	105	111	8.5	0.304	76	20	14.04	13.35	262	250	0.633		2	2.921
	3. Зенкувати фаски 20, 21	Ø19	2	3.5	2	0.2	50	21	29.4	14.92	492	250			2	0.140
	4. Розточити пов.12 начорно	Ø207	202	206	2.8	0.8	64	69	52.8	52.02	81	80	1.18		1	3.219
	начисто	Ø207.8	202	204	0.4	0.4	80	120	138	130.56	211	200			1	2.550
	остаточно	Ø208	202	204	0.1	0.12	24	-	170	130.69	161	200	0.04		1	8.500

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

МР.ПМК-638.00.000 ПЗ

Арк.

1.4.3 Розрахунки пов'язані з підготовкою карти налагодження та керуючої програми

Операція 015. Вертикально-свердлильна з ЧПК;

Верстат вертикально – свердлильний з ЧПК 2P135Ф2:

- віддаль від поверхні стола верстату до торців шпинделів – $H_B=600$ мм;
- отвір у шпинделі конус Морзе 4;
- число різьбонарізних головок 1 – 2P135Ф2.51.001- віддаль від торця головки до умовного положення шпинделів – $b_2=150$ мм.

Пристрій: висота опорних поверхонь пристрою над поверхнею стола верстата $H_{пр}=200$ мм.

Заготовка:

- висота поверхонь входу інструменту над опорами пристрою $h_d=155$ мм;
- висота виступаючих частин деталі над поверхнею входу інструменту $\Delta h=15$ мм;

Порядок переходів, різальний та допоміжний інструмент:

1. Свердлити 2 отв. 13 $\varnothing 10.2^{+0.2}$ мм, шорсткість Ra6.3 мкм;

- свердло 035-2301-1018 ОСТ2 И20-2-80; $d_{св.1}=10.2$ мм, $L_1=170$ мм; хвостовик – конус Морзе 1; віддаль від вершини свердла до торця перехідної втулки $l_1=108$ мм;
- втулка (перехідна з конуса Морзе 1 на 4) 6100-0227 ГОСТ 13598-85; віддаль від торця втулки до торця шпинделя верстату $a_1=6.5$ мм.

2. Розсвердлити отв. 14 $\varnothing 17^{+0.43}$ мм, шорсткість Ra12.5 мкм;

- свердло 035-2301-1046 ОСТ2 И20-2-80; $d_{св.2}=17$ мм, $L_2=225$ мм; хвостовик – конус Морзе 2; віддаль від вершини свердла до торця перехідної втулки $l_2=150$ мм;
- втулка (перехідна з конуса Морзе 2 на 4) 6100-0204 ГОСТ 13598-85; віддаль від торця втулки до торця шпинделя верстату $a_2=6.5$ мм.

3. Нарізати різьбу 15 в отв. 13 – M12-7H – Ra6.3 мкм;

- мітчик 035-2620-0523 ОСТ2 И52-1-74; M12; $L_3=90$ мм; $l_3=63$ мм.

Віддаль від вершини інструменту до торця шпинделя – координата вершини інструменту W_i в системі координат інструменту (СКИ) визначається сумування l_i , a_i , b_i , - визначення W_i приведено в таблиці 1.12.

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.12 – Визначення W_i та R_i , мм

Інструмент		l_i	a_i	b_i	W_i	$h_{ди}$	Δh	R_i
№	Назва							
1	Свердло Ø10.2	108	6.5	-	114.5	155	15	113.5
2	Свердло Ø17	150	6.5	-	156.5	155	15	71.5
3	Мітчик	63	-	150	213	155	15	15

Координати в СКІ центру координат по осі Z:

$$H_{oz} = H_{пр} + h_d + \Delta h + W_{i_{max}} + \Delta Z, \text{ мм}$$

де ΔZ – гарантований зазор між заготовкою та інструментом, приймаємо $\Delta Z = 1$ мм (паспорт);

$$H_{oz} = 200 + 155 + 15 + 213 + 1 = 884 \text{ мм};$$

Величина швидких переміщень інструментів по осі Z: $R_i = W_{max} - W_i + \Delta h$, мм

Схема розташування опорних точок приведена на рис 1.3. Координати опорних точок – в таблиці 1.13.

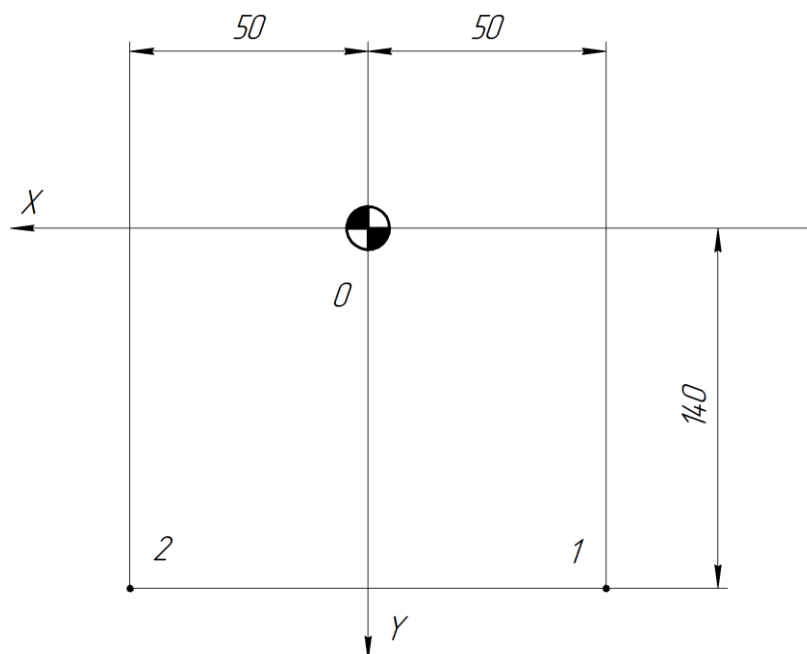


Рисунок 1.3 – Схема розташування опорних точок

Таблиця 1.13 – Координати опорних точок.

Координата	№ опорної точки		
	1	2	O_1
X	-50	50	-250
Y	140	140	140

Розрахунково – технологічна карта – таблиця 1.14.

Карта програмування – таблиця 1.15.

Програма обробки – таблиця 1.16.

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.14 – Розрахунково-технологічна карта

Деталь		Операція				Верстат				Система ЧПК				
6312.02		015				2P135Ф2				Координатна С70-3				
№ оп. точки	Геометрична інформація				Технологічна інформація									
	X, мм	Y, мм	Z, мм	R, мм	T, мм	S, мм/об	S, мм/хв	V, м/хв	n, хв ⁻¹	Напрямок обертання	Охолодження	№ інструменту	L, № коректор	
1	-50	140	35	113.5	5.1	0.14	200	44.86	1400	пр.	-	1	01	
2	50	140												
2	50	140	10	71.5	3.4	0.35	250	37.92	710	пр.	-	2	02	
1	-50	140												
1	-50	140	31	15	0.9	1.75	(437.5)	9.42	250	пр. лв.	-	3	03	
2	50	140												

Таблиця 1.15 – Карта програмування

Деталь		Операція				Верстат				Система ЧПК			
6312.02		015				2P135Ф2				Координатна С70-3			
№ отвору	№ кадру	Підготовча функція	Геометрична інформація				Технологічна інформація				№ коректора	Кінець кадру	Пояснення
			N	G	X	Y	Z	R	F	S			
1	001	62	-005000	+014000			14	12	01	03	01		
	002	91			+003500	+011350							
2	003		+005000	+014000			15	10	02	03	02		
	004				+003500	+011350							
2	005	62	+005000	+014000			17	06	03	03	03		
	006	91			+001000	+007150							
1	007		-005000	+014000			17	06	03	03	03		
	008				+001000	+007150							
1	009	62	-005000	+014000			17	06	03	03	03		
	010	94			+003100	+001500							
2	011		+005000	+014000			17	06	03	03	03		
	012				+003100	+001500							
O ₁	013	60	-025000	+014000			17	06	03	03	03		
	014												

Арк.

МР.ПМК-638.00.000 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Таблиця 1.16 – Програма обробки

1	001	G62 T01 L01 F14 S12 M03 X-005000 Y+014000 ПС
	002	G91 R+011350 Z+003500 ПС
2	003	X+005000 Y+014000 ПС
	004	R+011350 Z+003500 ПС
2	005	G62 T02 L02 F15 S10 M03 X+005000 Y+014000 ПС
	006	G91 R+007150 Z+001000 ПС
1	007	X-005000 Y+014000 ПС
	008	R+007150 Z+001000 ПС
1	009	G62 T03 L03 F17 S06 M03 X-005000 Y+014000 ПС
	010	R+001500 Z+003100 ПС
2	011	X+005000 Y+014000 ПС
	012	R+001500 Z+003100 ПС
O ₁	013	G60 X-025000 Y+014000 ПС
	014	M02 ПС

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.17

$\Delta_i = -U_0 \cdot (1 + V \cdot \tau / 1000) =$ $= -5 \cdot (1 + 130.69 \tau / 1000) =$ $= -5 \cdot (1 + 0,13069 \tau)$	τ – час обробки, хв; U_0 – відносне спрацювання різця, мкм/км.	τ – змінна величина; $U_0 = 5$ мкм/км ([5], табл. 28, с. 74) та ([4], табл. 10, с. 680)
$\Delta T = -C \frac{L_p}{F} \cdot \sigma_b \cdot t^{0.5} \cdot S^{0.72} \cdot V^{0.78} \cdot \frac{T_0}{T_0 + T_{nep}} \cdot$ $\cdot \left(1 - e^{-\frac{4\tau}{\tau_m}} \right) =$ $54 \frac{60}{1024} \cdot 130.69^{0.78} \cdot 0.12^{0.72} \cdot 0.1^{0.5} \cdot$ $\cdot \frac{8.5}{8.5 + 2144} \cdot \left(1 - e^{-\frac{4\tau}{16}} \right) = 2.9 \left(1 - e^{-\frac{\tau}{4}} \right)$	C – константа; L_p, F – виліт різця в мм і площа поперечного перерізу його державки, мм ² ; σ_b – границя міцності оброблюваного матеріалу, кГс/мм ² ; t, S, V – режими різання; T_0, T_{nep} – основний час обробки і тривалість перерв між обробкою кожної деталі, хв; τ_m – константа знаходиться в межах 12-24 хв	$L_p = 60$ мм; $F = 1024$ мм ² ; $t = 0.1$ мм; $S = 0.12$ мм/об; $\sigma = 20$ кГс/мм ² ; $V = 130.69$ м/хв; $T_0 = 8.5$ хв; $T_{nep} = 21.44$ хв; $\tau_m = 16$ хв. $C = 54$.

Таблиця 1.18 – Результати розрахунку систематичної похибки в мкм

τ , хв	0	2	4	8	12	16	20	30	40	60	80
Δ_i	0	6.31	7.61	10.23	12.84	15.46	18.07	24.60	31.13	44.2	52.78
Δ_m	0	-1.16	-1.83	-2.54	-2.76	-2.85	-2.9	-2.9	-2.9	-2.9	-2.9
$\Delta_{сист} = 2 \cdot (\Delta_i - \Delta_m)$	0	10.3	11.57	15.38	20.16	25.21	30.34	43.41	56.48	82.6	108.75

Теоретична діаграма точності обробки показана на рисунку 2 графічної частини. З діаграми визначаємо технологічну стійкість інструмента $T_T = 63.2$ хв.

Оскільки $T_e < T_T$, то загальна похибка обробки складає (по діаграмі):

$$\Delta_{сум} = 0.4 \text{ мм.}$$

Налагоджувальний розмір при симетричному розсіюванні поля:

$$D_{налаз} = D_{max} - 0,5 \cdot \Delta_{мт} - \Delta_{сист. min} - (T - \Delta_{сум}) / 2, \text{ мм.}$$

Найбільше граничне значення розміру:

$$D_{max} = 208.115 \text{ мм.}$$

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Найменше значення систематичної похибки:

$$\Delta_{\text{сист.мін}} = 0 \text{ мм.}$$

Допуск на розмір $T = 0.115$ мм.

$$D_{\text{налаз}} = 208.115 - 0.5 \cdot 0.0316 - 0 - \frac{0.115 - 0.1122}{2} = 208.0824 \text{ мм.}$$

Тривалість обробки до вимушеної зміни різця:

$$T_{\text{зм}} = T_{\text{м}}(T_0 + T_{\text{пер}}) / T_0 = 63.2 \cdot (8.5 + 21.44) / 8.5 = 222.6 \text{ хв.}$$

Питома вага C_j первинних похибок обробки в загальній похибці:

$$C_j = (\Delta_j / \Delta_{\text{сум}}) \cdot 100\%,$$

де Δ_j – величина j -ої похибки.

Результат розрахунку C_j приведені в таблиці 1.19 на підставі котрих побудована гістограма похибок обробки, рисунок 4 графічної частини.

Таблиця 1.19 – Результати розрахунку C_j

Позначення похибки Δ_j	$\Delta_{\text{в}}$	$\Delta_{\text{н}}$	$\Delta_{\text{у}}$	$\Delta_{\text{лн}}$	$\Delta_{\text{і}}$	$\Delta_{\text{т}}$	$\Delta_{\text{сист}}$
Значення похибки Δ_j	0.018	0.0114	0.00024	0.0288	0.0884	0.0058	0.0826
$C_j, \%$	16.16	10.23	0.22	25.85	79.35	5.27	74.15

З гістограми видно, що домінуючими похибками обробки є: похибка від розмірного спрацювання різця.

Можливими заходами по забезпеченню точності та підвищення надійності обробки є – наприклад, нанесення на різальну частину застосованого різця зносостійке покриття.

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

1.4.5 Нормування технологічного процесу

Штучно-калькуляційний час: $T_{ш.к} = T_{шт} + \frac{T_{н.з.}}{n}$, хв.

Штучний час: $T_{шт} = T_{он} + T_{обс} + T_{пер}$, хв.

Оперативний час: $T_{он} = T_0 + T_д$, хв,

n – число деталей у партії, $n_д = 146$ шт.

Допоміжний час: $T_д = T_{вст} + T_{упр} + T_{вим}$, хв,

де $T_{вст}$ – час на встановлення та зняття деталі, хв;

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

$T_{вим}$ – час на вимірювання, хв;

$T_{обс}$ – час на обслуговування робочого місця, хв;

$T_{пер}$ – час нормованих перерв, хв.

Як правило, $(T_{обс} + T_{пер})$ задають в процентах від оперативного часу, $(P_{обс} + P_{пер})$.

$T_{н.з.}$ – підготовчо заключний час, хв;

$T_{н.з.} = T_{н.з.1} + T_{н.з.2} + T_{н.з.3}$, хв,

де $T_{н.з.1}$ – час на комплекс прийомів на наладку верстата, пристрою, інструменту, хв;

$T_{н.з.2}$ – час на прийоми, що не ввійшли в $T_{н.з.1}$, хв, – до нього відноситься час на отримання до початку роботи і здачі в її кінці техдокументації, інструменту, пристроїв і інструментаж майстра, тощо.

$T_{н.з.3}$ – час на пробну обробку деталі, – відноситься до верстатів з ЧПК, автоматів, тощо.

Приклад визначення норм часу.

Операція 015. Свердлильна з ЧПК. Верстат 2P135Ф2.

Початкові дані: $T_0 = 0.763$ хв;

Маса деталі на операції $M_д = 130$ кг.

					MP.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_2 = 260/4000 = 0.065 \text{ хв.}$$

t_3 – час на зміну позицій револьверної головки, що не перекривається переміщеннями: $t_3 = 3t_{3M} = 3 \cdot 0.053 = 0.159 \text{ хв.}$,

де $t_{3M} = 0.053 \text{ хв}$ – час на зміну позиції.

t_4 – час на установочні переміщення $t_4 = 4t_{уст}$, хв.,

$t_{уст} = 0.1 \text{ хв}$ – ([5], табл. 12, с. 607);

$$t_4 = 4 \cdot 0.1 = 0.4 \text{ хв.}$$

$$T_{упр} = 0.79 + 0.126 + 0.065 + 0.159 + 0.4 = 1.54 \text{ хв.};$$

$$T_d = 3.18 + 1.54 = 4.72 \text{ хв.};$$

Пабс+Ппер=8%, ([12], с90);

$$T_{шт} = (0.763 + 4.72) \cdot \left(1 + \frac{8}{100}\right) = 5.922 \text{ хв.}$$

Елементи $T_{п.3}$ визначаємо за довідником [5]:

$$T_{п.3.1} = 10 \text{ хв, (табл.14 с. 612);}$$

Елементи $T_{п.3.2}$ (табл. 14, с. 614);

$$T_{п.3.2} = 2 + 2 + 1.5 + 5 + 2 + 2 + 2 + 3 + 3 \cdot 0.3 + 3 \cdot 10 + 2 \cdot 0.5 = 24.4 \text{ хв};$$

$$T_{п.3.3} = n \cdot t_{п.3.3}, \text{ хв,}$$

де $t_{п.3.3} = 1.4 \text{ хв}$ ([5], табл. 14, с. 615);

n – число інструментів, що обробляє глухі та ступінчасті отвори, $n=3$;

$$T_{п.3.3} = 3 \cdot 1.4 = 4.2 \text{ хв};$$

$$T_{п.3} = 10 + 24.4 + 4.2 = 38.6 \text{ хв};$$

Таблиця 1.20 – Нормування технологічного часу

№ Оп.	Назва операції	T_0 , хв	T_d , хв	$\Pi_{обс} + \Pi_{пер}$, %	$T_{шт}$, хв	$T_{п.3}$, хв	$T_{ш.к}$, хв
005	Фрезерна з ЧПК	3.855	5.220	9	9.892	46.2	12.202
010	Фрезерна з ЧПК	1.556	4.810	9	6.939	38.9	8.884
015	Свердлильна з ЧПК	0.763	4.72	8	5.922	36.8	7.762
025	Горизонтально-розточна	16.980	12.96	8.5	32.485	30.0	33.985
Всього	-				55.238		62.833

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

K_2 – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання внаслідок затуплення різального інструменту:

- при торцьовому і циліндричному фрезеруванні $K_2=1.2$;
- при свердлінні, при врахуванні $M_{кр}$ - $K_2=1.15$;

K_3 – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання за рахунок переривчастого різання. При переривчастому різанні та торцьовому фрезеруванні $K_3=1.2$.

K_4 – коефіцієнт, що враховує постійність сили закріплення в затискаючому механізмі. Для пневмо- та гідروциліндрів подвійної дії $K_4=1.0$; Для пневмо- та гідроциліндрів односторонньої дії $K_4=1.3$;

K_5 – коефіцієнт, що враховує ергономіку ручних затискних механізмів. При зручному розміщенні рукояток та куті повороту до 90^0 – $K_5=1.0$;

K_6 – коефіцієнт, що враховується тільки при наявності моментів, що стараються повернути встановлену на опри заготовку. При опорах-пластинах $K_6=1.5$; при опорах циліндричних – $K_6=1.0$.

Якщо $K < 2.5$, приймають $K=2.5$.

f – коефіцієнт тертя в місцях контакту заготовки з опорами та затискними елементами. Вибирається за таблицею 10 ([6], с.85).

2.1 Пристрій свердлильний

2.1.1 Опис призначення будови і роботи пристрою

Пристрій призначений для базування та закріплення заготовки деталі - Піввкладиш нижній 6312.02 при виконанні вертикально-свердлильної операції 015.

Пристрій складається з корпусу 1, на поверхні котрого закріплені шайби 16 з пальцями 12 і 13 та пластини 14, а також, втулки 5 з притискачами в них, 6, що гайками 8 з шайбами 15 закріплені на тягах 7, котрі загвинчені в виступаючий кінець поршня 3 пневмоциліндра, до котрого ще входять: корпус 4, кришка 2 та ущільнення 18..20. Пневмоциліндр різьбою закріплений під верхньою плитою корпусу 1.

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На стіл верстата пристрій встановлюється шпонками 17 в центральний паз і закріплюється болтами М12 за ГОСТ 12459-67 з шайбами та гайками.

Верстат – свердлильний з ЧПК 2P135Ф2:

- число Т – подібних пазів – 3;
- ширина пазів – центрального 14Н8, решти – 14Н12;
- Віддаль між пазами 100 мм.

Стиснене повітря до пневмоциліндрів подається через отвори К1/8'' ГОСТ 6111-52.

Початкове положення:

- поршні 3 знаходяться у крайньому верхньому положенні разом з тягами 7 та притискачами 6, котрі завдяки розміщенню в байонетному пазі циліндричного кінця гвинта 11, поверхні на 90^0 . Заготовку встановлюють на пальці 12 і 13 до шайб 16 і пластин 14.

Стиснене повітря подають в штокову порожнину через верхній отвір в корпусі 4, котре переміщає поршень 3 донизу разом з тягою 7 та притискачем 6, при цьому притискач 6 повертається на 90^0 і, займаючи номінальне положення притискає заготовку до опорних поверхонь шайб 16 та пластин 14.

Для відкріплення деталі пристрій приводять в початкове положення.

2.1.2 Розрахунок сил закріплення і визначення основних параметрів механізму затиску

При обробці на заготовку діють сили:

- осьова сила різання, P_o , притискає її до опор, створює силу тертя F разом з Q та G_T ;
- крутний момент $M_{кр}$, намагається повернути заготовку навколо осі обробки;
- сила затиску Q та вага деталі створюють сили тертя F_2 в місцях контакту заготовки з опорами, а Q – ще в місцях контакту заготовки з притискачами, - F_1 , - котрі протидіють дії $M_{кр}$.

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_L – враховує вплив довжини L шляху ковзання заготовки по опорах: $K_L = 1$, при $L \leq 25$, (с. 47);

K_y – коефіцієнт умов обробки, $K_y = 1.12$, для чавуна (табл. 1.14, с. 50)

$$K = 0.6 \cdot 1 \cdot 1.12 = 0.675.$$

8. Фактична зносостійкість:

$$C_\phi = C/K = 2115/0.675 = 3133 \text{ шт/мкм},$$

$$9. \Delta_{z.cn} = \frac{N}{C_\phi} = \frac{160}{3133} = 0.05 \text{ мкм} = 0,00005 \text{ мм}.$$

В подальших розрахунках отриманим значенням $\Delta_{z.cn}$, нехтуємо.

Визначення гарантованої величини спрацювання циліндричного пальця:

1. $\Delta_{сп} = 50$ мкм (табл. 1.15, с.51) для сталі У8А.

2. Поправковий коефіцієнт: $K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$,

де, (табл. 1.16, с.51):

$K_1 = 1$ – враховує матеріал заготовки;

$K_2 = 1.0$ – враховує вид верстата (універсальний);

$K_3 = 1.12$ – враховує умови обробки (чавун);

$K_4 = 2.8$ – враховує число установок (при числі установок до 5 тис);

$$K = 1.12 \cdot 2.8 = 3.136;$$

3. $C = 100000/50 = 2000$ шт/мкм (табл. 1.15, с.51);

$$4. C_\phi = C/K = 2000/3.136 = 638 \text{ шт/мкм},$$

$$5. \Delta_{z.cn} = \frac{N}{C_\phi} = \frac{160}{638} = 0.25 \text{ мкм} = 0,00025 \text{ мм}.$$

- зрізаного пальця:

1. $\Delta_{сп} = 85$ мкм.

2. $K = 3.136$,

3. $C = 100000/85 = 1178$ шт/мкм;

$$4. C_\phi = C/K = 1178/3.136 = 375 \text{ шт/мкм},$$

$$5. \Delta_{z.cn} = \frac{N}{C_\phi} = \frac{160}{375} = 0.43 \text{ мкм} = 0,00043 \text{ мм}.$$

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\varepsilon_{\delta 2} = 0.038 / 2 * 100 / 290 = 0.0066 \text{ мм};$$

$$\varepsilon_{\delta 3} = 0.5 T_{L_0} = 0.5 * 0.05 = 0.025 \text{ мм};$$

$$\varepsilon_{\delta 4} = T_{II} * L_0 / L_M = 0.06 * 280 / 290 = 0.058 \text{ мм},$$

де $L_0 = 280$ мм – віддаль між базовими отворами;

$$\varepsilon_{\delta} = \sqrt{0.04393^2 + 0.0066^2 + 0.0025^2 + 0.028^2 + 0.058^2} = 0.07828 \text{ мм}$$

$\varepsilon_3 = 0$ – сила закріплення не впливає на точність обробки;

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \sqrt{\left(\frac{0.3}{1.2}\right)^2 \left(1 - \frac{0.05}{0.3}\right)^2 - 0.07828^2} = 0.193 \text{ мм} > 0, \quad - \text{ умова достатньої точності}$$

виконана.

Повне спрацювання пристрою буде при:

$$\varepsilon_{\delta} = \sqrt{0.0434} = 0.208 \text{ мм}, \text{ звідки:}$$

$$\begin{aligned} \Delta_{z.cп.max} &= 2\sqrt{\varepsilon_{\delta 1}^2 - (\varepsilon_{\delta 2}^2 + \varepsilon_{\delta 3}^2 + \varepsilon_{\delta 4}^2 + \varepsilon_{\delta 5}^2)} - S_{\max 1} = \\ &= 2\sqrt{0.208^2 - (0.0066^2 + 0.0025^2 + 0.028^2 + 0.058^2)} - 0.038 = 0.358 \text{ мм}; \end{aligned}$$

Строк служби пристрою в деталях:

$$N_{\max} = N_p \cdot \Delta_{г.сп.max} / \Delta_{г.сп.1} = 160 \cdot 0.358 / 0.00043 = 133209 \text{ шт.}$$

2.1.5 Розрахунок коефіцієнта уніфікації пристрою

Коефіцієнт уніфікації:

$$K_y = \frac{\Sigma_{заг} - \Sigma_0}{\Sigma_{заг}} \cdot 100\%$$

де $\Sigma_{заг}$ - загальне число найменувань деталей та складальних одиниць в пристрої, шт.

Σ_0 - число найменувань оригінальних деталей та складальних одиниць, шт.

$$K_y = \frac{20 - 7}{20} \cdot 100\% = 65\%$$

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Пристрій контрольний

2.2.1 Опис призначення будови і роботи пристрою

Пристрій призначений для контролю неплоскостності опорної поверхні 1 піввкладиша нижнього 6312.02.

Пристрій складається з плити 10 (повірочна) на котрій змонтовано кронштейн 2 з втулкою 1, при допомозі котрої гвинтом 8 закріплений індикатор 12. В закріпленому під плитою 10 вусі 6 на штифті 11 розміщений важіль 3, рівноплечий, з опорами в наконечник індикатора 12 та в щуп 4, котрий виставлений з перевищенням рівня плити на 0.3 – 0.4 мм.

Контрольована деталь встановлюється на плиту 10 і переміщуючи її по плиті вимірюваною поверхнею над щупом, записують покази індикатора 12 не менше ніж в 20 точках з одного боку.

При первинному встановленні деталі на плиту 10 і її контакту із щупом 4, доцільно індикатор встановити на „нуль”.

Шорсткість вимірюваної поверхні не впливає на точність вимірювання, тому що вимірний кінець щупа 4 заокруглений.

Не площинність плити 10 також не впливає на точність вимірювання через велику площу вимірюваної деталі.

Визначення придатності деталі.

Сумарна похибка вимірювання за методикою с.551 ([4]):

$$U_{\Sigma} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + U_5^2 + U_6^2}, \text{ мкм}$$

де U_1 -похибка засобів вимірювання; $U_1 = \sqrt{U_{1.1}^2 + U_{1.2}^2}$,

$U_{1.1}=0.0035$ мм –похибка індикатора ([4], с.562);

$U_{1.2}=0$ мм;

$U_1=0.0035$ мм;

U_2 -похибка методу вимірювання;

$$U_2 = \sqrt{U_{2.1}^2 + U_{2.2}^2 + U_{2.3}^2 + U_{2.4}^2 + U_{2.5}^2 + U_{2.6}^2} \text{ мкм};$$

$U_{2.1}$ -похибка базування; $U_{2.1}=0$ мм;

$U_{2.2}$ -похибка від неповного охоплення вимірюваної поверхні; $U_{2.2}=0$;

$U_{2.3}$ -похибка від не виключеного впливу шорсткості вимірюваної поверхні;

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Autodesk Inventor Simulation — це програмне забезпечення для аналізу напружень і деформацій, інтегроване в CAD-систему Autodesk Inventor.

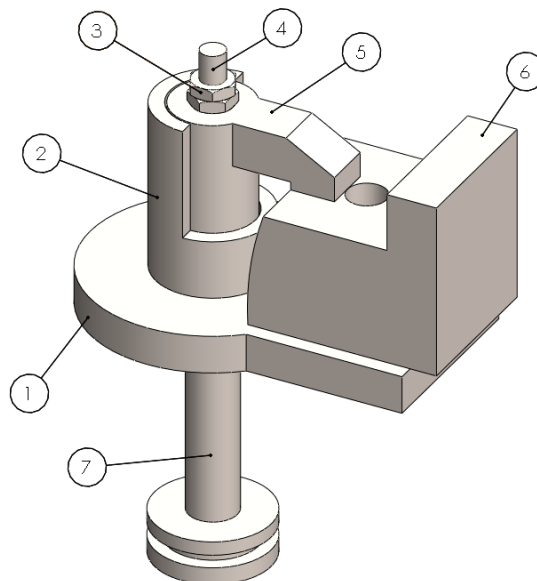
Переваги SolidWorks Simulation: інтерфейс; широкий функціонал (статичні, динамічні, термічні задачі).

Autodesk Inventor Simulation дозволяє інтеграцію з Inventor (якщо ви вже використовуєте Autodesk Inventor, використання Inventor Simulation може бути більш зручним для проведення аналізів); низька ціна (для малих і середніх підприємств Autodesk Inventor Simulation може бути більш доступним з точки зору вартості ліцензій).

MSC Nastran – потужний інструмент для кінцево-елементних методів, що використовується для високоточних інженерних аналізів. Це одна з основних програм у високонавантажених інженерних сферах, таких як аерокосмічна та автомобільна індустрія.

MSC Nastran має потужні математичні методи (MSC Nastran є одним з лідерів).

Отже, для проведення імітаційного дослідження притискної ланки свердлильного пристрою застосуємо одну з перелічених програм, у якій також побудуємо тривимірну модель показану на рисунку 3. 3.1.



1 – основа; 2 – напрямна; 3 – гайка; 4 – шток; 5 – притискач;
6 – деталь; 7 – шток з поршнем

Рисунок 3.1 – Тривимірна модель пристрою

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

МР.ПМК-638.00.000 ПЗ

На рисунку 3.2 показано застосовані граничні умови, якими прийнято: дію тиску на поршень та закріплення основи.

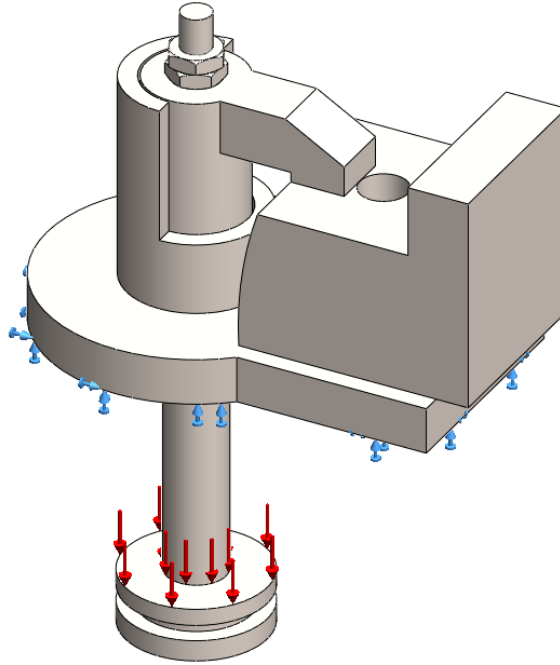


Рисунок 3.2 – Розрахункова схема

На рисунку 3.3 показано сітку скінченних елементів, на яку розбито модель притисного пристрою.

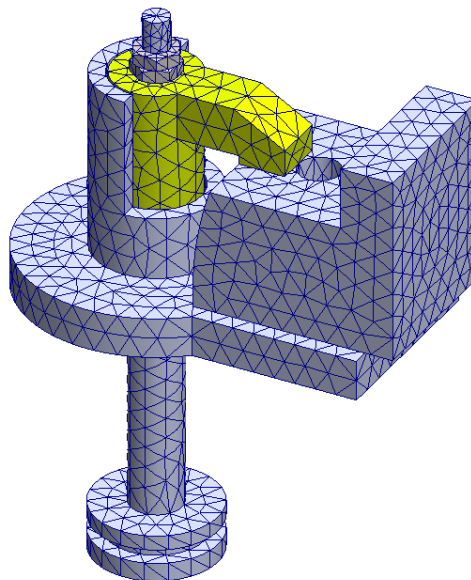


Рисунок 3.3 – Сітка скінченних елементів

					MP.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Матеріалами деталей притискного пристрою прийнято сталь, яка має такі механічні характеристики: модуль Юнга 2×10^{11} Па та коефіцієнт Пуассона рівний 0,24.

У результатів проведеного імітаційного моделювання отримані такі результати: еквівалентні напруження; деформація; переміщення; контактний тиск.

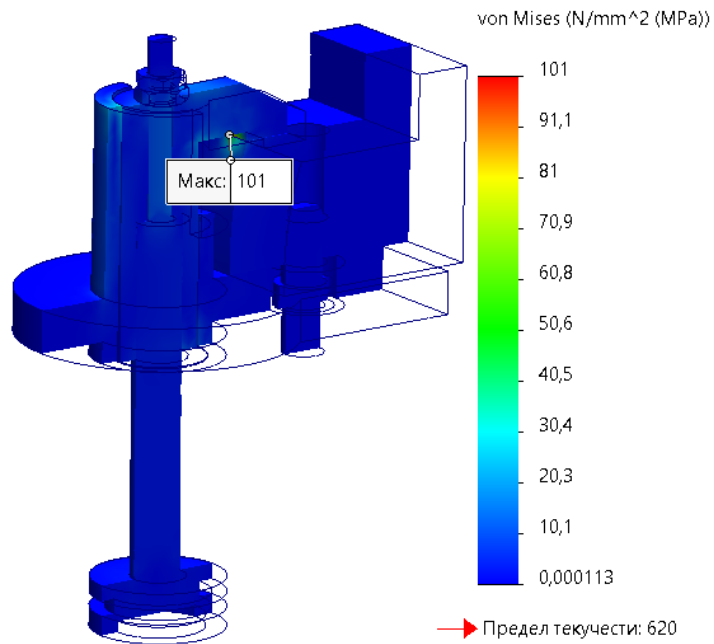


Рисунок 3.4 – Розподіл еквівалентних напружень

Максимальне значення еквівалентних напруження, що виникає під час навантаження притискного пристрою складає 101 МПа. Концентрація напружень спостерігається у притискачі.

На рисунку 3.5 показано деформації елементів пристрою.

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

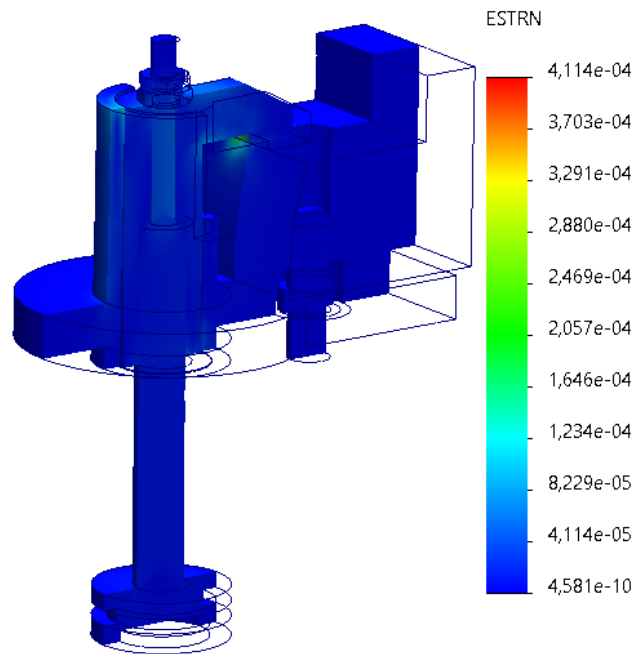


Рисунок 3.5 – Деформація в елементах пристрою

На рисунку 3.6 показано переміщення деталей при дії навантаження.

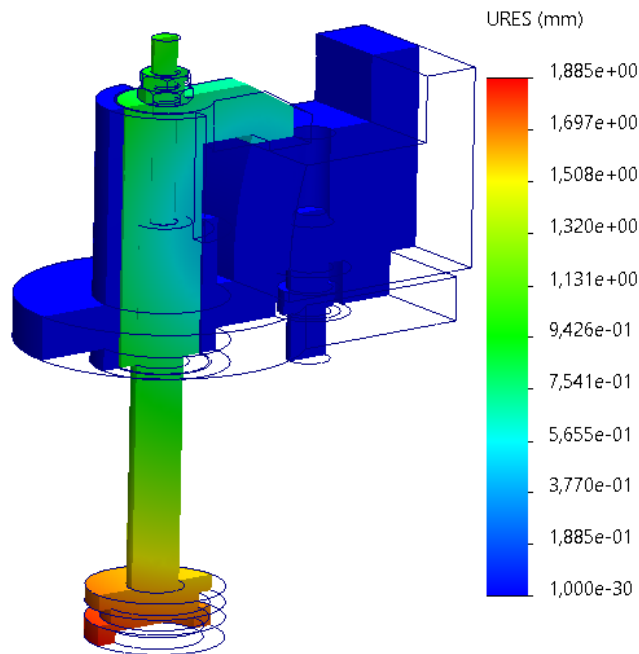


Рисунок 3.6 – Переміщення деталей пристрою при дії навантаження

Максимальні переміщення деталей пристрою при дії прикладеного навантаження становлять 1,9 мм.

На рисунку 3.7 показано розподіл контактної тиску на контактуючих деталях притискного пристрою.

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

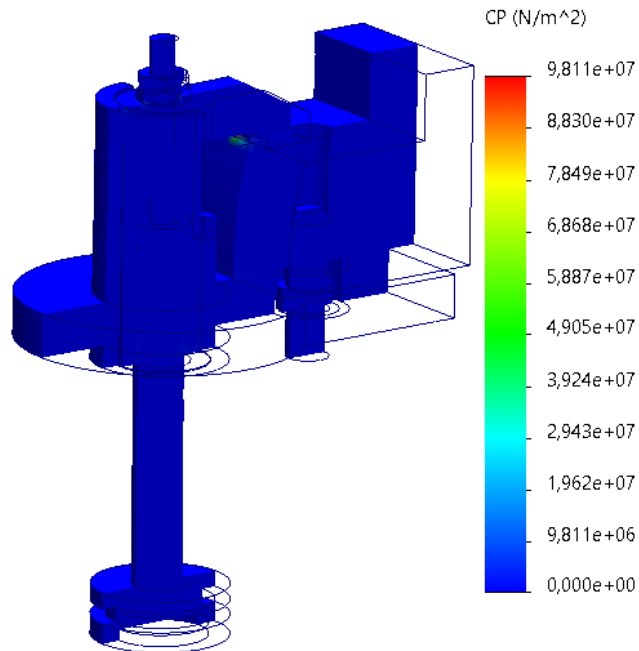


Рисунок 3.7 – Розподіл та величини контактної тиску

Максимальна величина контактної тиску складає 98 МПа.

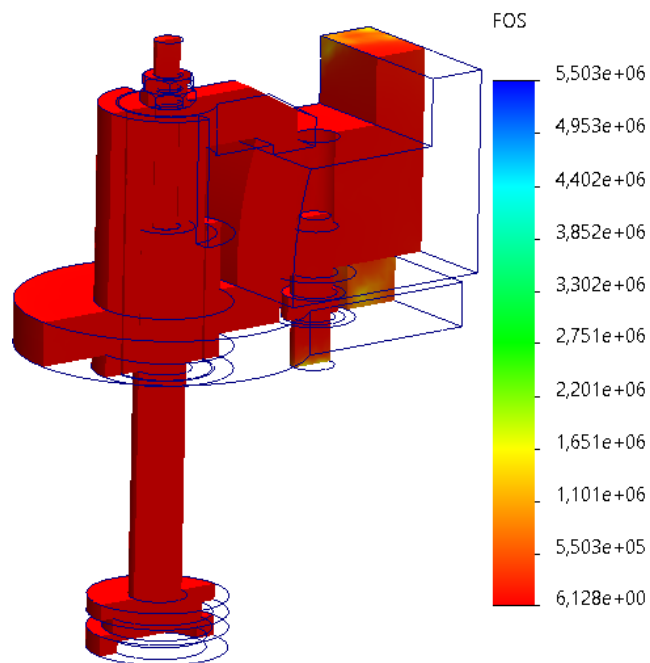


Рисунок 3.8 – Коефіцієнт запасу міцності

Згідно результатів, поданих на рисунку 3.8, мінімальна величина коефіцієнту запасу міцності складає 6,1.

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки:

У результаті проведення імітаційного моделювання отримано розподіли у досліджуваних деталях притискного пристрою: еквівалентних напружень, переміщень, деформацій та контактного тиску. Встановлено максимальні значення вищезгаданих результатів: еквівалентні напруження – 101 МПа; переміщення – 1,9 мм; контактний тиск – 98 МПа. За таких величин отриманих результатів працездатність притискного пристрою забезпечується.

					<i>MP.ПМК-638.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

В даній магістерській роботі розроблений і обґрунтований технологічний процес виготовлення деталі Піввкладиш нижній 6312.02 в умовах дрібно-серійного виробництва.

В процесі проектування проведено конструкторсько-технологічний аналіз деталі та базового технологічного процесу, в результаті чого обґрунтовано застосування заготовки - виливка, верстатів з ЧПК, а також застосовано пристрої з механізованим приводом від пневмосистеми, креслення свердлильного приведено в графічній частині. Крім цього, в графічній частині приведені графіки, діаграми та схеми до аналізу точності обробки поверхні в розмір $\varnothing 208H9$, карти налагодження на свердлильну операцію та схеми імітаційного дослідження роботи притискної ланки свердлильного пристрою, а складальне креслення контрольного пристрою. 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.

					<i>МР.ПМК-638.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Механоскладальні дільниці та цехи у машинобудуванні» Частина 1 для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» ОП «Технології машинобудування» /Укл. В.В. Кононов, В.О. Логомінов, – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 64 с
2. Руденко П.О., Проектування технологічних процесів у машинобудуванні:
3. Технологія машинобудівних підприємств: підручник /В. Л. Дикань, Ю. Є. Калабухін, Н. Є. Каличева та ін., за заг. ред. В. Л. Диканя. – Харків: УкрДУЗТ, 2020. – 386 с.
4. <https://dominant-cnc.com/ua/p908764593-frezernyj-stanok-chpu.html>
5. <https://www.sandvik.coromant.com/en-gb>
6. Ковальов В.А. Конструктивні особливості та основи програмування верстатів з числовим програмним керуванням. / В.А. Ковальов, А.Ю. Гаврушкевич, Н.В. Гаврушкевич; – КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ, 2020. 158с.
7. Добрянський С.С., Малафєєв Ю.М., Пуховський Є.С. Проектування і виробництво заготовок / підручник. –К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 353 с.
8. Бочков В.М., Сілін Р.І. Обладнання автоматизованого виробництва. Навчальний посібник / За ред. Сіліна Р.І. Львів: Виробництво Державного університету —Львівська політехніка, 2000. – 380 с
9. Технологія та сап обробки на верстатах з чпк.методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт. Бойко С. В. та ін..- – Чернігів: НУЧП, 2021.– 51 с.
10. Технологія обробки типових деталей і складання машин: курсове проектування. Методичні вказівки / Р. Т. Карпик, П. І Войтенко, – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2014. – 77 с.
11. Карпик Р. Т. Технологічна оснастка. Методичні вказівки / Р. Т.Карпик, Б. Д. Сторож. – Івано-Франківськ: Факел, 2010. – 80 с.

					МР.ПМК-638.00.00.000 ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

12. Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко, Ю. Б. Капаціла, Ів. Б. Гевко. Технологія оброблення корпусних деталей.. Навчальний посібник для студентів напрямку підготовки 6.050502 «Інженерна механіка» Тернопіль, 2016.-151 с.
13. Копей В.Б., Одосій З.М., Онисько О.Р. Технологія машинобудування: навчальний посібник. Частина 1. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2021. - 203 с.
14. Муляр Ю. І., Дерібо О. В. Програмування токарної обробки на верстатах з ЧПК. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 91 с.
15. Панчук В.Г., Карпик Р.Т., Пітулей Л.Д., Лукань Т.В., Панчук А.Г. Магістерська робота: методичні вказівки. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2018.- 35 с
16. Юрчишин І.І. та ін. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. 528с.
17. Автоматизоване проектування різальних інструментів:Навчальний посібник / Копей В.Б., Онисько О.Р., Борушак Л.О., Роп'як Л.Я.. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2012. 208с.
18. Петров О. В., Сухоруков С. І. Технологічна оснастка :навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2018. 123 с.

					МР.ПМК-638.00.00.000 ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Додатки

					МР.ПМК-638.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

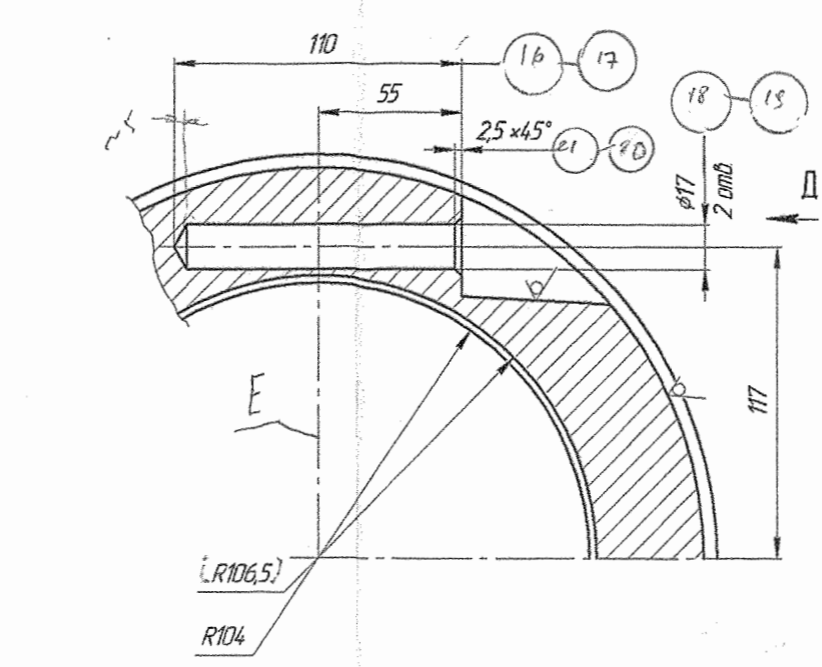
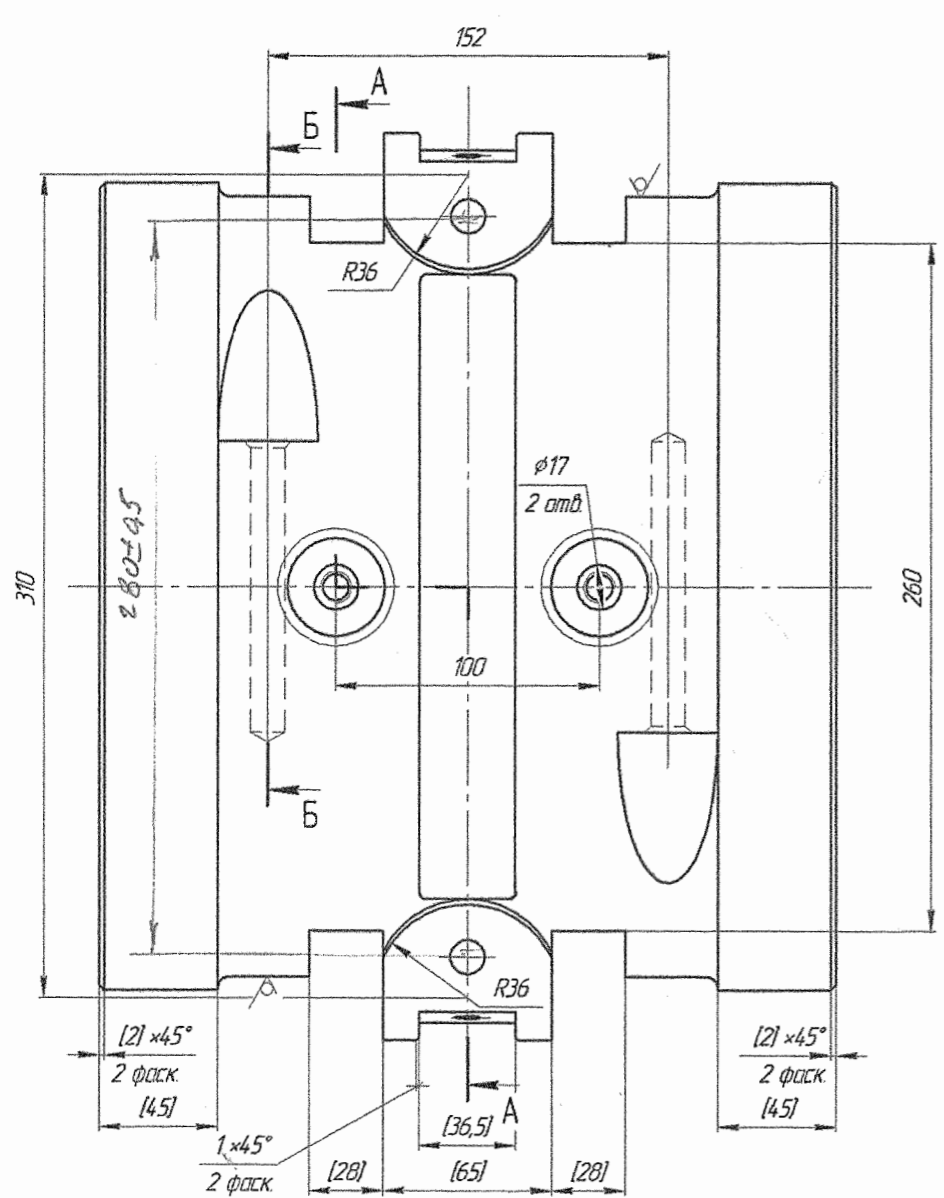
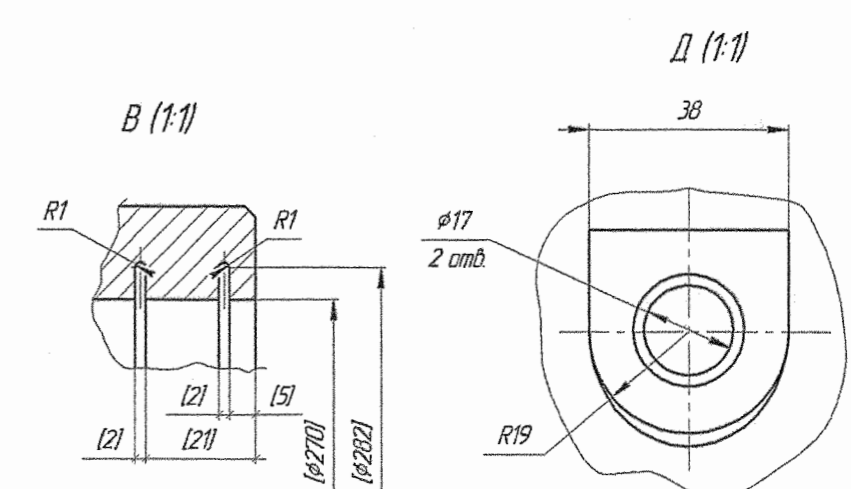
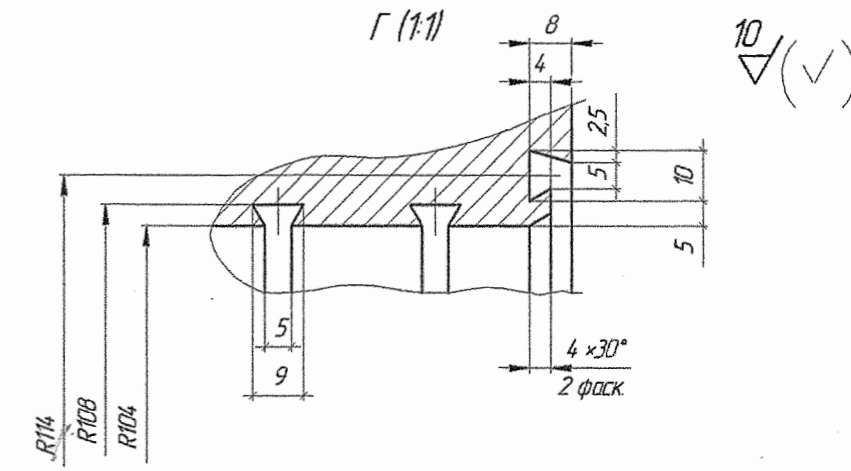
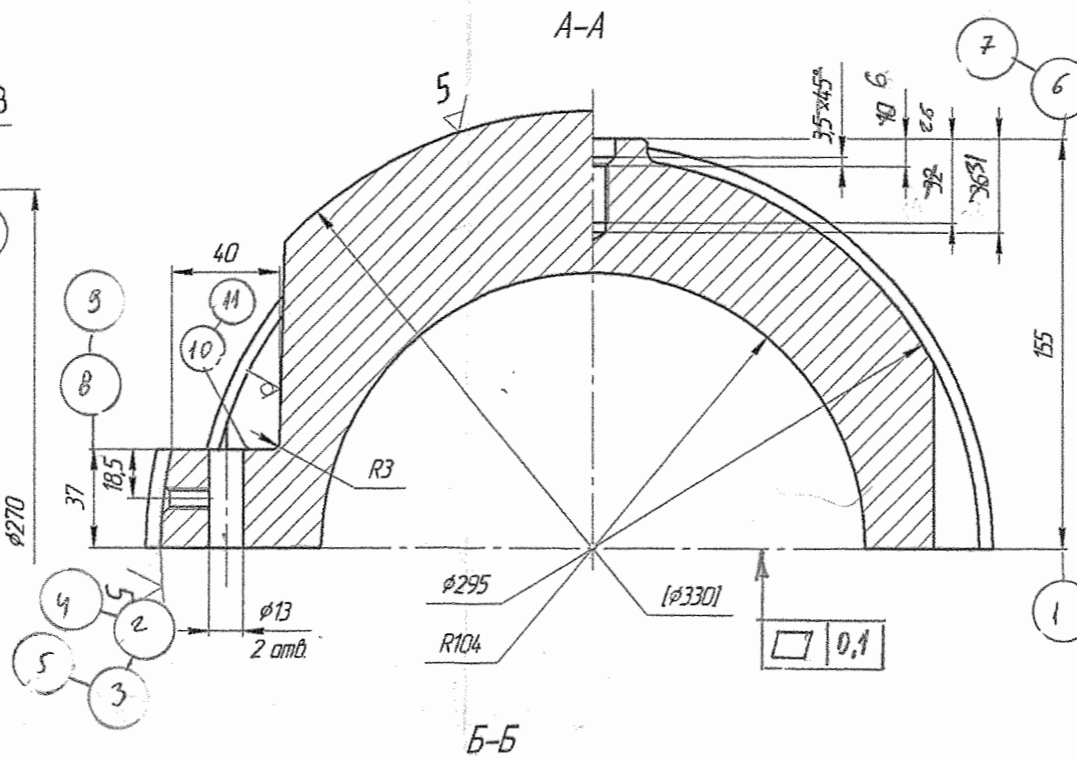
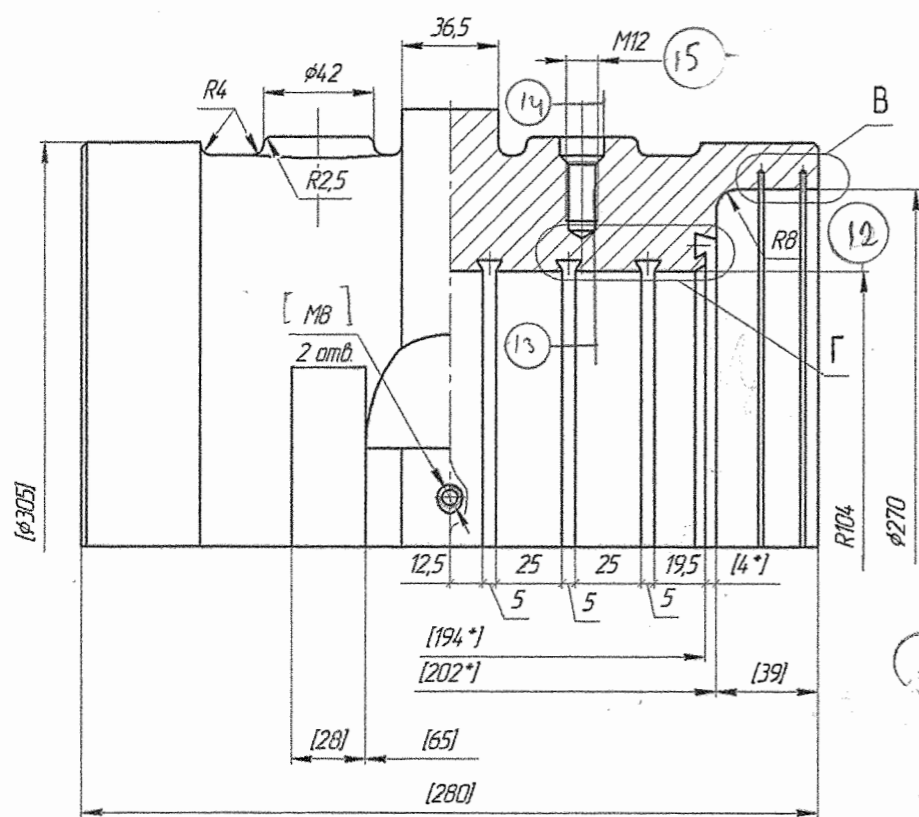
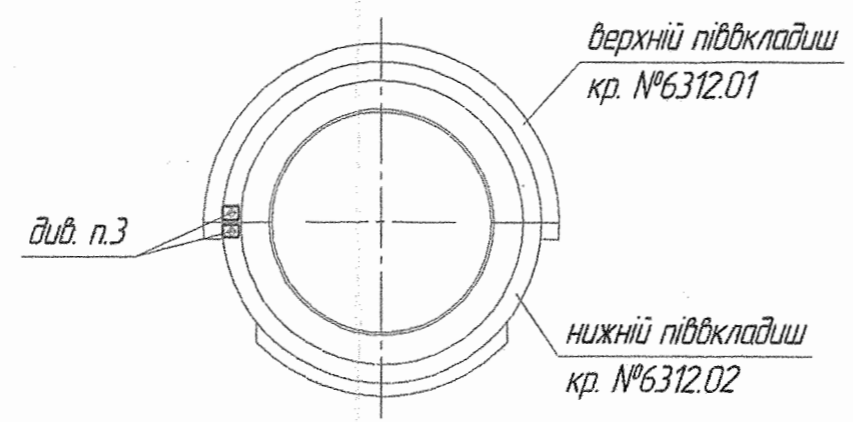


Схема вкладиша в зборі.

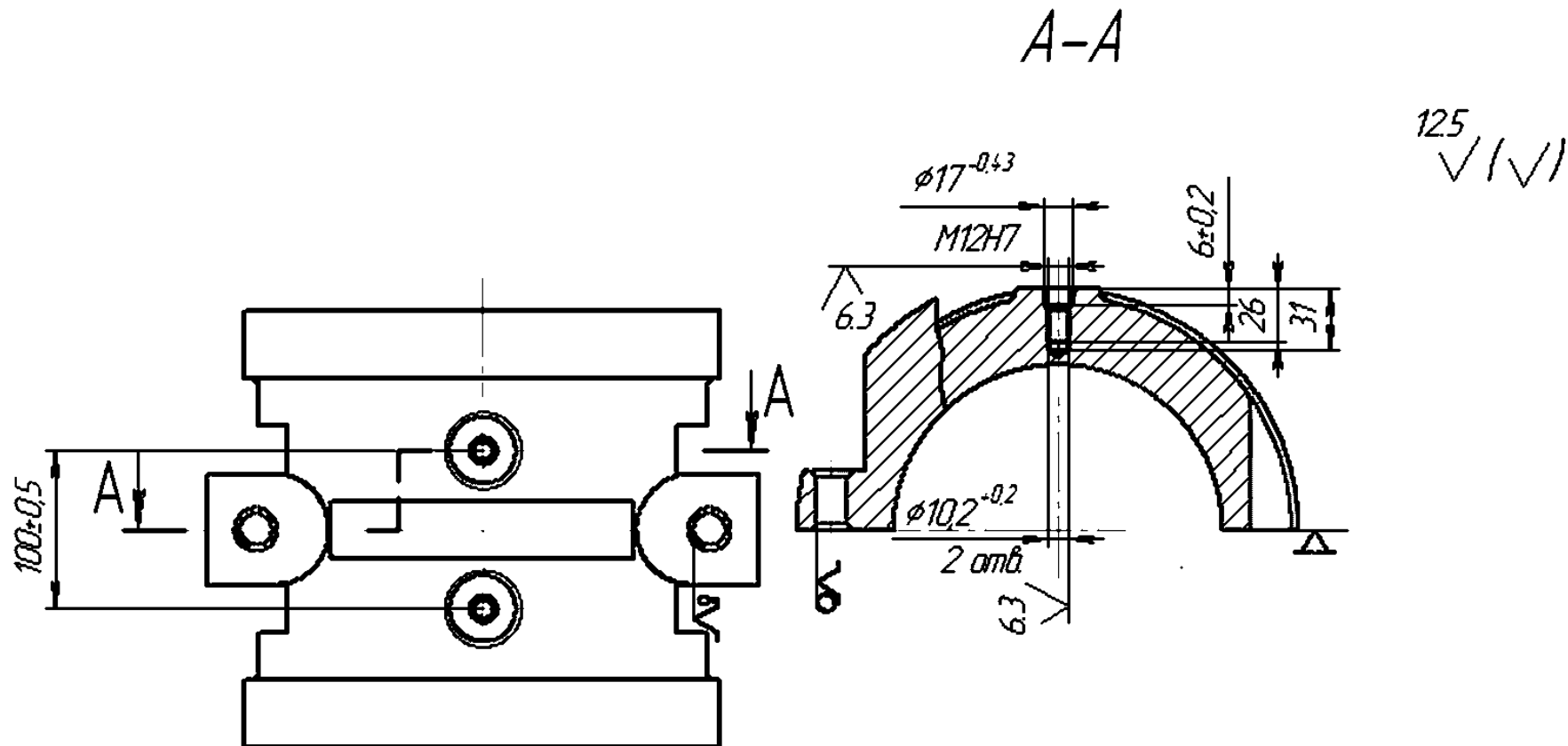


1. Обробку за розмірами в квадратних дужках зробити спільно з верхнім підкладшем.
2. Деталі застосовувати спільно.
3. Підкладши маркувати мітками як показано на схемі для забезпечення правильної збірки. (Поверхні прилягання підкладшів під час експлуатації, подібні відповідати поверхням прилягання їх під час механічної обробки.)
4. Невказані граничні відхилення розмірів: отворів Н9, валів н9, решта $\pm \frac{IT14}{2}$.
5. Ливарні нахили за ГОСТ 3212-57.
6. Невказані ливарні радіуси 1.5 мм.
7. *Розміри давідкові.

				6312.02		
Изн./Лист	№ док.им.	Підп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
					130	1:2
Підкладши нижній до ел. двигуна діаметром АОД 1600/800-10/12 У1						
Озвучений				СЧ 15-32 ГОСТ 1412-70		

Дубл.															
Взамін.															
Підпис										Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата	
													1	1	
Розробив	Петрик			І Ф Н Т У Н Г	6312.02							60146.00003			
Перевірів	Одосій														
Реценз.															
Н. контр.	Одосій			Півекладиш нижній									Н		
Назва операції		Матеріал		Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри			МЗ	Коод				
015 Свердлильна з ЧПК		Чавун СЧ20 ДСТУ 8833:2019		217 НВ	ка	152	Виливок 290×340×170			158	1				
Обладнання, пристрій ЧПК		Позначення програми		То	Тд	Тп.з	Тшт.	МОР							
2Р135Ф2				0.763	4.72	36.8	5.922	б/о							
Р				ПН	Дабо В	L	t	i	S _x	n	v				
Р01	А. Встановити, закріпити, зняти деталь														
Т02	39613Х.ХХХХ Пристрій фрезерний														
03															
О04	1.Свердлити отв.13- Ø10.2 ^{+0.2} на глибину 36 мм, витримати розмір 100±0.5 мм, шорсткість Ra 6,3;														
Т05	391210.ХХХХ Свердло 035 – 2301 – 1018 – ОСТ2 И20-2-80; 3928ХХ.ХХХХ Втулка 6100-0225 ГОСТ 13598-85.														
Т06	393311.ХХХХ Штангенциркуль ШЦ-І-12.5-0.1 ГОСТ 166-89														
Р07															
Р08					Ø10.2	35	5.1	2	0.14	1400	44.86				
09															
010	2.Розсвердлити отвір Ø17 ^{+0.43} на глибину 6 мм, витримати шорсткість Ra 12.5;														
Т11	391210.ХХХХ Свердло 035-2301-1046-ОСТ2 И20-2-85; 3928ХХ.ХХХХ Втулка 6100-0204 ГОСТ 13598-85.														
Р12					Ø17	10	3.4	2	0.35	710	37.12				
13															
О14	3.Нарізати різьбу 15 – М12 – 7Н в отв.13 на глибину 26 мм, витримати шорсткість Ra 6,3;														
Т15	391330.ХХХХ Мітчик 035-2620-0523 Ост2 И52-1-74; 393130.ХХХХ Калібр – пробка 8221 – 3053 ГОСТ 17758-72														
Р16					М12	31	0.9	2	1.75	250	9.42				
17															
ОК												3			

Дубл.														
Взамін.														
Підпис										Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата
													1	1
Розробив	Петрик				ІФНТУНГ	6312.02	20146.00003							
Перевірів	Одосій													
Реценз.														
					Півкладш нижній							Н		
Н. контр.	Одосій													



Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк	Примітка
				<u>Документація</u>		
*			МР.ПМК-638.03.00.000 СК	Складальне креслення		*2×А1
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	МР.ПМК-638.03.01.000	Корпус	1	
				<u>Деталі</u>		
		2	МР.ПМК-638.03.00.001	Кришка	2	
		3	МР.ПМК-638.03.00.002	Поршень	2	
		4	МР.ПМК-638.03.00.003	Корпус	2	
		5	МР.ПМК-638.03.00.004	Втулка	2	
		6	МР.ПМК-638.03.00.005	Притискач	2	
		7	МР.ПМК-638.03.00.006	Тяга	2	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		8		Гайка М8-6Н.5.05		
				ГОСТ 5929-70	4	
				Гвинт ГОСТ 1491-80		
		9		М6-г6×16.36.05	4	
		10		М8-г6×20.36.05	8	
		11		Гвинт 7000-0008		
				ГОСТ 17773-72	2	

					МР.ПМК-638.03.00.000 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Пристрій свердлильний ІФНТУНГ ПМКм-23-1		
Розроб.	Петрик						
Перевір.	Одосій						
Реценз.							
Н.контр.	Одосій						
Затв.	Панчук				Літ	Аркуш	Аркушів
					н	1	2

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			МР.ПМК-638.04.00.000 СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1	МР.ПМК-638.04.00.001	Втулка	1	
		2	МР.ПМК-638.04.00.002	Кронштейн	1	
		3	МР.ПМК-638.04.00.003	Важіль	1	
		4	МР.ПМК-638.04.00.004	Щуп	1	
				<u>Стандартні деталі</u>		
		6		Вухо 7018-0349		
				ГОСТ 4738-67	1	
		7		Гвинт М10-6g×20.68.05		
				ГОСТ 11738-84	2	
		8		Гвинт М4-6g×14.36.05		
				ГОСТ 21332-75	1	
		9		Ніжка 7034-0602		
				ГОСТ 12204-72	4	
		10		Плита 2-1-630×400		
				ГОСТ 10905-86	1	
		11		Штифт 8m6×25 ГОСТ 3128-70	1	
		12		Індикатор 2МИГП		
				ГОСТ 9696-82	1	

					МР.ПМК-638.04.00.000 ПЗ						
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Пристрій контрольний			Літ	Аркуш	Аркушів	
Розроб.	Петрик							н			1
Перевір.	Одосій							ІФНТУНГ ПМКм-23-1			
Реценз.											
Н.контр.	Одосій										
Затв.	Панчук										

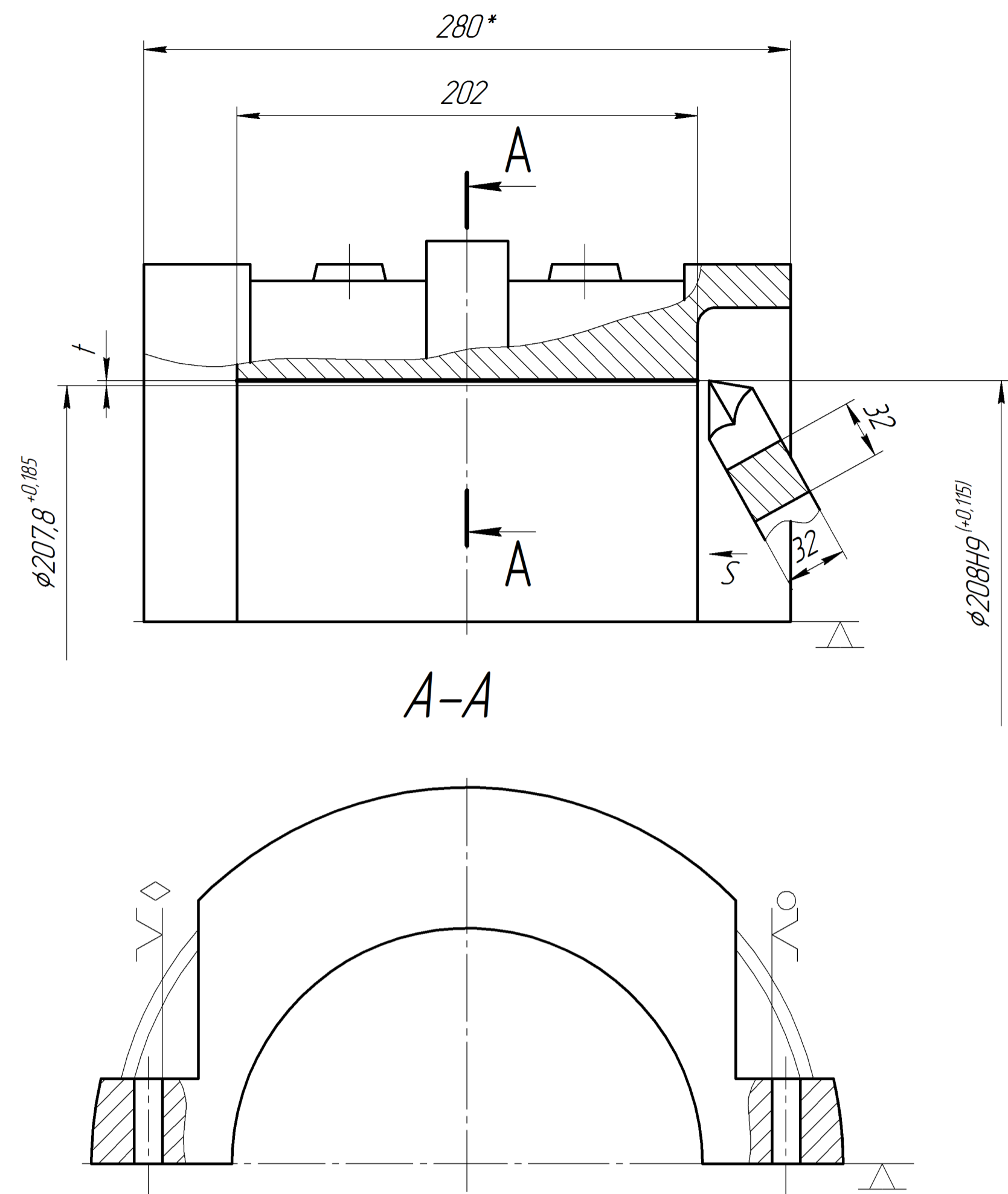


Рисунок 1 - Ескіз обробки

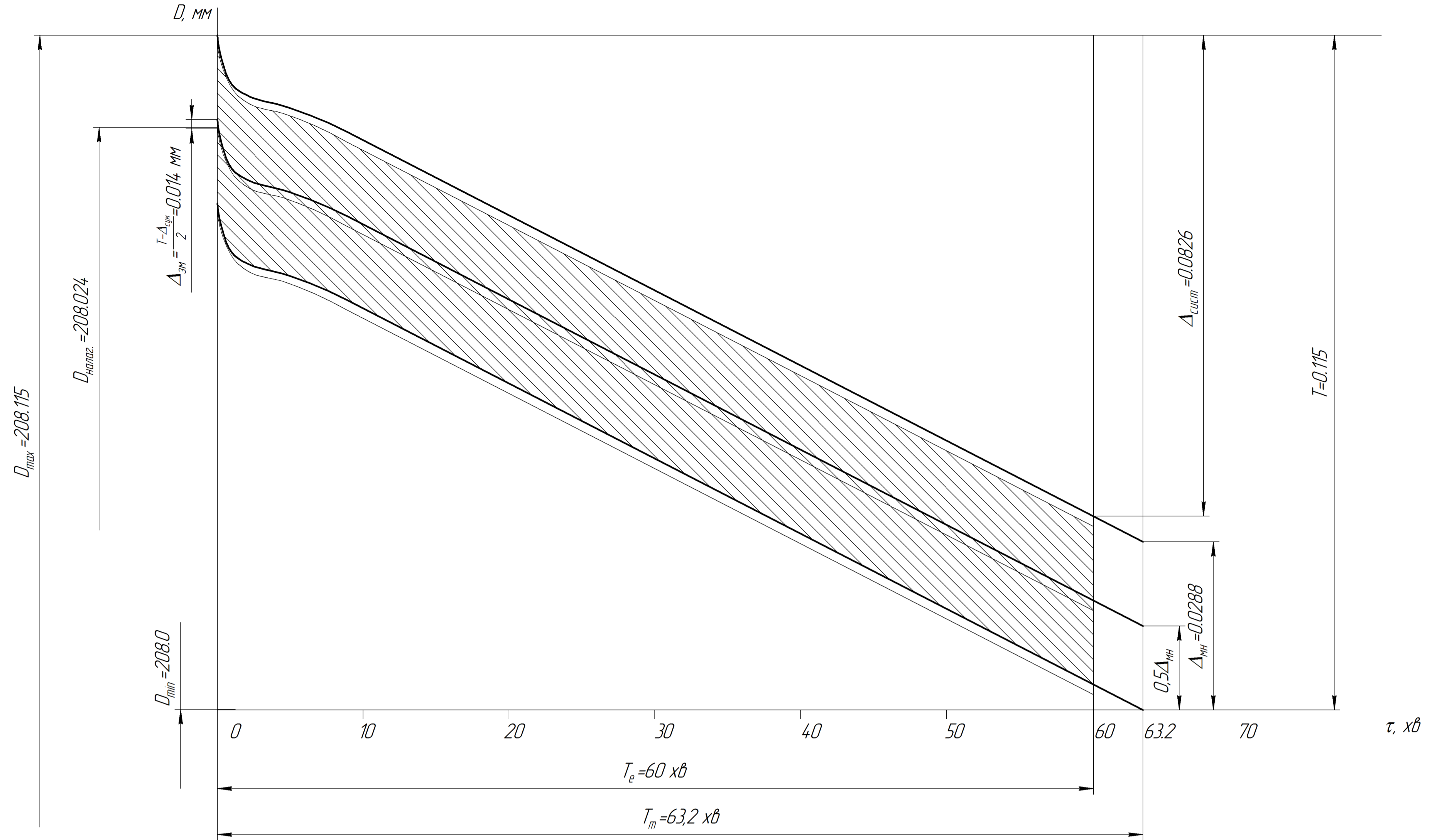
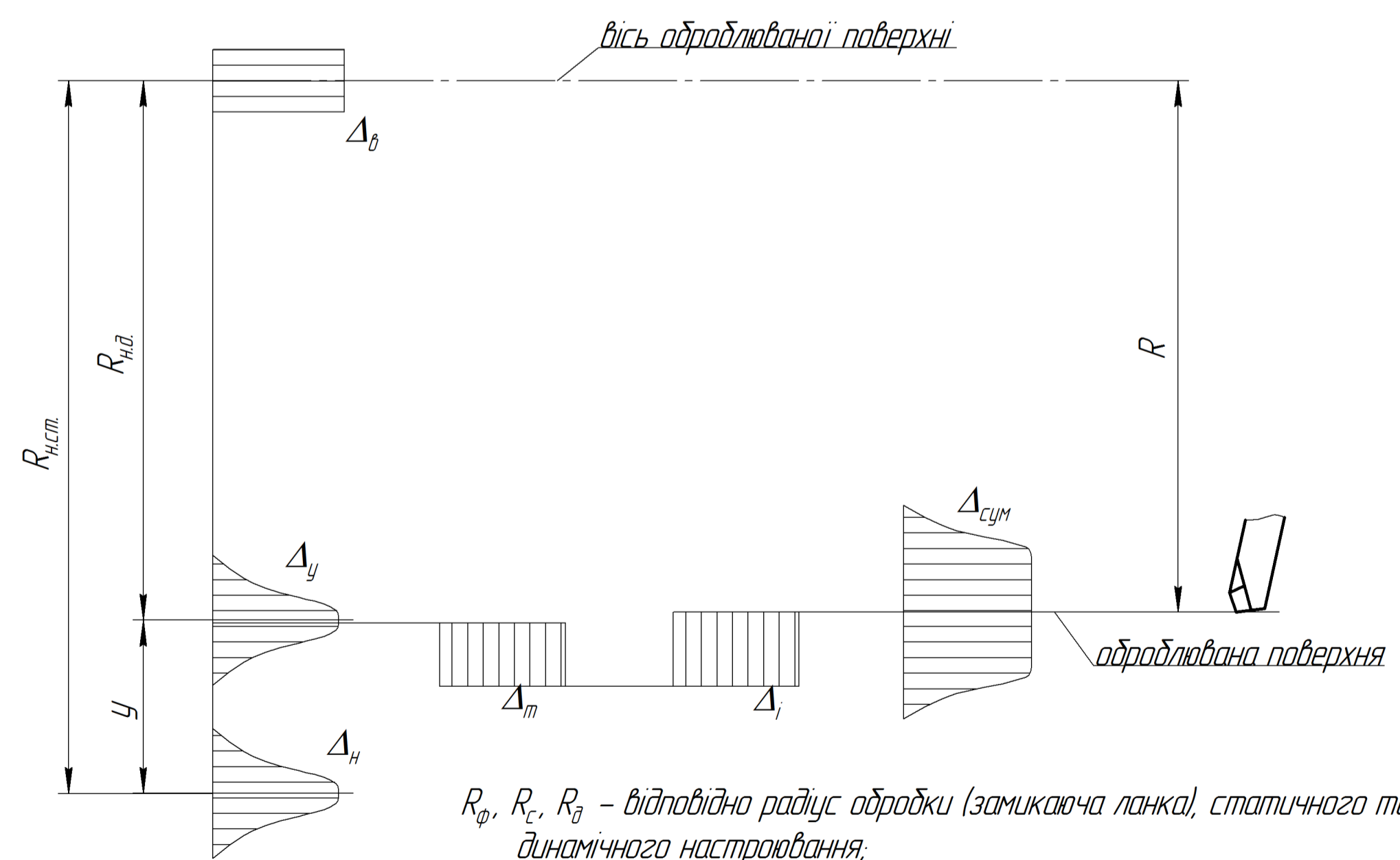


Рисунок 2 - Теоретична діаграма точності обробки



R_{ϕ}, R_c, R_d - відповідно радіус обробки (закриваюча ланка), статичного та динамічного налаштування;
 y - постійна складова похибки від деформації системи ВПД під дією сил різання;
 Δ_b - похибки форми від геометричної неточності (в радіальному напрямі)
 Δ_y - похибка під дією сили різання; Δ_n - похибка налагодження;
 Δ_r - похибка розмірного спрацювання; Δ_m - похибка від теплової деформації.

Рисунок 3 - Схема технологічного розмірного ланцюга

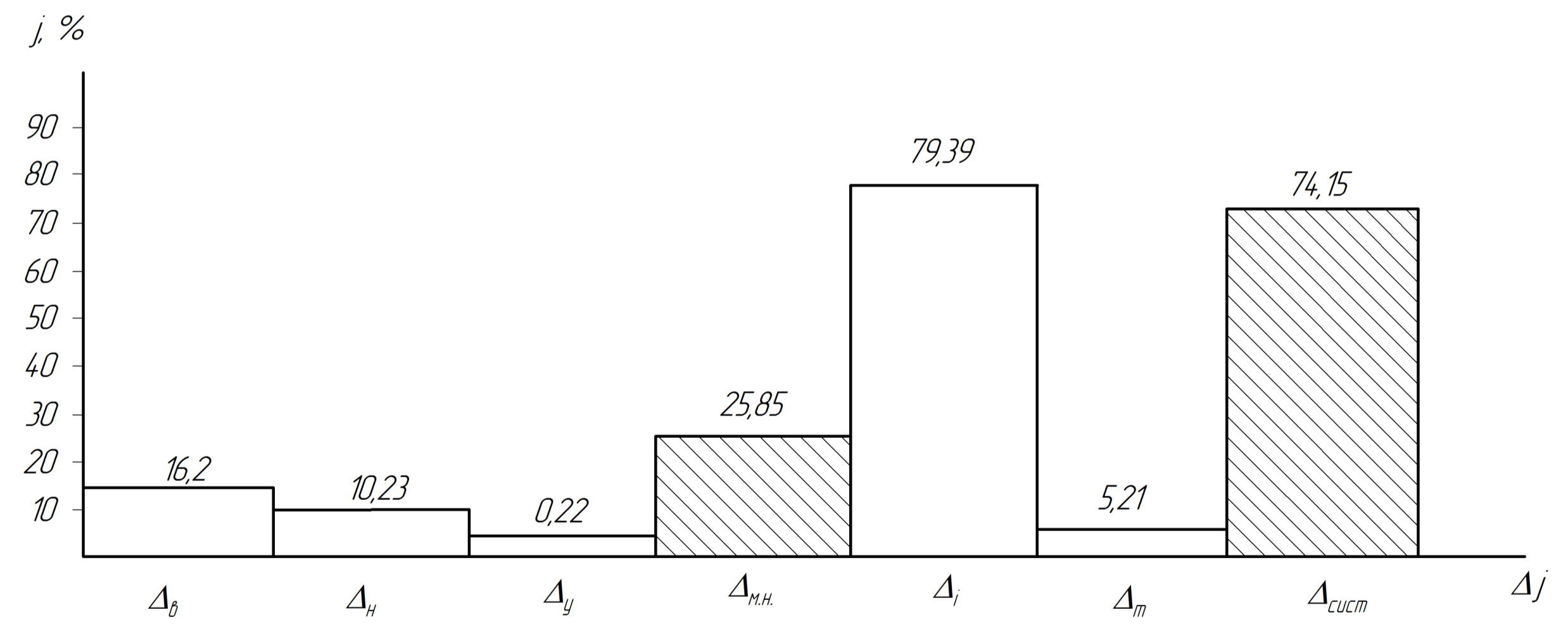


Рисунок 4 - Гістограма похибок обробки

МР.ПМК-638.01.00.000 СХ				Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата		
Разраб.	Петрик					
Перев.	Одасій					
Т.контр.	Одасій					
Реценз.						
Н.контр.	Одасій					
Затв.	Ланчик					
Аналіз точності				Архив	Архив	1
				ІФНТЧНГ ПМКМ-23-1		

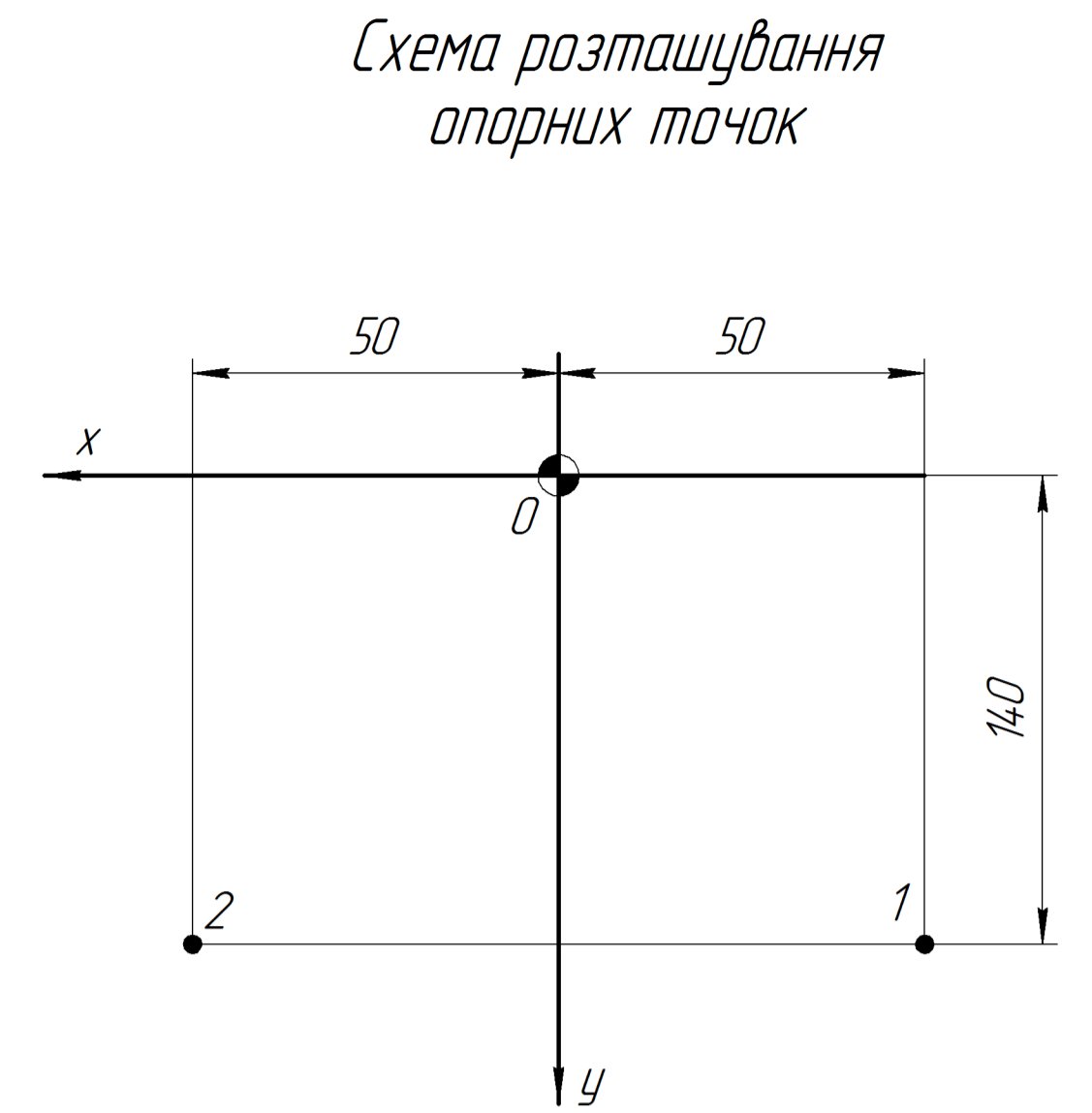
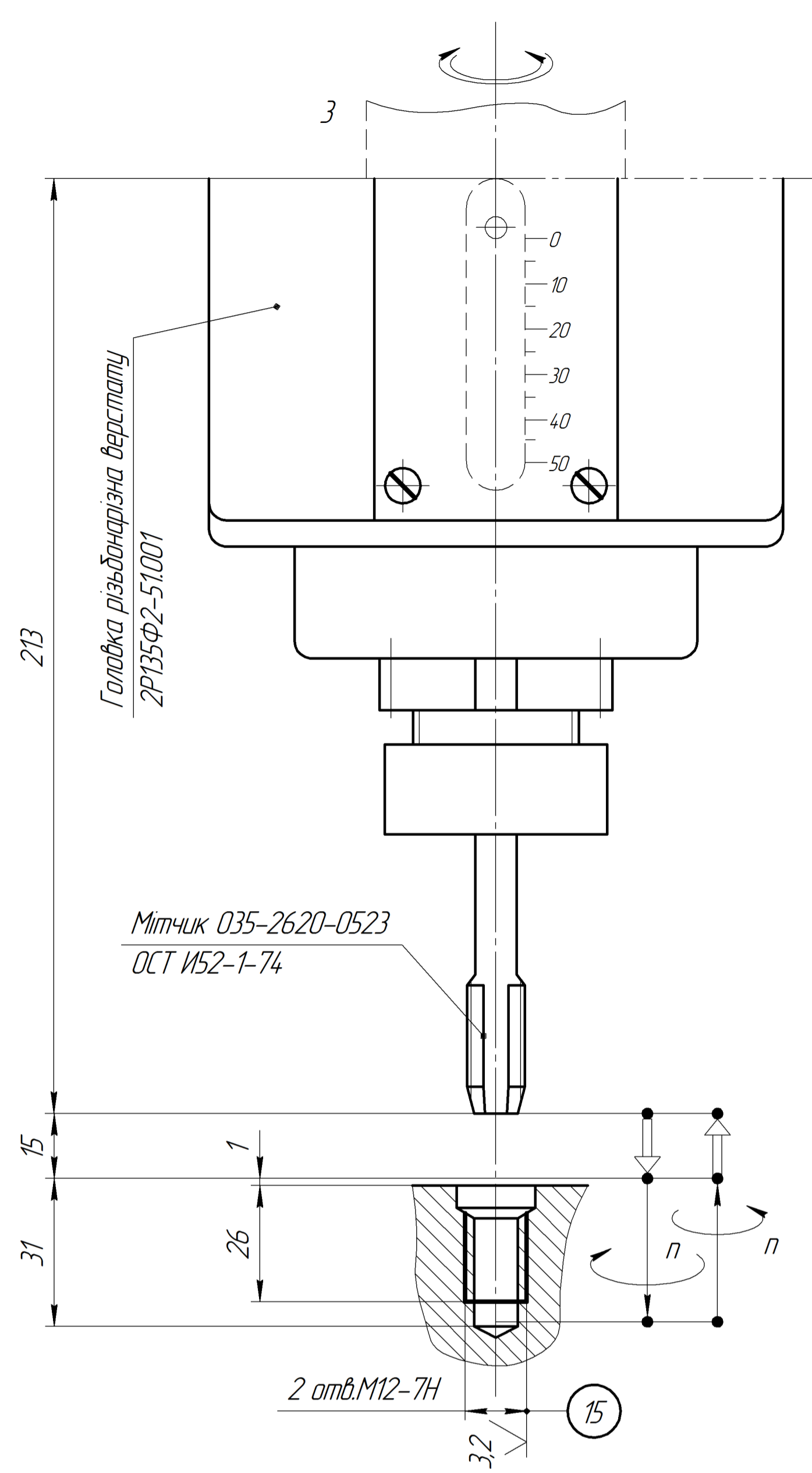
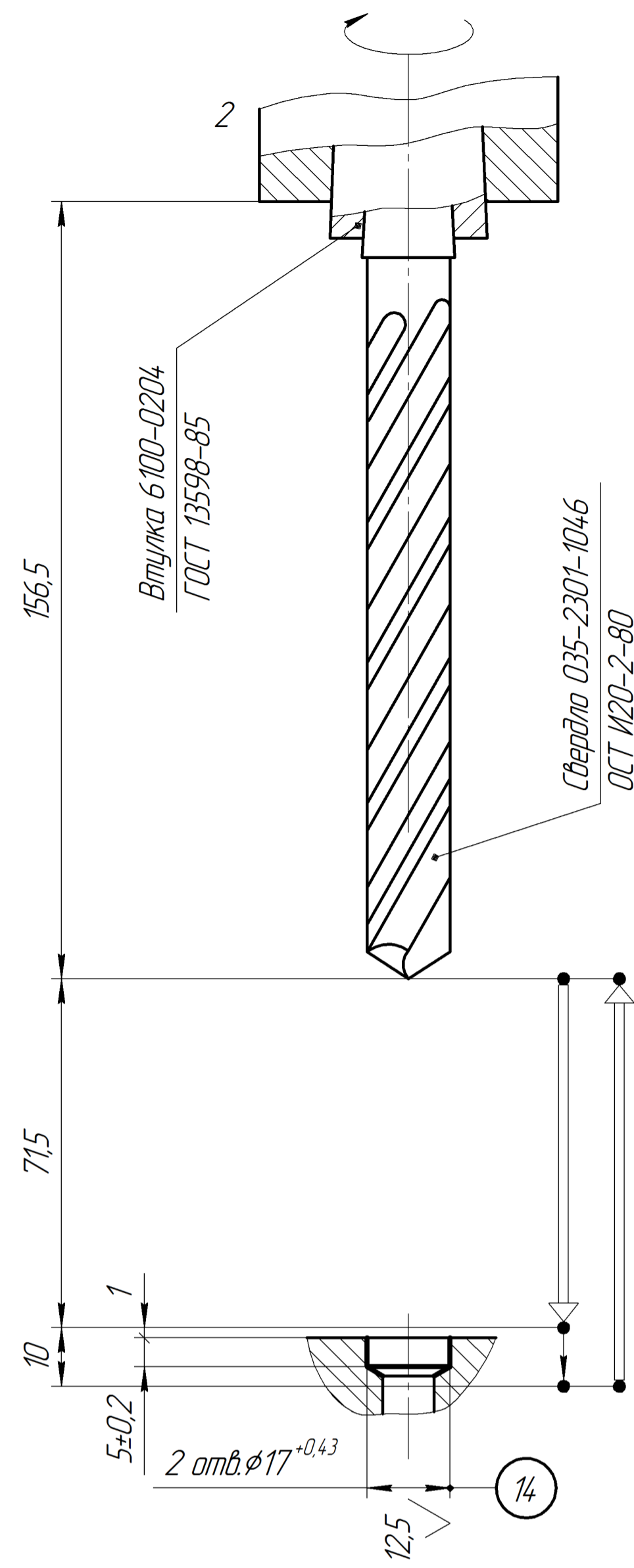
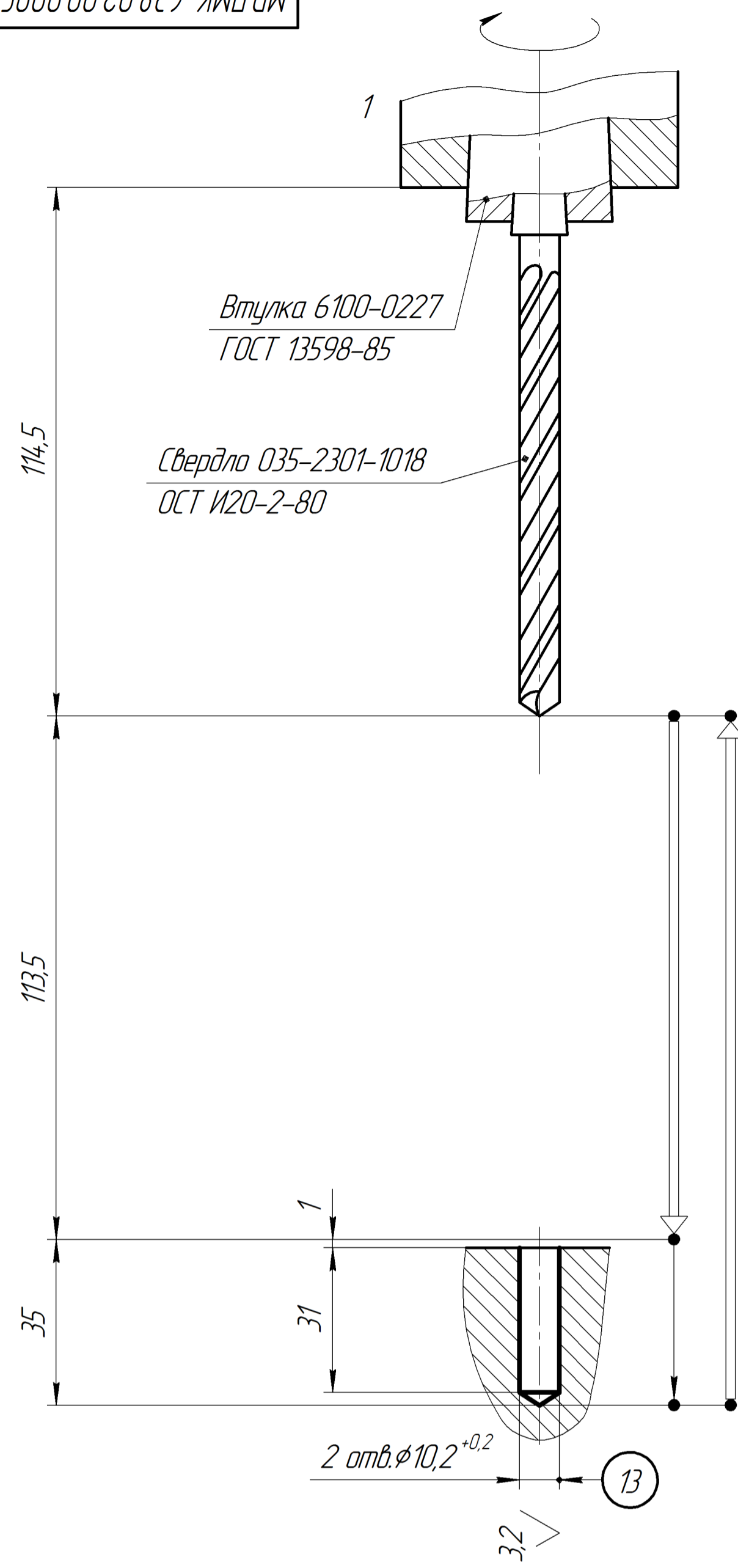
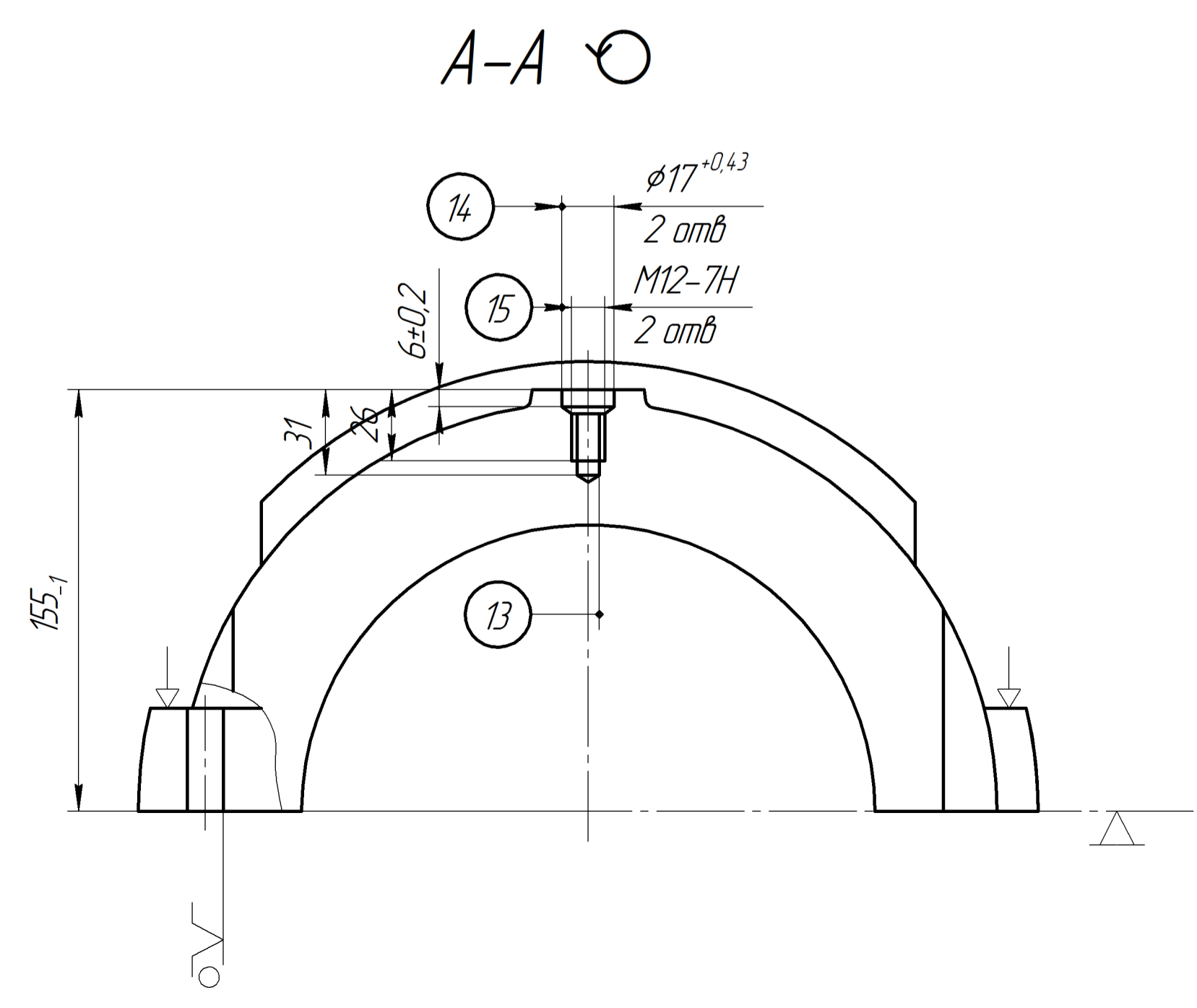
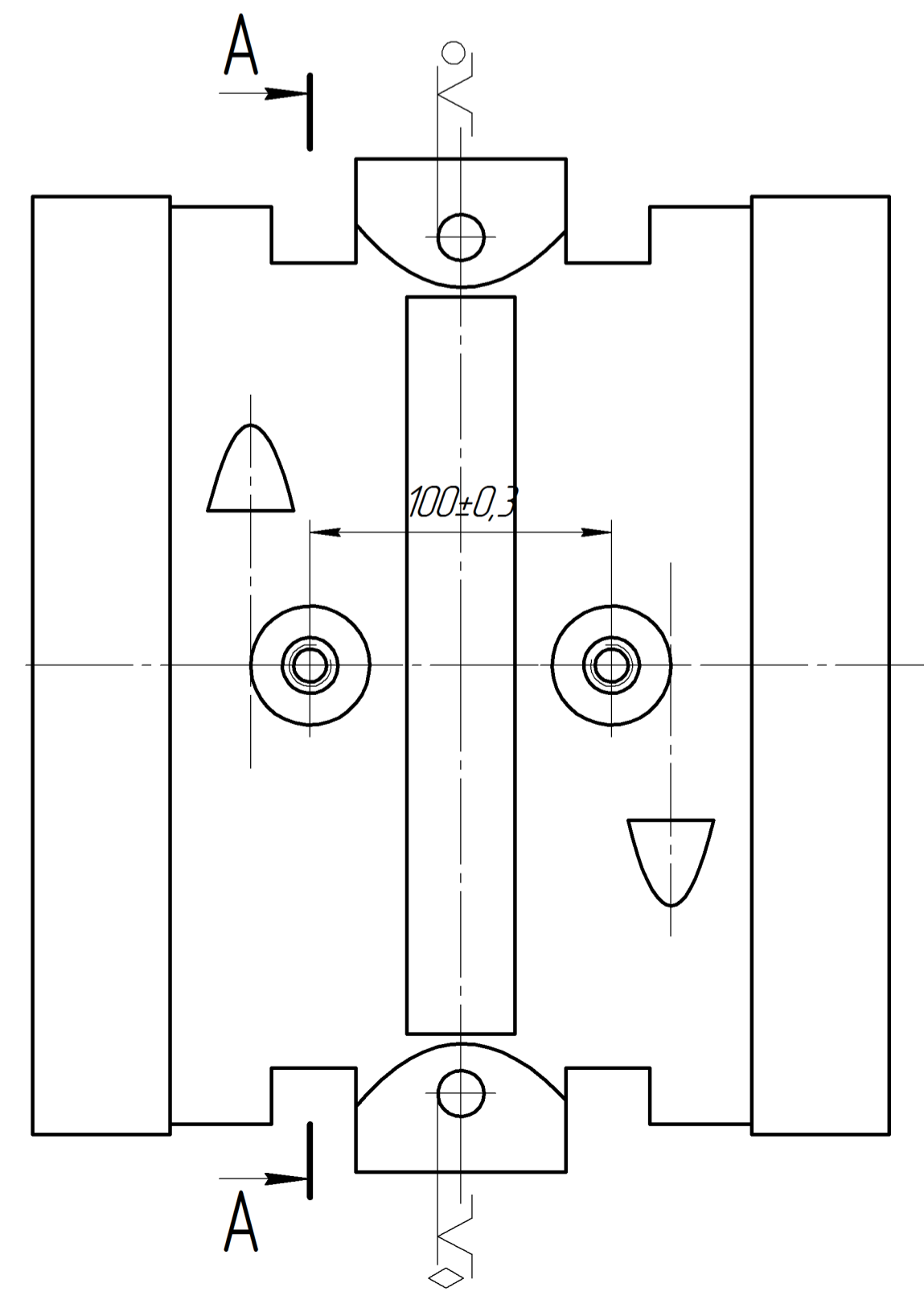


Схема розташування опорних точок

Координати опорних точок

Координата	№ опорної точки	
	1	2
x	-50	50
y	140	140

Ескіз обробки



Умовне позначення до циклограм



№ опр. точки	Геометрична інф.		Технологічна інформація							L			
	x	h	z	R	f	S	S	V	n		Напрям обертання	Околювач	№ інструм.
1	-50	140	35	113,5	5,1	0,14	200	44,86	1400	пр	-	1	01
2	50	140	10	71,5	3,4	0,35	250	37,92	210	пр	-	2	02
1	-50	140	31	15	0,9	1,75	(457,5)	9,42	250	пр	-	3	03

Деталь				Операція		Верстат		Система ЧПК	
6312.02				015		2Р135Ф2		Координати С10-3	
Зм. Арк.				№ Доким.		Підп.		Дата	
Разраб.				Летрик					
Перев.				Одасій					
Т.контр.				Одасій					
Реценз.				Одасій					
Н.контр.				Одасій					
Затв.				Ланчик					

MP.ПМК-638.02.00.000СХ

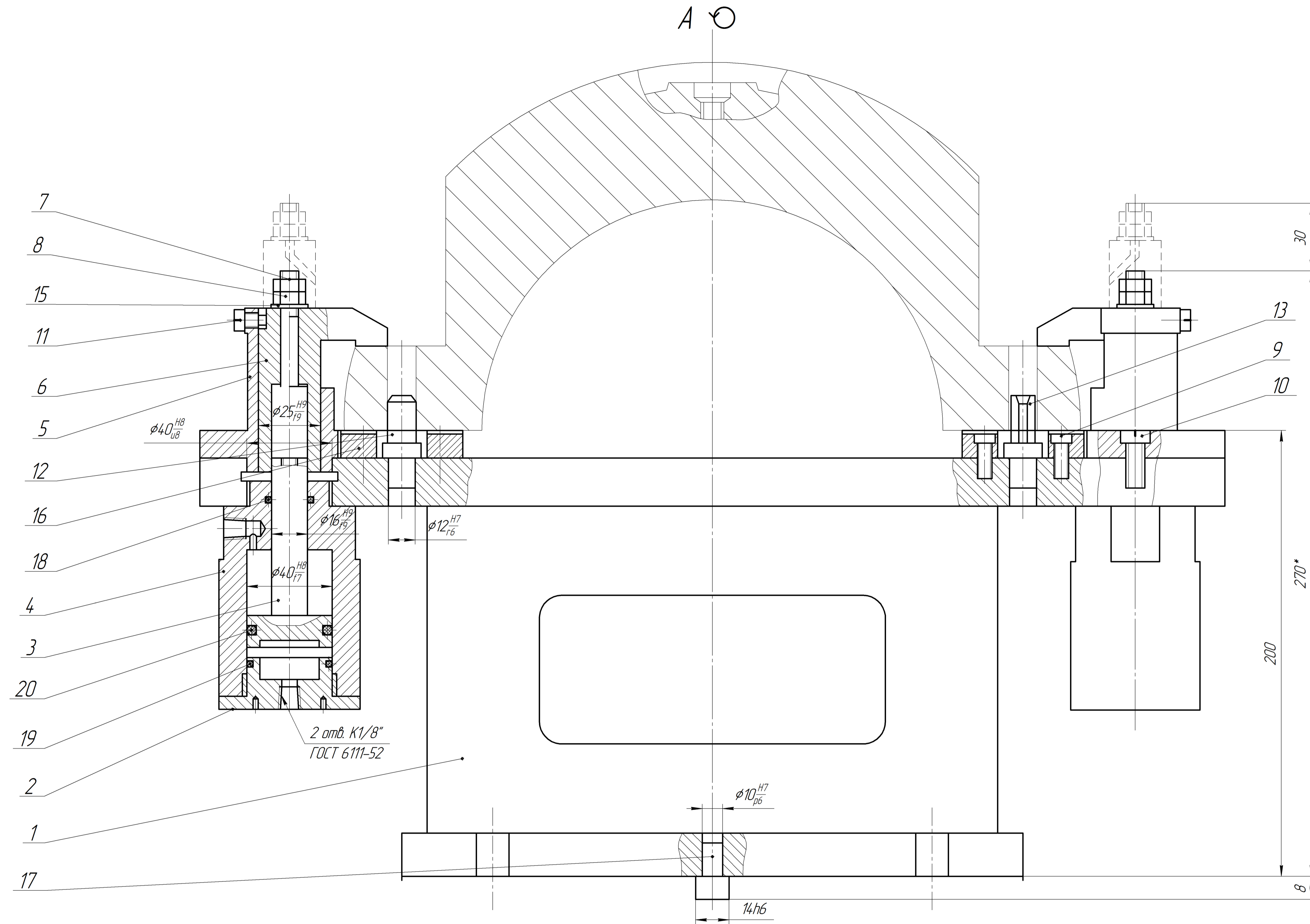
Карта налагодження

Лит	Маса	Масштаб
Н	-	-

Архив 1

ІФНТЧНГ

ПМКМ-23-1



Технічні вимги

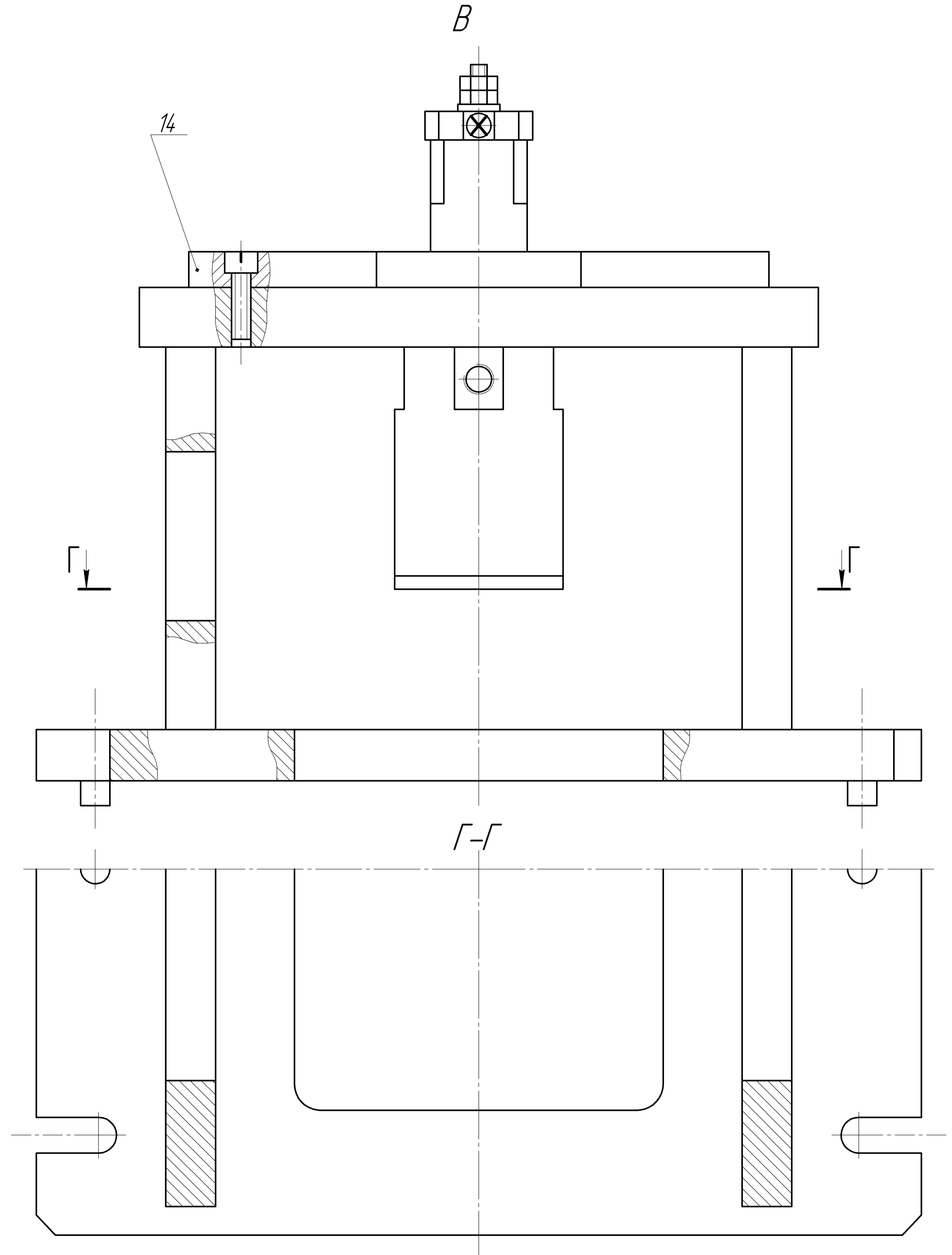
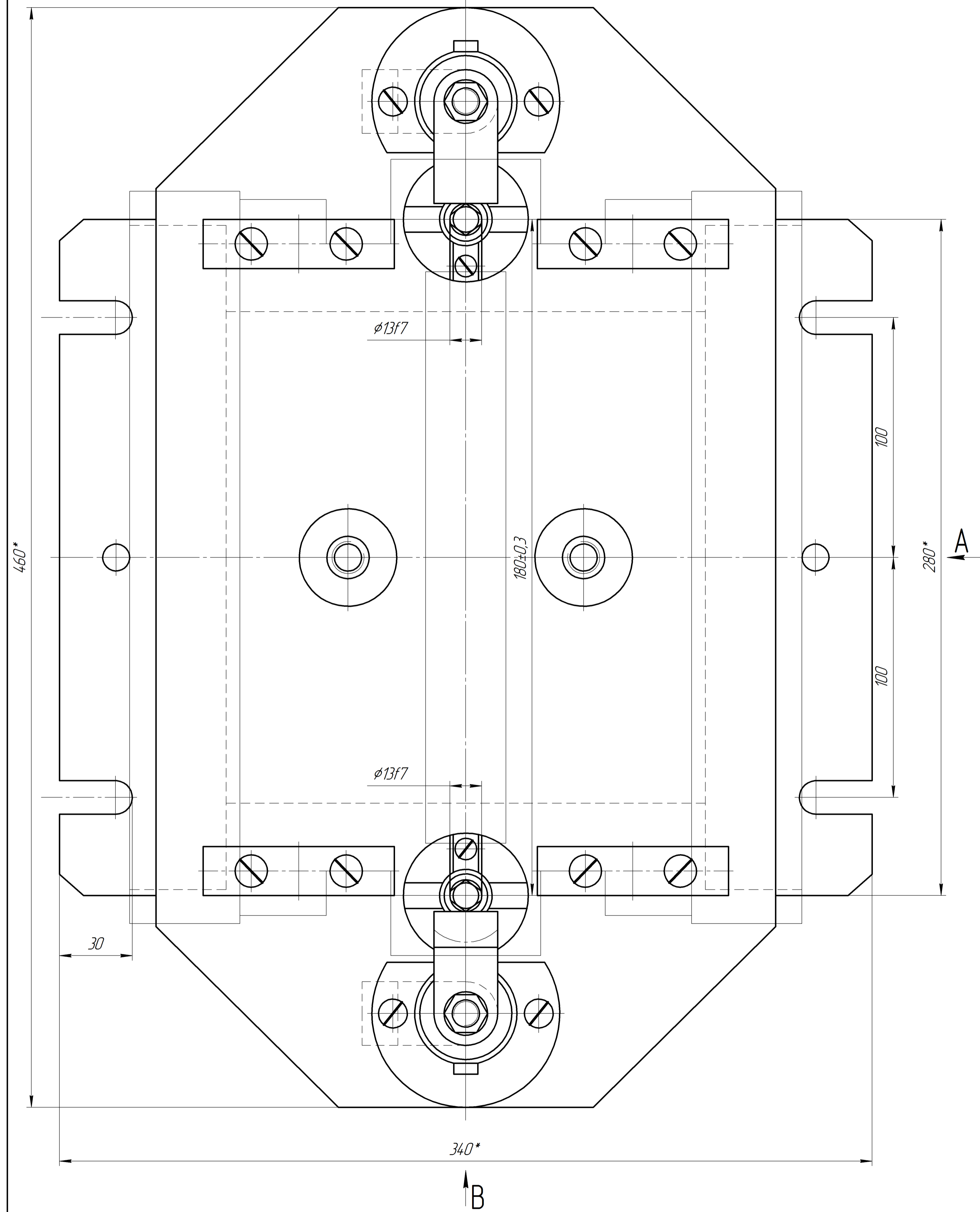
- *Разміри для довідок
- Допуск паралельності опорної поверхні цапід (поз.16) та плити (поз.18) – 0,04мм.
- Допуск перпендикулярності осі пальців (поз.12 і 13) до осі шпонак 0,06 м.
- Притискачі (поз.6) повинні переміщатись і повертатись плавно, без ривків і заїдань.
- Поверхні тертя рухомих деталей, крім пневмоциліндра, змастити мастилом ЦИАТИМ-211, при складанні
- Маркувати:

Технічна характеристика

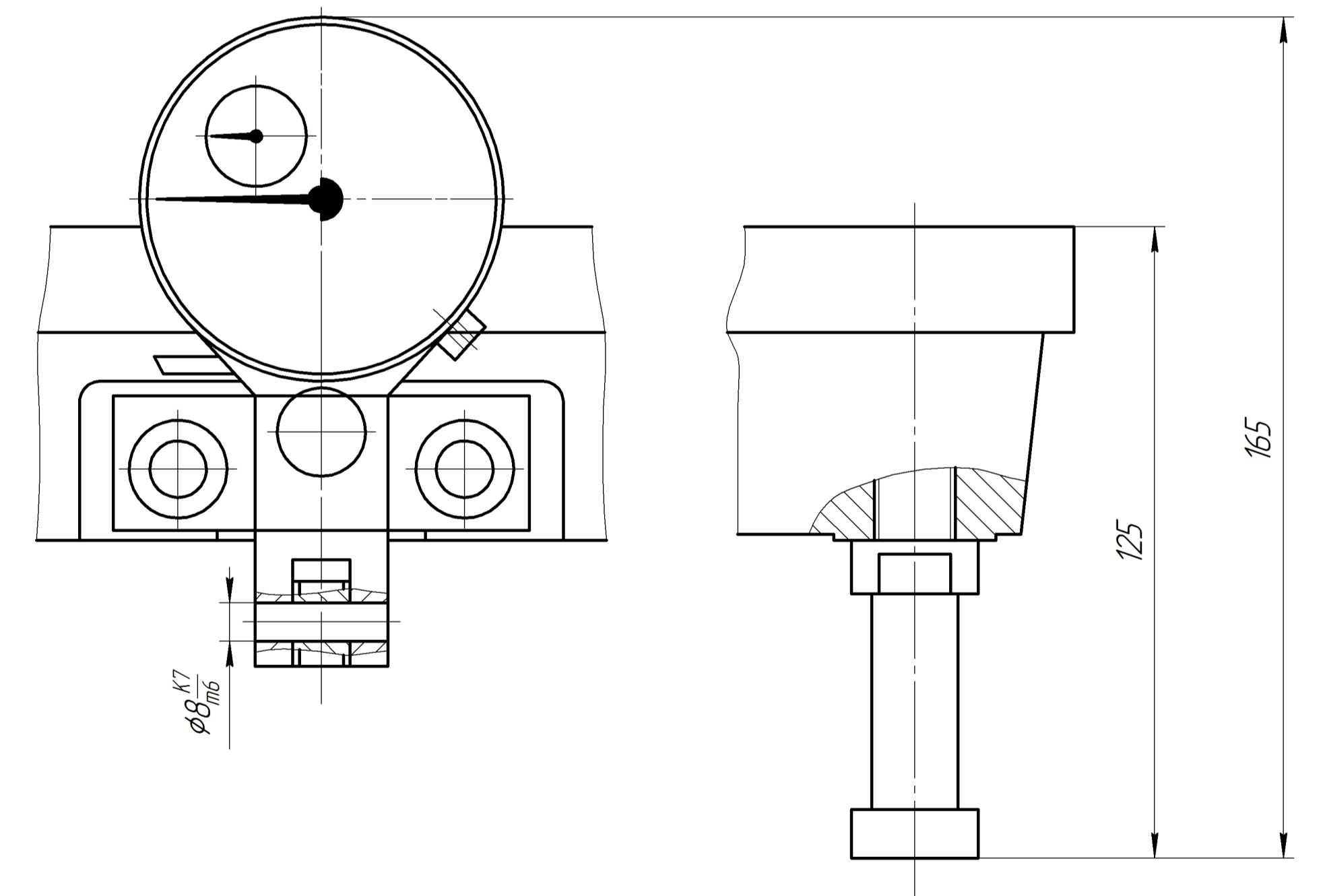
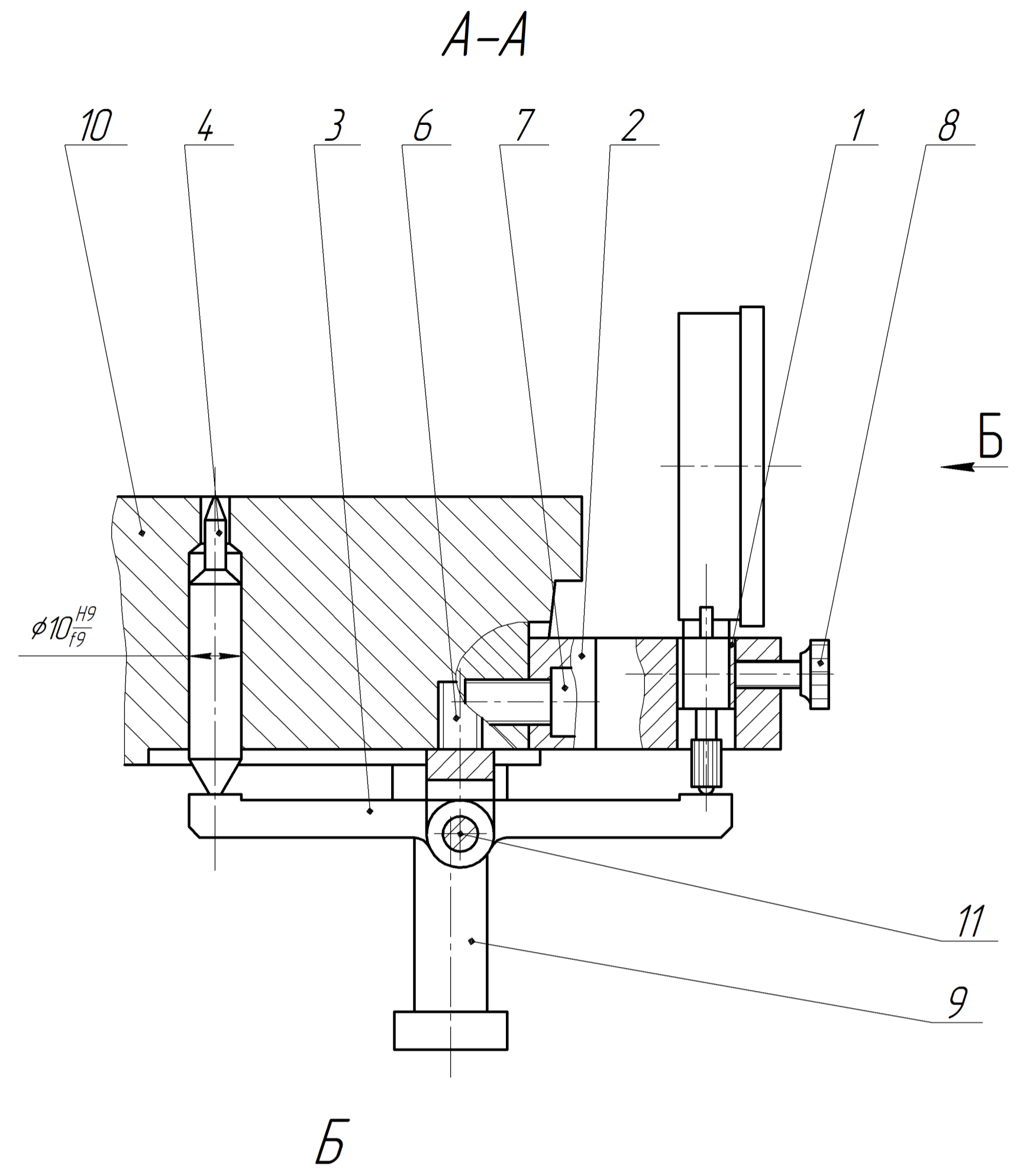
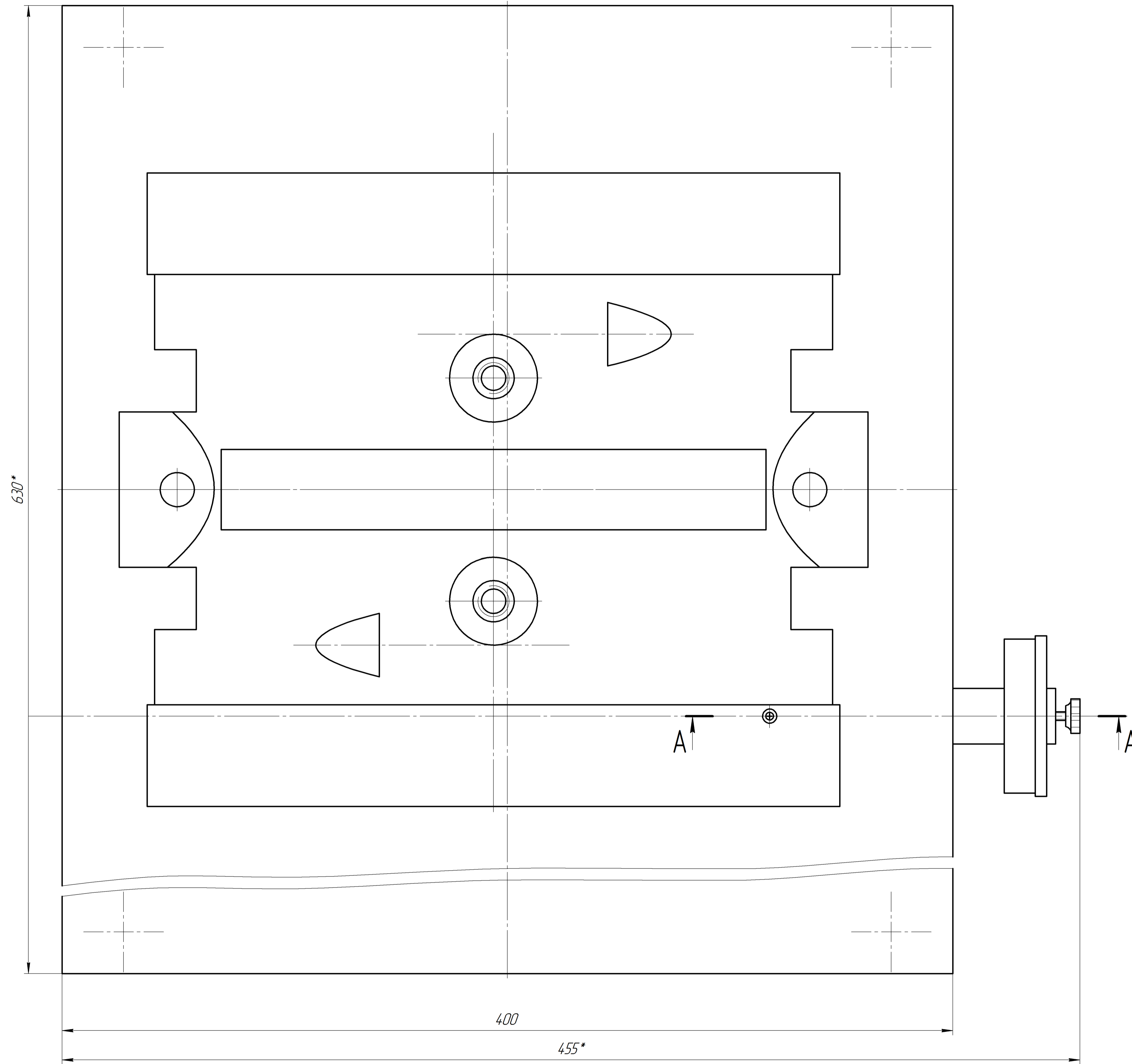
- Привід пневматичний, розрахунковий тиск стисненого повітря в мережі 0,6 МПа.
- Зусилля, Н:
 - на штоці пневмоциліндра 598
 - затискаюче 1022
- Хід поршня пневмоциліндра, мм:
 - робочий 30
 - повний 36

МР.ПМК-638.03.00.000 СК					Лит	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата	Н	-	1:1
Розраб.	Летрик				Архив 1		
Перев.	Одасій				ІФНТЧНГ		
Т.контр.	Одасій				ПМКМ-23-1		
Реценз.							
Н.контр.	Одасій						
Затв.	Ланчик						

Б(1)

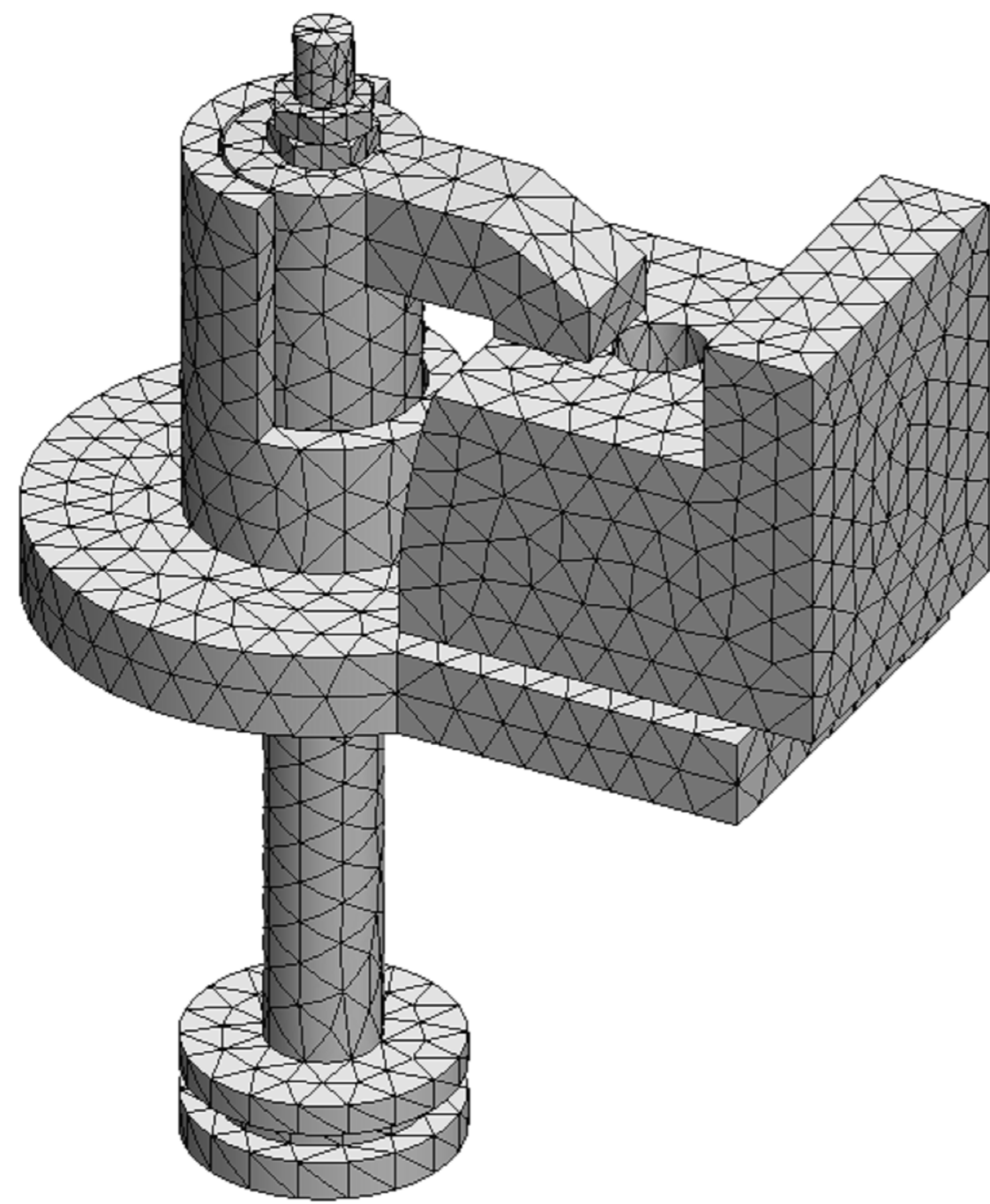


					МР.ПМК-638.03.00.000 СК		
Зм.	Арк.	№ Док.	Підп.	Дата	Лит.	Маса	Масштаб
Разраб.	Летрик				Н		1:1
Перев.	Одасів				Архив		
Т.контр.	Одасів				Архив		
Реценз.					ІФНТЧНГ		
Н.контр.	Одасів				ПМКМ-23-1		
Затв.	Панчик						

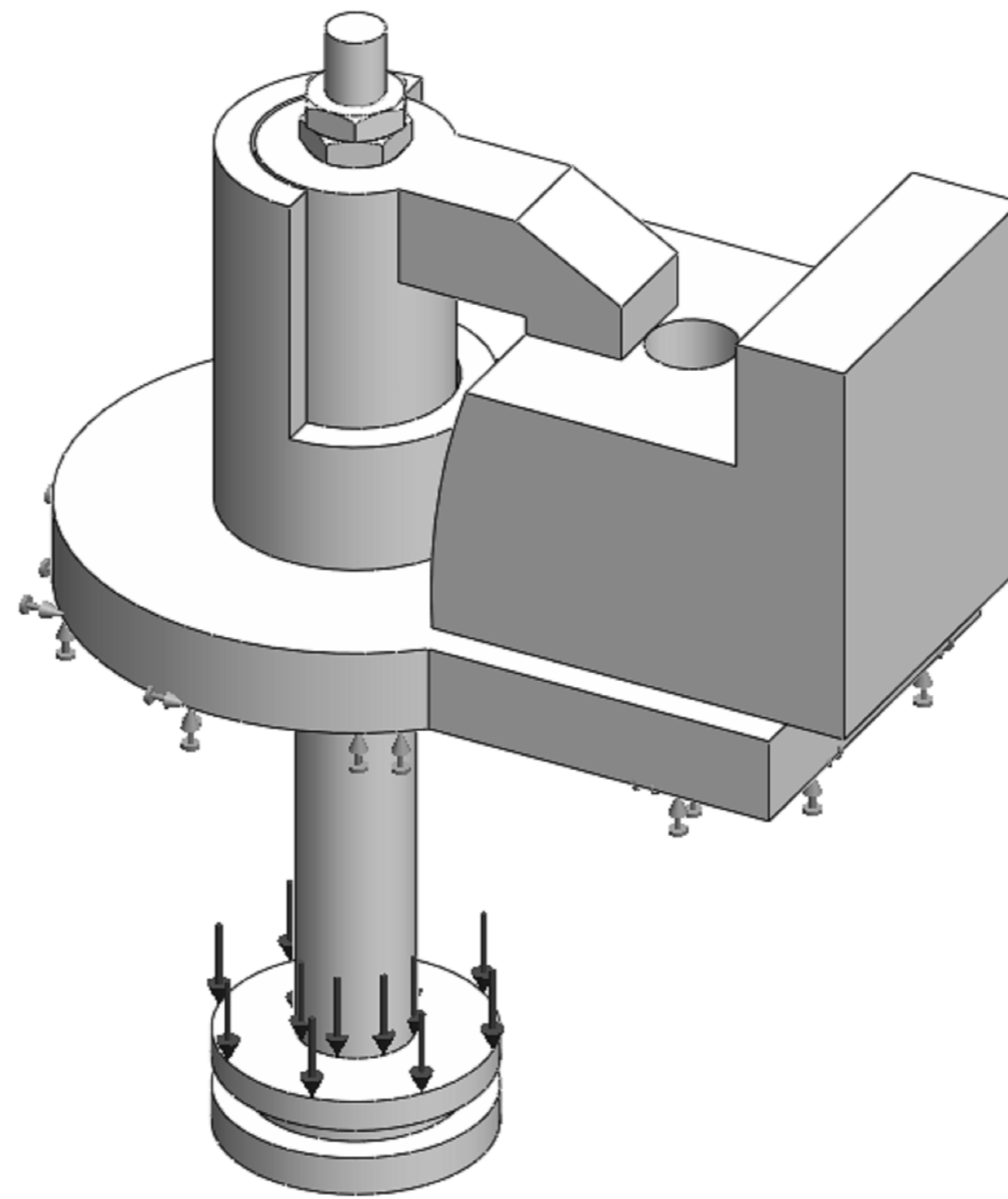


- Технічні вимги
- *Разміри для довідок
 - Деталь придатна при різниці показів індикатора (поз.12) не більше 0,196 мм.
 - Маркувати:

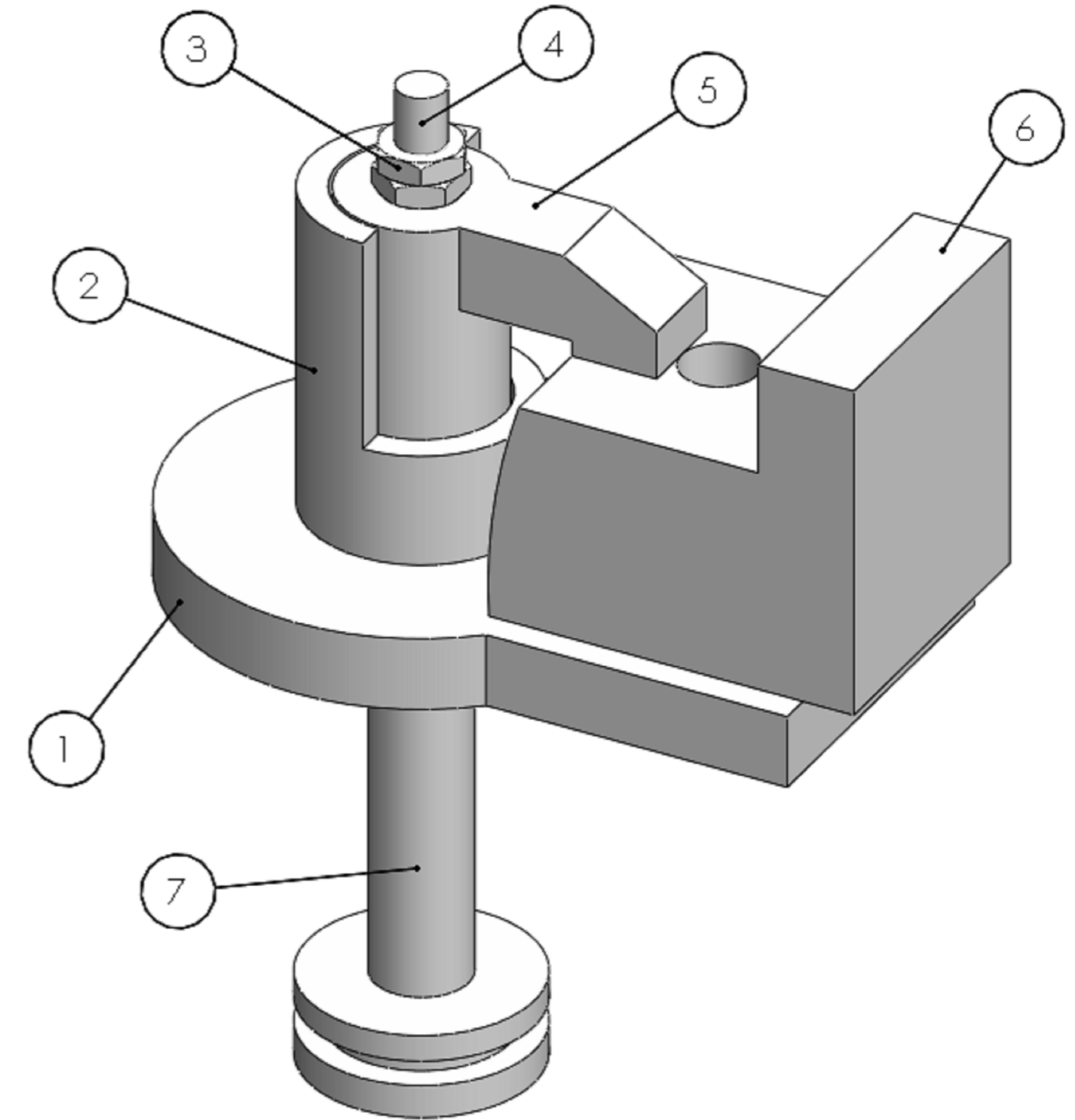
МР.ПМК-638.04.00.000 СК					Лит			Маса			Масштаб		
Пристрій контрольний					Н						1:1		
					Архив			Архив			1		
					ІФНТУНГ						ПМКМ-23-1		
Зм.	Арк.	№ Докм.	Підп.	Дата									
Розраб.	Летрик												
Черев.	Одасій												
Т.контр.	Одасій												
Реценз.													
Н.контр.	Одасій												
Затв.	Панчук												



Сітка скінченних елементів



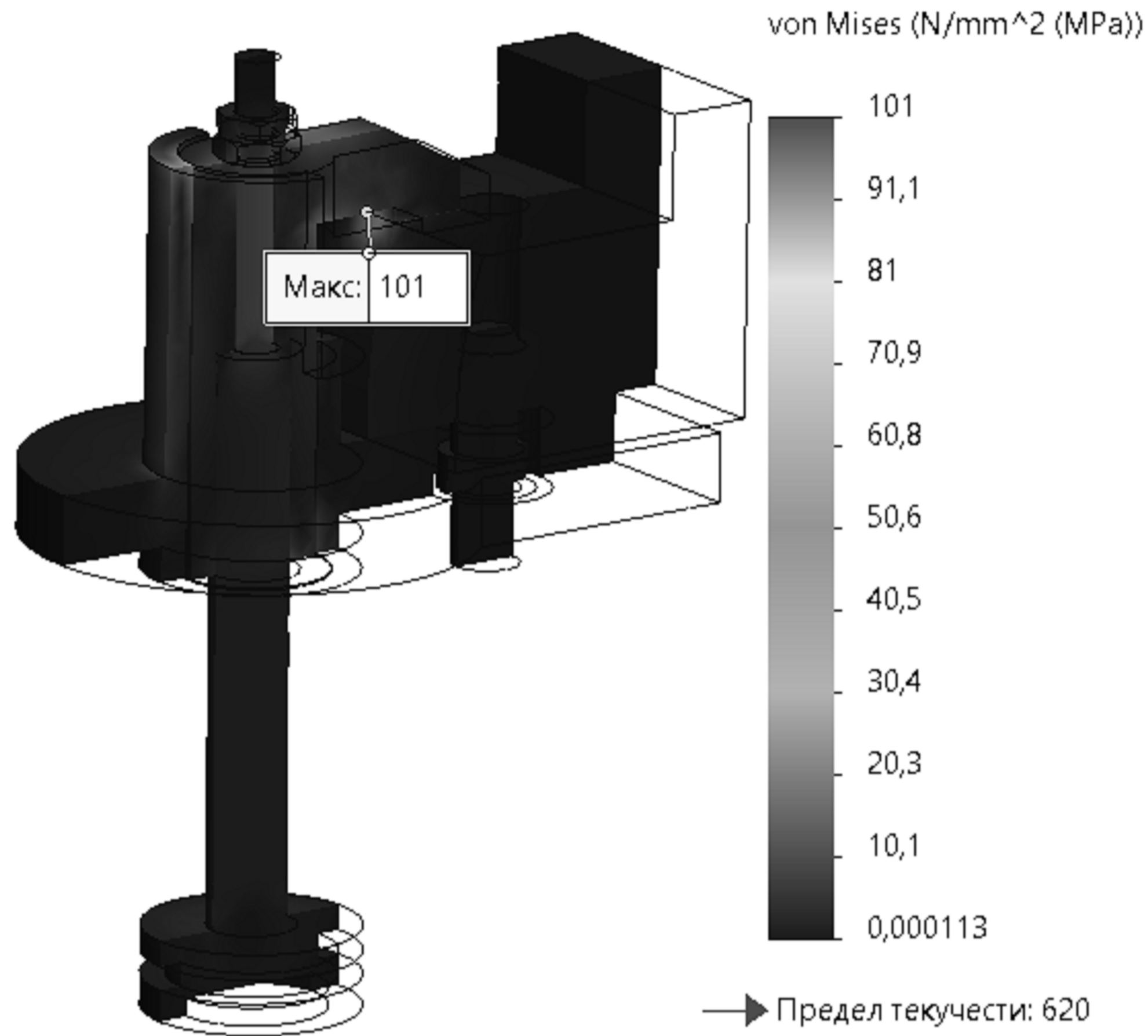
Розрахункова схема



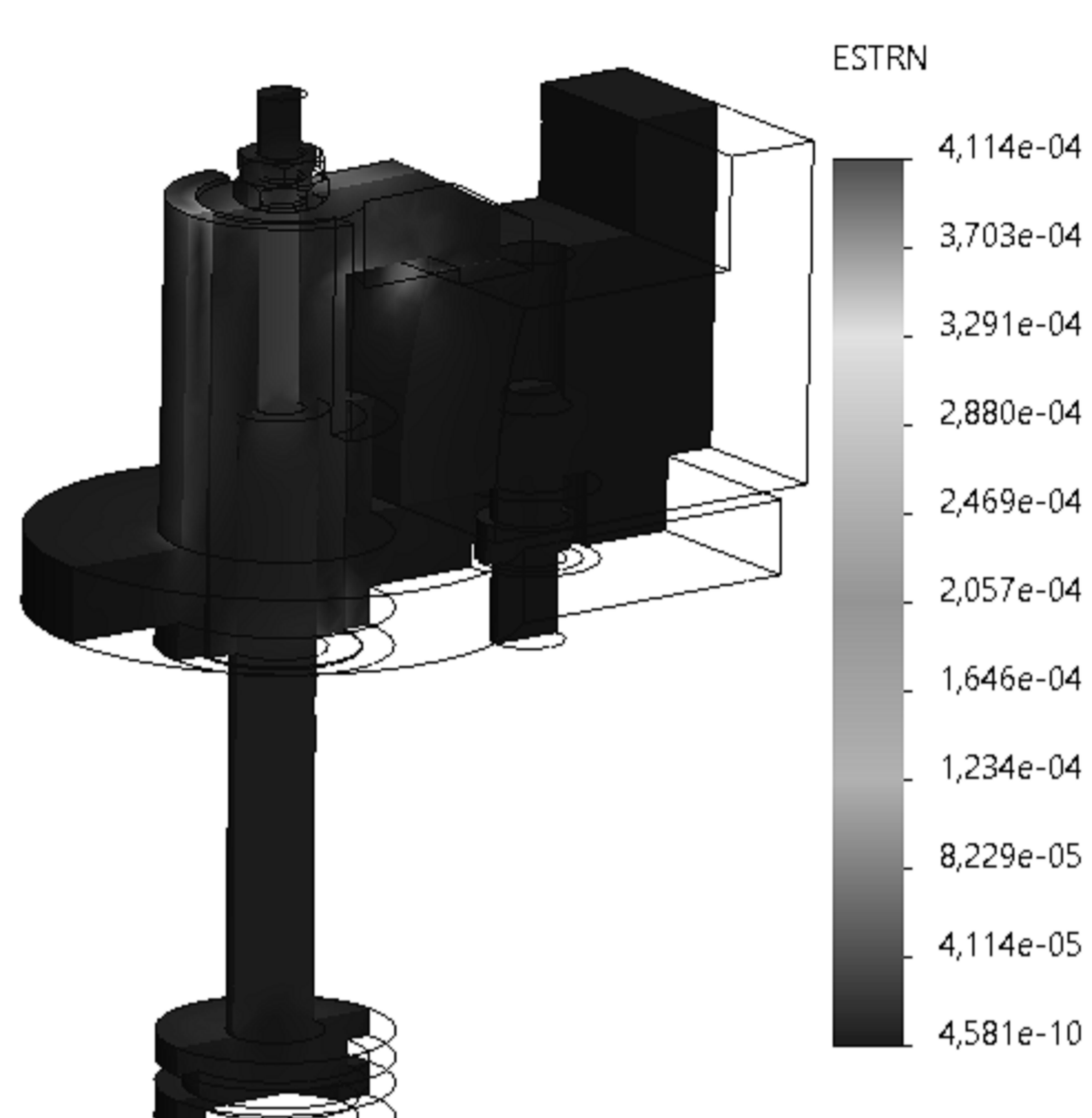
1 - основа; 2 - напрямна; 3 - гайка; 4 - шток; 5 - притискач; 6 - деталь; 7 - шток з поршнем

Тривимірна модель пристрою

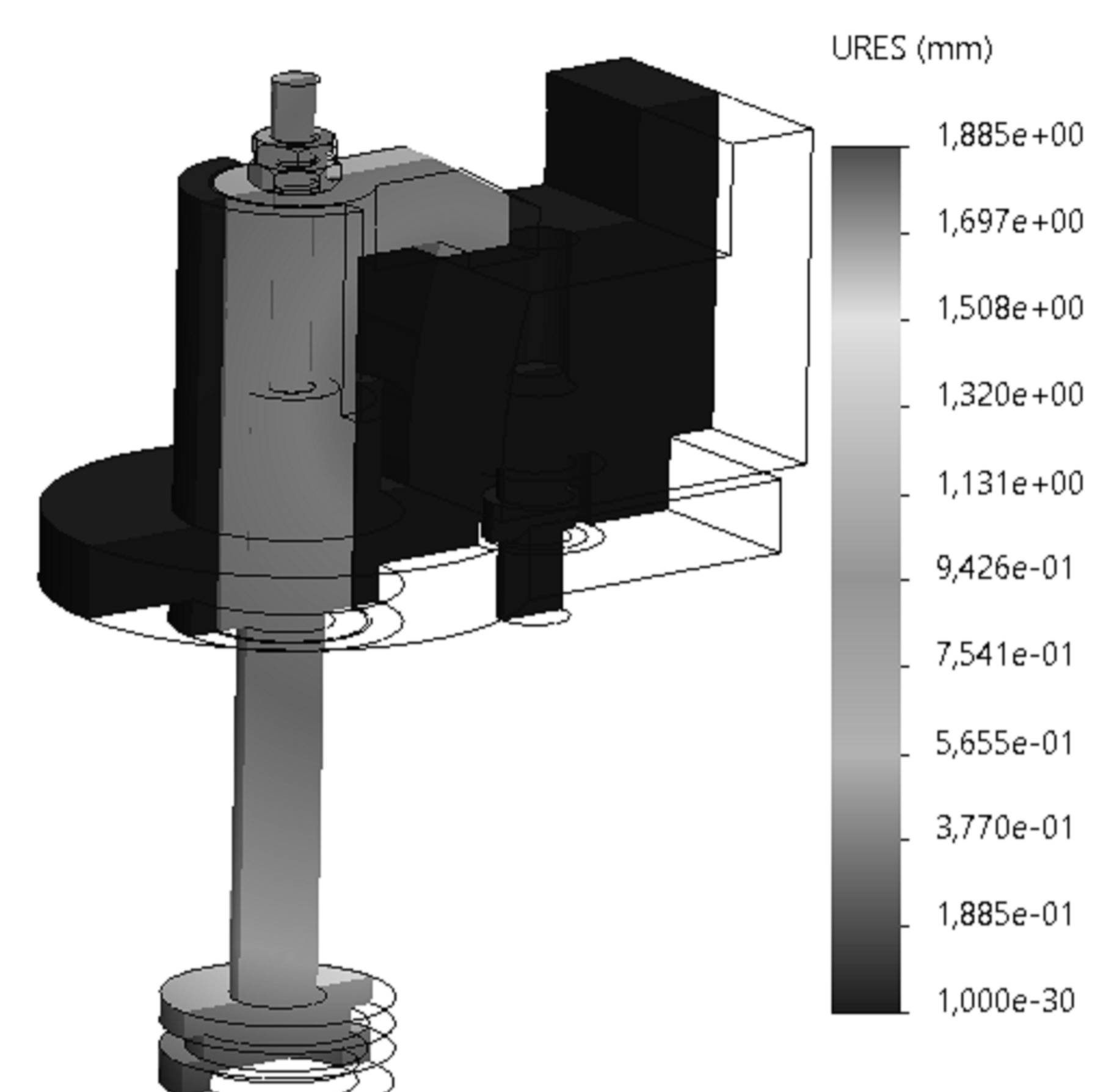
				MP.ПМК-638.05.00.000 СХ			
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата	Лит.	Маса	Масштаб
Разроб.	Петрик				Н		-
Перев.	Одасій				Аркциш	Аркциш	1
Т.контр.	Одасій				ІФНТУНГ		
Н.контр.	Одасій				ПМКм-23-1		
Затв.	Панчик						



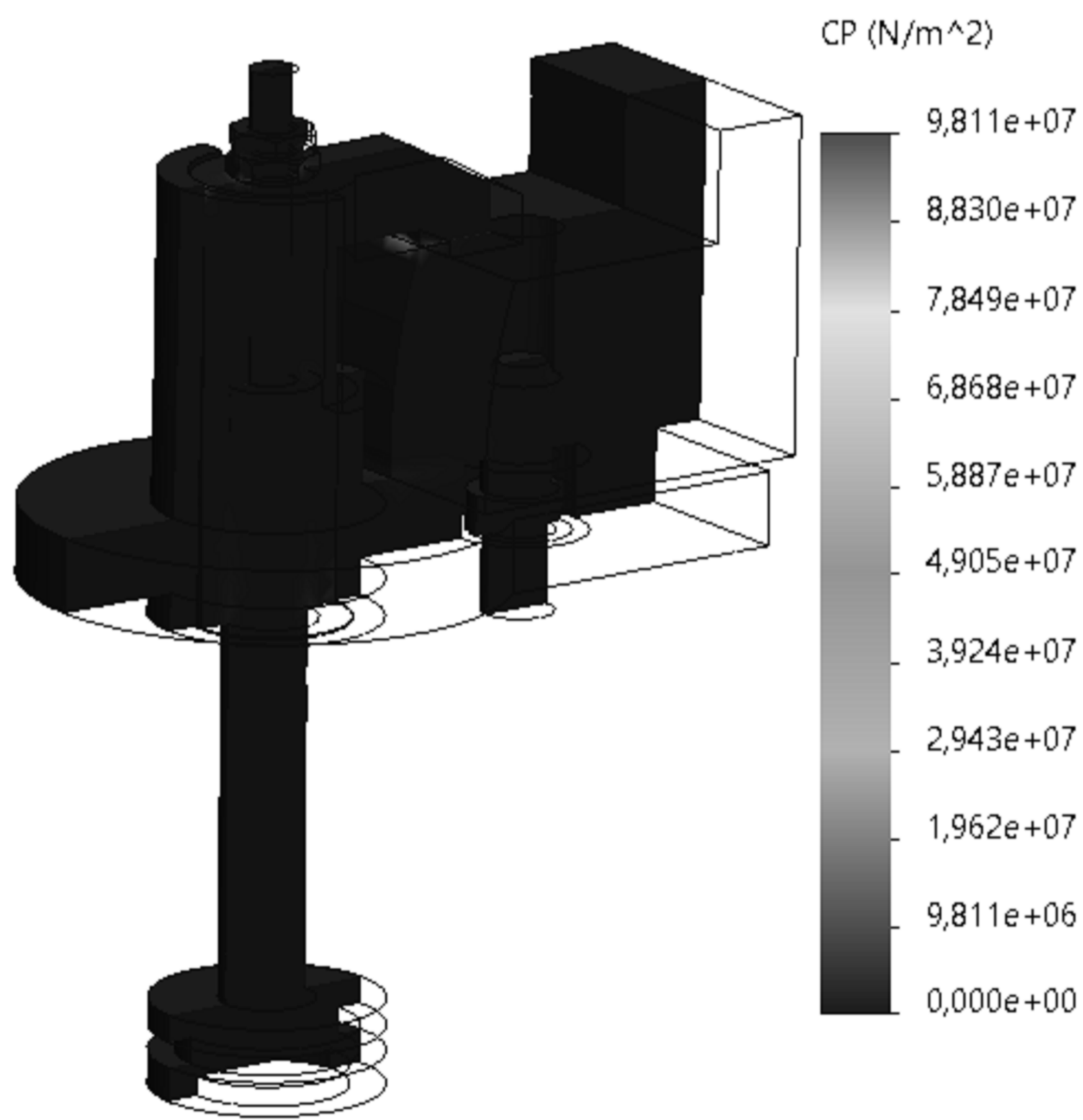
Еквівалентні напруження за Мізесом



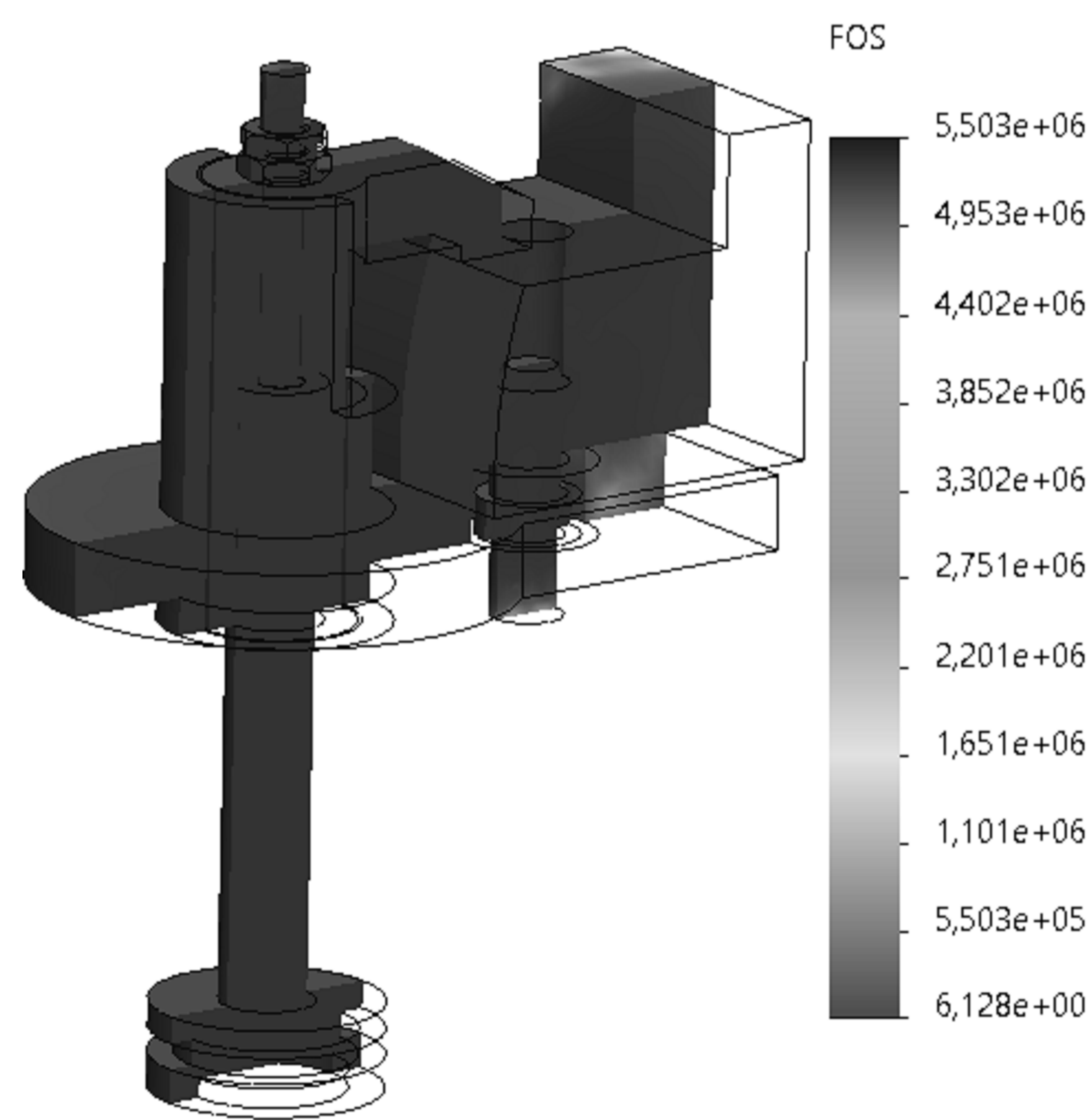
Деформація



Переміщення



Контактний тиск



Коефіцієнт запасу міцності

					MP.ПМК-638.06.00.000 СХ			
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата	Імітаційне дослідження	Лит.	Маса	Масштаб
Разраб.	Летрик					Н		-
Перев.	Одасі				Архив	Архив	1	
Т.контр.	Одасі				ІФНТУНГ ПМКМ-23-1			
Н.контр.	Одасі							
Затв.	Ланчик							