

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Куцела Ростислав Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі

(назва роботи)

«Корпус СК 1192.23.00.00.01» для умов серійного виробництва

Комп'ютеризовані та роботизовані технології машинобудування

(назва освітньої програми)

131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

Р.В. Куцела

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Лукань Т.В, асист.

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

Проф.

(посада)

(підпис)

(дата)

В.Г. Панчук

(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 - 2025 р.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень магістр

Спеціальність 131-Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

«____» _____ 20__ року

**З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Куцелі Ростиславу Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі
«Корпус СК 1192.23.00.00.01» для умов серійного виробництва

керівник роботи Лукань Тетяна Володимирівна, асистент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “05” листопада 2025 року № 694/7

2. Строк подання студентом роботи 15 грудня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи технічний кресленик деталі «Корпус»; середовище програм
SolidWorks, тип виробництва- середньосерійний

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

1. Технологічна частина. 2. Конструкторська частина. 3. Моделювання роботи
притискача фрезерного пристрою

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

1. Карта налагодження на операцію 055 – 1 лист А1. 2. Аналіз точності обробки –
1 лист А1. 3. Пристрій фрезерний– 1 лист А1. 4. Пристрій розточний 5.Контрольний
пристрій – 1 лист А1. 6. Імітаційне дослідження притискача фрезерного пристрою–
1 лист А1. 7. Тривимірні моделі – 1 лист А2.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 3	<u>Лукань Т.В., асистент кафедри КМВ</u>		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Технологічна частина	01.12.2025	
2	Конструкторська частина	06.12.2025	
3	Науково-дослідна частина	12.12.2025	
4	Оформлення пояснювальної записки та		
	графічної частини	15.12.2025	
6			
7			
8			

Студент

_____ (підпис)

Куцела Р.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Лукань Т.В.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної магістерської роботи на тему: Удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі «Корпус СК 1192.23.00.00.01» для умов серійного виробництва.

Розрахунково-пояснювальна записка складається з 83 сторінок і містить: 20 таблиць, 20 рисунків, 18 посилання на літературні джерела та додатків на 11 сторінках.

Графічна частина: 7 аркушів формату А1.

Об'єкт дослідження – процес механічної обробки.

Предмет дослідження – деталь Корпус СК 1192.23.00.00.01”.

Мета роботи – розробити покращений маршрут технологічного процесу виготовлення корпусу Корпус СК 1192.23.00.00.01, на базі заводського, котрий здешевить його виготовлення, з дотриманням вимог креслення деталі щодо точності розмірів, форм та якості поверхонь. Також необхідно розробити конструкції верстатних та контрольного пристроїв, та перевірити працездатність верстатних.

Згідно завдання у роботі проведено аналіз креслення деталі і її конструкції, призначення і функцій деталі у вузлі, аналіз заводського способу отримання заготовки та маршруту механічної обробки. На основі результатів аналізу та рекомендацій літературних джерел, розроблено проектний маршрут технологічного процесу механічної обробки корпусу, вибрано оптимальний спосіб отримання заготовки, пораховано припуски, режими різання та норми часу. Для закріплення деталі на фрезерній та розточній операціях розроблено конструкцію спеціальних верстатних пристроїв. Розрахунки проведенні в 2-му та 3-му розділах пояснювальної записки підтвердили їх працездатність.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі.

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

Студент: Куцела Р.В.

SUMMARY

of the qualifying master's thesis on the topic: Improvement of the technological process of manufacturing the part “CK 1192.23.00.00.01 housing” for serial production conditions.

The explanatory note consists of 83 pages and contains: 20 tables, 20 figures, 18 references to literary sources and appendices on 11 pages.

Graphical part: 7 sheets of A1 format.

The object of research is the mechanical processing process.

The subject of research is the part “CK 1192.23.00.00.01 housing”.

The aim of the work is to develop an improved technological process for manufacturing the CK 192.23.00.00.01 housing, based on the factory process, which will reduce its manufacturing cost while complying with the requirements of the part drawing in terms of dimensional accuracy, shape and surface quality. It is also necessary to develop the designs of machine tools and control devices and to check the operability of the machine tools. In accordance with the task, the work includes an analysis of the drawing of the part and its design, the purpose and functions of the part in the assembly, an analysis of the factory method of obtaining the blank and the machining route. Based on the results of the analysis and recommendations from literary sources, a draft route for the technological process of machining the body was developed, the optimal method for obtaining the blank was selected, and allowances, cutting modes and time norms were calculated. To secure the part during milling and boring operations, the design of special machine tools was developed. The calculations carried out in sections 2 and 3 of the explanatory note confirmed their operability.

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

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

Student: Kutsela R.V.

Зміст

стор.

Вступ

1. Технологічна частина
 - 1.1 Опис призначення і конструкції деталі
 - 1.1.1 Загальний опис конструкції деталі
 - 1.1.2 Аналіз конструкції деталі
 - 1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі
 - 1.2.1 Загальний аналіз технологічності конструкції деталі
 - 1.2.2 Аналіз методів обробки деталі
 - 1.3 Визначення річної програми та кількості деталей в партії
 - 1.3.1 Вибір форми організації виробництва
 - 1.4 Аналіз базового технологічного процесу і розробка маршрутної технології
 - 1.4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки
 - 1.4.2 Опис і аналіз базового технологічного процесу
 - 1.4.3 Обґрунтування вибору проектного технологічного процесу
 - 1.5 Вибір засобів технологічного оснащення
 - 1.5.1 Вертикально-фрезерний верстат Holzmann ZX7045 400V
 - 1.5.2 Токарно-гвинторізний верстат Cormak 460x1000
 - 1.5.3 Вертикально-свердлильний верстат з ЧПК Euromet FW33 NC
 - 1.6 Розробка операційної технології
 - 1.6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку і визначення технологічних розмірів
 - 1.6.2 Розрахунок режимів різання
 - 1.6.3 Аналіз точності обробки
 - 1.6.4 Нормування технологічного процесу

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Куцела			Пояснювальна записка		
Перевір.		Лукань					
Реценз.							
Н. Контр.		Лукань					
Затверд.		Панчук					
					Літ.	Арк.	Акрушів
						1	
					ПМКм-24-1		

2 Конструкторська частина

2.1 Пристрій фрезерний

2.1.1 Опис призначення, будови та роботи пристрою

2.1.2 Інженерні розрахунки для підтвердження працездатності пристрою

2.1.3 Коефіцієнт уніфікації

2.2 Пристрій розточний

2.2.1 Опис призначення, будови та роботи пристрою

2.2.2 Інженерні розрахунки для підтвердження працездатності пристрою

2.2.3 Коефіцієнт уніфікації

2.3 Пристрій для контролю торцевого биття

2.3.1 Призначення та технічна характеристика контрольного пристрою

2.3.2 Розрахунок пристрою на точність

2.3.3 Розрахунок рівня уніфікації пристрою

3. Імітаційне моделювання роботи притискної ланки фрезерного пристрою

Висновки

Перелік використаних джерел

Додатки

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис	Дата		

Вступ

Інженер-конструктор є створювачем нової техніки, і рівнем його творчої роботи в великій степені визначають темпи науково-технічного прогресу. Діяльність конструктора приналежна до числа найбільш складних проявів чоловічого розуму. Одне з найважливіших завдань у підготовці інженера - навчити творчо застосовувати при вирішенні поставлених завдань набуті знання. З розвитком науки і техніки проблемні питання вирішуються з врахуванням наростаючого числа факторів, які базуються на даних різних наук, тому уміння працювати над сходженням різних дисциплін являється показником підготовки сучасного спеціаліста.

При виконанні магістерської роботи обов'язковою базою будуть служити знання наступних предметів: різання металів, теплотехніка, гідравліки, теорії пружності, матеріалознавства, механіки і інших. Потрібно використати математичні моделі, які базуються на теоретичних і експериментальних випробуваннях.

При прийнятті складних інженерних рішень далеко не все може бути формалізовано. Одною із цілей виконуваного магістерської роботи є розвиток інженерної думки, в тому числі уміння використати набраний досвід, натупати нові ідеї, моделювати, використовувати аналоги.

Основним завданням проектування магістерської роботи є дати належну оцінку базовому технологічному процесу, і з врахуванням високих темпів росту технічного прогресу зіставивши всі показники створити новий більш економічний, продуктивніший і доцільний новий технологічний процес.

Враховуючи сучасний розвиток машинобудування та заданий тип виробництва основним напрямком в розробці даної магістерської роботи буде запровадження сучасного високопродуктивного обладнання, так як серійний тип виробництва характеризується випуском широкої номенклатури виробів та частою переналадкою металорізального обладнання, що приводить до додаткових затрат робочого часу на допоміжні операції та виготовлення технологічної оснастки. Одним із основних шляхів автоматизації механічної обробки деталей в

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

серійному та дрібносерійному виробництві являється використання верстатів з ЧПК та обробляючих центрів. В результаті використання верстатів з ЧПК та обробляючих центрів збільшується продуктивність обробки, підвищується точність обробки, зменшується кількість обладнання і технологічної оснастки. На обробляючих центрах проводяться майже всі процеси різання і свердління, зенкерування, розвертання, розточування, фрезерування, нарізання різьби. Автоматична заміна інструменту та заготовок на столах супутниках значно скорочує допоміжний час обробки деталі.

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

1 Технологічна частина

1.1 Опис призначення і конструкції виробу

Корпус СК 1192.23.00.00.01 призначений для розгалуження потоку газу, який циркулює в системі пальника, на основну і допоміжну лінію. Це досягається за рахунок перехрещення отворів $\varnothing 63^{+0,05}$ (основна лінія) та $\varnothing 12^{+0,012}$ (допоміжна лінія). На виходах цих отворів з корпусу перехідника в системі пальника передбачені клапани, які почерговим закриттям та відкриттям дають змогу проводити перекачування газу в одному із напрямків.

Корпус являє собою призматичну деталь з рядом отворів $\varnothing 63^{+0,05}$, $\varnothing 27$, $\varnothing 12^{+0,012}$, $\varnothing 18^{+0,027}$, $\varnothing 24^{+0,05}$, різьми M18×1,5-6H та M10-7H, вибірками R45, канавкою та наскрізними отворами у вибірках $\varnothing 9^{+0,36}$. Основними конструкторськими базами деталі є дві торцеві поверхні розміщені перпендикулярно до осі отвору $\varnothing 63^{+0,05}$, торцева поверхня з габаритними розмірами (97×65) мм; всі інші поверхні є допоміжними конструкторськими базами, крім поверхонь отворів $\varnothing 63^{+0,05}$, $\varnothing 12^{+0,012}$, торцеві поверхні вибірки R45 та дві бокові поверхні з габаритними розмірами 140×65, які є вільними поверхнями.

Найвищі вимоги щодо точності виконання та шорсткості поверхонь висуваються до отворів $\varnothing 63^{+0,05}$, $\varnothing 12^{+0,012}$, $\varnothing 18^{+0,027}$, канавок та торця виступу $\varnothing 68_{-0,3}$. Це обумовлене експлуатаційними особливостями як корпуса в цілому так і цих елементів деталі зокрема. По отворах $\varnothing 63^{+0,05}$, та $\varnothing 12^{+0,012}$, як було сказано вище, здійснюється перекачка газу, тому точність виконання і шорсткість їх поверхонь повинна бути висока, щоб максимально зменшити втрати тиску в місцях переходу в отворах інших елементів вузла та на їх поверхнях. Оскільки газ володіє високою проникною здатністю, то місця контакту корпуса перехідника з іншими деталями вузла по шляху перекачування газу повинні бути абсолютно герметичними. Саме тому ставляться такі високі вимоги до отворів $\varnothing 18^{+0,027}$, торця виступу $\varnothing 68_{-0,3}$, які безпосередньо контактують з іншими деталями вузла,

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

та канавок, в яких розміщуються прокладки, що забезпечують герметичність з'єднання по бокових поверхнях, перпендикулярно до осі отвору $\varnothing 63^{+0,05}$.

Вимоги ж до корпусу в цілому не є високими і їх цілком може задовільнити матеріал Ст3 СП2 ДСТУ 2651:2005, за винятком поверхні отвору $\varnothing 63^{+0,05}$, яку хромують Х18тв, з метою підвищення корозійної стійкості ефекту ковзання (зменшення коеф. тертя), так як цей отвір є частиною основної лінії системи пальника, по якій здійснюється найбільш ефективна перекачка газу.

Таблиця 1.1 – Опис конструкції виробу

№ поверхні	Конфігурація та службове Призначення поверхні	Розміри, мм;	Квалітет точності	Точність форми і розміщення	Шорсткість, мкм;
1,2	Площина. ДКБ.	97×140	14		Rz40
3,4	Площина. ДКБ.	65×140	14		Rz40
5,6	Площина. ОКБ.	97×56	14		Rz40
7	Внутрішня. Циліндрична. ДКБ	$\varnothing 63 \times 56$	8		Ra=0,32
8	Внутрішня. Циліндрична. ДКБ	$\varnothing 18 \times 15$	8		Ra=2,5
9	Канавка. Робоча	$\varnothing 24 \times 2,5$	9		Rz40
10	Циліндрична. Плоска	$\varnothing 27 \times 2$	14		Rz40
11,13	Циліндрична. Вільна	$\varnothing 9 \times 8$	14		Rz40
12	Різьбова. ДКБ.	M18; l=10	6H		Rz40
14,15, 16,17	Різьбова. ДКБ.	M10; l=20	7H		Rz20
18,19	Площина. Вільна	10×45°	14		Rz40
20	Циліндрична. Виконавча	$\varnothing 12 \times 53$	6		Ra=1,25
21,22	Канавка. Робоча	$\varnothing 79 \times 3$	10		Ra=2,5
23,24	Циліндрична. Вільна	R45, h=28	14		Rz40

За конструкцією дана деталь відноситься до класу корпусних і до неї ставляться відповідні вимоги.

Матеріал деталі за кресленням деталі – сталь 3СП2 ГОСТ 535-88. Зараз ГОСТ 535-88 втратив чинність, його змінив ДСТУ 4484:2005/ГОСТ 535-2005.

Хімічний склад і механічні властивості матеріалу корпусу за ДСТУ 4484:2005/ГОСТ 535-2005 наведемо відповідно в таблицях 1.2 і 1.3.

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі 3 СП2

C, %	Mn, %	Si, %	S, %	P, %	Cr, Ni, Cu, %
0,025-0,035	0,4-0,6	0,15-0,35	До 0,045	До 0,045	До 0,2

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			

Таблиця 1.3 – Механічні властивості сталі 3 СП2

σ_T , Н/мм ²	σ_B , Н/мм ²	δ , %	ψ , %	ударна в'язкість, Н·м/см ²
180	230	12	20	30

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі Корпус СК 1192.23.00.00.01

Технологічність конструкції деталі по параметру можливість виготовлення заготовки забезпечується вибором такого методу виготовлення заготовки при яких досягається оптимальні витрати ресурсів на виготовлення деталі і її експлуатацію для заданих показників якості, об'єму випуску і умов виконання робіт.

Для деталей виготовлених із сталей Ст3 СП2 ДСТУ 4484:2005/ГОСТ 535-2005 з конфігурацією деталі наближеною до типу – корпусні в умовах середньо-серійного типу виробництва найбільш доцільним методом виготовлення заготовки є штампування в закритих штампах з одночасним прошиванням отвору.

Згідно ДСТУ 2651:2005 сталь Ст3СП2 відноситься до 1 групи матеріалів з масовою долею вуглецю до 0,35% включно і відповідно добре дається гарячому об'ємному штампуванню.

Загальний висновок:технологічність деталі корпус СК 1192.23.00.00.01 по параметру можливість виготовлення заготовки є доброю.

Технологічність конструкції деталі по параметру точність забезпечується вибором такої точності поверхонь, при якій досягається оптимальні витрати ресурсів на виготовлення деталі і її експлуатацію, для заданих показників якості, об'єму випуску і умов виконання робіт. Оцінимо точність даної деталі по середній точності її поверхонь.

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 1.4 – Точність поверхонь деталі

T_i	n_i	$T_i n_i$
6	1	6
8	3	24
9	8	72
10	1	10
12	2	24
14	23	322

$$\sum n_i = 38$$

$$\sum T_i \cdot n_i = 458$$

Тоді:

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{458}{38} = 12$$

Таким чином точність поверхонь даної деталі є невисокою ($T_{cp} \approx 12$). Тобто більшість поверхонь можна обробити продуктивними методами на верстатах звичайної точності.

Найвищу точність мають поверхні отворів $\varnothing 12H6(^{+0,012})$, циліндричної поверхні $\varnothing 18H8(^{+0,027})$, та поверхні отвору $\varnothing 63H8(^{+0,05})$.

Високу точність поверхні отвору $\varnothing 12H6$ легко досягнути продуктивними методами, так як розмір отвору є малим (для досягнення точності застосовуємо: свердління, зенкерування, чистове та тонке розвертання).

Важче отримати розмір циліндричної поверхні $\varnothing 18H8(^{+0,027})$, так як ця поверхня являє собою виточку, тому ми її отримуємо розточуванням розточним різцем.

Циліндричну поверхню $\varnothing 63H8$ легко обробити розточними різцями, які кріпляться в борштанзі із застосуванням горизонтально-розточного верстату.

Деталь не є тілом обертання. Для забезпечення точності діаметральних розмірів, вісь яких перпендикулярна до осі симетрії деталі – за технологічну базу слід прийняти торець деталі, аналогічно для обробки отворів вісь яких співпадає з віссю симетрії деталі. Так як деталь є простої форми таку схему легко реалізувати, якщо в якості базуючих пристроїв використовувати чотирьох кулачковий патрон з пневмозатиском.

Таким чином базування даної деталі не викликає труднощів, хоча і не дозволяє витримати принцип постійності баз при обробці внутрішніх і зовнішніх

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

поверхонь. Розміри в основному проставлені вдало. Для виконання вимог по забезпеченню торцевого биття обробку необхідно здійснювати при базуванні деталі по поверхні (97×65) мм, та осі отвору Ø18H8. В загальному можна зробити висновок, що з точки зору можливість забезпечення точності, дана деталь є технологічною.

Технологічність конструкції деталі по параметру шорсткість – забезпечується вибором такої шорсткості поверхонь деталі, при якій досягаються оптимальні витрати ресурсів на виготовлення деталей і її експлуатацію, для заданих показників якості, об'єму випуску і умов виконання робіт. Оцінимо шорсткість поверхні даної деталі по середньому класу шорсткості.

Таблиця 1.5 – Шорсткість поверхонь деталі

$Ш_i$	n_i	$Ш_i \cdot n_i$
4	22	88
5	5	25
6	9	54
7	1	7
9	1	9
	$\sum n_i = 38$	$\sum Ш_i \cdot n_i = 183$

$$\text{Тоді: } Ш_{cp} = \frac{\sum Ш_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{183}{38} = 4.81 \approx 5 \text{ (Ra 3.2)}$$

Таким чином, середня шорсткість даної деталі є середньою ($Ш_{cp} = Ra 3,2$), відповідно є ряд поверхонь з високою шорсткістю, які можуть ускладнити обробку в цілому.

Деталь не є тілом обертання. Основні методи обробки: розточування на верстаті горизонтально-розточної групи, та на верстатах, які мають можливість обробляти поверхні осьовим лезовим інструментом.

Поверхня з шорсткістю Ra 0,32 отримується чорновим, чистовим розточуванням, шліфуванням на внутрішшліфувальному верстаті, поверхню з шорсткістю Ra 1,25 отримуємо після зенкерування отвору, чистового та тонкого розвертання. Поверхню з шорсткістю Ra 2,5 отримуємо за допомогою чорнового та чистового розточування.

Конфігурація деталі забезпечує обробку продуктивними методами на прохід за винятком виточки Ø18H8 і розточуванням канавки Ø24H9. Деталь має

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

достатню жорсткість, конфігурація забезпечує вільний доступ інструменту до всіх поверхонь.

Не технологічною є наявність канавки Ø24Н9 та виточки Ø18Н8. В загальному можна зробити висновок, що з точки зору можливість забезпечення шорсткості дана деталь є технологічною.

1.3 Визначення програми випуску деталей і кількості деталей в партії за типом виробництва

Враховуючи те, що тип виробництва середньо-серійний, визначимо річну програму випуску N.

Тип виробництва за ДСТУ ГОСТ 3.1108:2014 характеризується коефіцієнтом закріплення операцій $K_{з.о}$ який показує відношення всіх різноманітних технологічних операцій, які виконуються або підлягають виконанню підрозділом на протязі місяця, до числа робочих місць:

$$K_{з.о} = \frac{\sum P_o}{P_{я}},$$

де $\sum P_o$ - сумарна кількість різноманітних операцій;

$P_{я}$ - явна кількість робочих підрозділів, що виконують різноманітні операції.

Коефіцієнт закріплення операцій для середньо-серійного типу виробництва:

$$10 \leq K_{з.о} \leq 20$$

Таблиця 1.6 – Штучний час по операціях

№ операції	Назва операції	T _{шт} , хв
025	Фрезерна	4,74
030	Фрезерна	21,22
035	Фрезерна	21,22
040	Токарна	4,2
045	Токарна	1,52
050	Токарна	4,3
055	Фрезерна	7,09
060	Свердлильна	1,42
065	Свердлильна	4,04
070	Свердлильна	1,61
075	Токарна	0,12

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Середній штучний час:

$$T_{um.cep} = \frac{\sum T_{um.i}}{n_i} = \frac{4,74 + 21,22 \cdot 2 + 4,2 + 1,52 + 4,3 + 7,09 + 1,42 + 4,04 + 1,61 + 0,12}{11} = 6,13 \text{ хв}$$

Такт випуску деталей : $t_b = K_3 \cdot T_{um.cep}$

$$t_b = (10 \div 20) \cdot 6,13 = (61,3 \div 122,6), \text{хв}$$

Річна програма випуску: $N = 60 \cdot F_d / t_b$,

де $F_d=4015$ год. - дійсний річний фонд часу роботи обладнання.

Отже, $N = \frac{60 \cdot 4015}{(61,3 \div 122,6)} = 1964,9 \div 3929,85$ шт., приймаємо $N=4000$ шт.

Кількість деталей в партії для одночасного запуску можна визначити спрощеним методом за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{254},$$

де $a=12$ —періодичність запуску (день);

254—кількість робочих днів у році.

Отже,

$$n = \frac{4000 \cdot 12}{254} = 188,9 \text{ шт.}$$

Коректування розміру партії заключається у визначенні розрахункової кількості змін на обробку всієї партії деталей на основних робочих місцях :

$$C = \frac{T_{um.cep} \cdot n_o}{480 \cdot 0,8},$$

де 480 – дійсний фонд часу роботи обладнання зміну, хв;

0,8 – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання.

$$C = \frac{6,13 \cdot 188,9}{480 \cdot 0,8} = 3,015 \text{ зміни}$$

Приймаємо $C=3$ зміни.

Число деталей в партії, які необхідні для завантаження на основних операціях протягом цілого числа змін:

$$n_o = \frac{C_{np} \cdot 480 \cdot 0,8}{T_{um.cep}} = \frac{480 \cdot 0,8 \cdot 3}{6,13} = 187,9 \text{ шт}$$

Приймаємо $n_d=188$ шт.

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

1.4 Аналіз базового технологічного процесу

та розробка маршрутної технології

1.4.1 Техніко–економічне обґрунтування вибору заготовки

На 63 ККЗ в якості вихідної заготовки для виготовлення корпусу використовують прокат круглий діаметром $\varnothing 120\text{мм}$ та довжиною прутка $l = 600\text{ мм}$ з подальшим розрізанням на заготовки довжиною $l = 100\text{ мм}$ (фрезерно-відрізний верстат мод.8Б66) та ковкою до розмірів $145 \times 102 \times 70\text{ мм}$.

Альтернативним варіантом отримання заготовки може служити штампування в закритих штампах з одночасним прошиванням отвору. Цей метод є доцільним в силу того, що пластичне формоутворення зменшує припуски на обробку, що скорочує час обробки деталі, дозволяє отримати більш точне виконання розмірів, зменшується розхід металу. Все це в свою чергу призводить до зниження собівартості деталі.

Ще одним альтернативним варіантом отримання заготовки може служити використання прокату прямокутного січення, наприклад: листової гарячекатаної сталі, але такий прокат виготовляється шириною 500мм і більше – згідно ДСТУ 8540:2015.

Крім того для товщини листів $42\text{--}100\text{мм}$ (товщина деталі $l = 65\text{ мм}$) їх ширина виготовляється не менше 1800мм . Це призводить до необхідності розрізання листів по довжині, що веде до збільшення часу на виготовлення заготовки, а отже і збільшення собівартості деталі.

Найбільш доцільним було б отримати заготовку: штампуванням в закритих штампах з одночасним прошиванням отвору.

Обґрунтуємо економічно вибір заготовки.

Для цього розглянемо 3-и методи отримання заготовки:

- базовий (круглий прокат з подальшим розрізанням та куванням);
- штампування в закритих штампах з одночасним прошиванням отвору;
- прямокутний прокат з розмірами профілю поперечного січення ($100 \times 70\text{ мм}$).

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

1. Розглянемо базовий метод отримання заготовки.

Собівартість заготовки з прокату:

$$S_{заг.п} = M + \sum C_{o.з},$$

де M – витрати на матеріали заготовки, грн;

$\sum C_{o.з}$ – технологічна собівартість операцій правки, калібрування прутків, розрізки на штучні заготовки:

$$C_{o.з} = \frac{C_{п.з} \cdot T_{шт(шт-к)}}{60},$$

де $C_{п.з}$ – приведені витрати на робочому місці, $\frac{грн}{год}$,

$$C_{п.з} = 121 \frac{грн}{год};$$

$T_{шт(шт-к)}$ – штучний, або штучно-калькуляційний час виконання заготівельної операції (правки, калібрування і т.п.)

Отже:

$$C_{o.з} = \frac{121 \cdot 4,65}{60} = 9,38 \text{ грн.}$$

Витрати на матеріали визначаються по масі прокату необхідного на виготовлення деталі, і масі стружки що здається. При цьому необхідно враховувати стандартну довжину прутків і відходи в результаті некратності довжини заготовок цій стандартній довжині:

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot \frac{S_{відх}}{1000},$$

де $Q=8,8$ кг – маса заготовки;

$S=20$ грн. – ціна 1кг матеріалу заготовки;

$Q=2,37$ кг – маса готової деталі;

$S_{відх}=2500$ грн. – ціна 1кг відходів

$$\text{Отже} \quad M = 8,8 \cdot 20 - (8,8 - 2,37) \cdot \frac{2500}{100} = 159,93 \text{ грн.}$$

$$\text{Тоді:} \quad S_{заг.п} = 159,93 + 9,38 = 169,31 \text{ грн.}$$

Оскільки заготовки піддаються куванню, то необхідно визначити ще і вартість заготовок з врахуванням операції кування. Вона визначається за формулою:

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$$S_{заг.к} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_M \cdot K_{\Pi} \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{відх}}{1000} ,$$

Так як після кування маса заготовки не міняється ($Q - q = 0$), то формула набуде спрощеного вигляду:

$$S_{заг.п} = \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{\Pi} ,$$

де $C_i = 21200$ грн. – базова вартість 1т заготовок;

$K_T = 1$ – коефіцієнт класу точності ([1], ст.37);

$K_C = 0,75$ – коефіцієнт групи складності ([1], ст.38, табл.2.12);

$K_B = 0,87$ – коефіцієнт маси заготовки ([1], ст.38, табл.2.12);

$K_M = 1,0$ – коефіцієнт марки матеріалу ([1], ст.37);

$K_{\Pi} = 1,0$ – коефіцієнт об'єму виробництва заготовок ([1], ст.38).

Отже,

$$S_{заг.к} = \frac{21200}{1000} \cdot 8,8 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 0,87 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 120 \text{ грн},$$

Тоді, загальна вартість заготовки при базовому методі її отримання:

$$S_{заг} = S_{заг.п} + S_{заг.к} = 169,31 + 120 = 289,31 \text{ грн}.$$

2 Собівартість заготовок з прокату прямокутної форми також визначають за формулою:

$$S_{заг} = M + \sum C_{o.з} ,$$

де M – витрати на матеріал заготовки, грн;

$\sum C_{o.з}$ – технологічна собівартість операції розрізки прутків на штучні заготовки.

$$C_{o.з} = \frac{C_{п.з} \cdot T_{шт(шт-к)}}{60} ,$$

де $C_{п.з} = 121$ – приведені витрати на робочому місці, $\frac{\text{грн}}{\text{год}}$ ([1], ст.30);

$T_{шт(шт-к)} = 4,65$ хв. – штучний час або штучно-калькуляційний час виконання заготівельних операцій.

Отже:

$$C_{o.з} = \frac{121 \cdot 4,65}{60} = 9,38 \text{ грн}.$$

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Витрати на матеріал визначаються по масі прокату необхідного на виготовлення деталі і масі стружки що здається:

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{відх}}}{1000},$$

де $Q=7,94$ кг – маса заготовки;

$S=26$ грн. – ціна 1кг матеріалу заготовки;

$q=2,37$ кг – маса готової деталі;

$S_{\text{відх}}=2500$ грн. – ціна 1т відходів.

Отже:

$$M = 7,94 \cdot 26 - (7,94 - 2,37) \cdot \frac{2500}{1000} = 192,52 \text{ грн.}$$

Тоді:

$$S_{\text{заг}} = 192,52 + 9,38 = 201,9 \text{ грн.}$$

3. Собівартість заготовок отриманих штампуванням в закритих штампах з одночасним прошиванням отвору.

Вартість заготовки отриманої штампуванням:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{\Pi} \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{відх}}}{1000},$$

де $C_i=37,3$ грн. – базова вартість 1кг заготовок,

$Q=4,5$ кг – маса заготовки,

$q=2,37$ кг – маса готової деталі,

$S_{\text{відх}}=2500$ грн. – ціна 1т відходів,

$K_c=0,84$ – коефіцієнт групи складності ([1], ст.38,табл. 2.12),

$K_b=0,87$ – коефіцієнт, що залежить від матеріалу заготовки ([1], ст.38, табл. 2.12),

$K_{\Pi}=0,8$ – коефіцієнт об'єму виробництва ([1], ст.38),

$K_T=1,0$ – коефіцієнт точності заготовки ([1], ст.37),

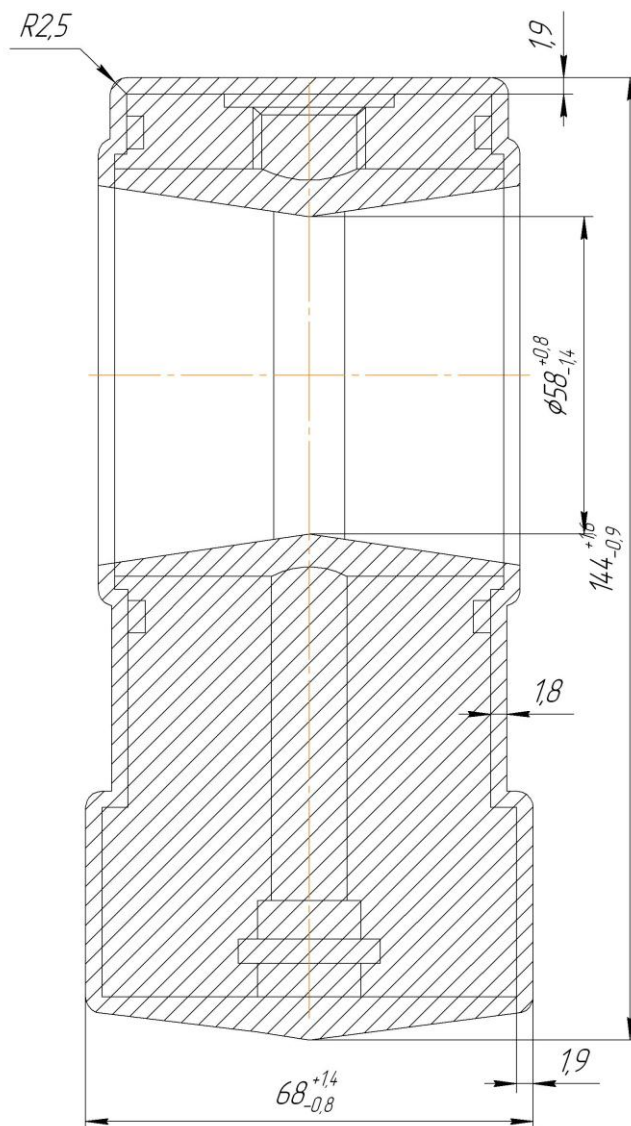
$K_M=1,0$ – коефіцієнт який враховує залежність матеріалу заготовки від виду обробки ([1], ст.37).

$$\text{Отже: } S_{\text{заг}} = (37,3 \cdot 4,5 \cdot 1,0 \cdot 0,84 \cdot 0,87 \cdot 1,0 \cdot 0,8) - (4,5 - 2,37) \cdot \frac{2500}{1000} = 93 \text{ грн.}$$

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Як бачимо з розрахунків, найменша собівартість заготовок буде при отриманні їх методом гарячого штампування в закритих штампах з одночасним прошиванням отвору. Економічний ефект від використання цього методу отримання заготовок:

$$E_z = (S_{zaz.1} - S_{zaz.2}) \cdot N = (201,9 - 93) \cdot 4000 = 435600 \text{ грн.}$$



1. Невказані штампувальні ухили по зовнішніх поверхнях – 5°
по внутрішніх поверхнях – 2°
2. Допустимий заусенець – до 5 мм.
3. Невказані допуски радіусів заокруглень – 1 мм.
4. Допустимі зміщення по площині роз'єму – не більше 0,4 мм.
5. Клас точності виробу – Т4, група сталі – М1, степінь точності – М2.

Рисунок 1.1 – Креслення заготовки

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

1.4.2 Опис і аналіз базового технологічного процесу

Технологічний процес обробки деталі „Корпус” на базовому підприємстві зводимо у таблицю і на його основі проводимо аналіз.

Таблиця 1.7 – Технології обробки поверхонь за базовим технологічним процесом

№ повер.	Переходи механічної обробки даної поверхні	Тип обладнання, оснастки	Поверхні технологічних баз	Параметр точності, шорсткості.
1	2	3	4	5
1,2	Встановити і закріпити заготовку. Фрезерувати поверхню 1 на прохід, переустановити заготовку; фрезерувати поверхню 2 на прохід в розмір L=65мм.	В-т верт.-фрез. моделі 6М13П, лещата, фреза торцева Ø125 2214-0003 ГОСТ 24359-80	6,2,3	Rz40
3,4	Переустановити заготовку і закріпити, фрезерувати поверхню 3 на прохід; переустановити заготовку і закріпити; фрезерувати поверхню 4 на прохід; в розмір L=97мм	Той же	1,3,5	Rz40
5,6	Переустановити і закріпити заготовку; фрезерувати поверхню 5 на прохід; переустановити і закріпити заготовку; фрезерувати поверхню 6 в розмір L=140мм.	Той же	1,3,5	Rz40
7	Встановити і закріпити деталь; свердлити отвір Ø30мм на прохід, змінити інструмент, розточити отвір Ø30 до Ø60мм; розточити отвір Ø60 до Ø63 ^{+0,19} .	Токарно-гвинторізний в-т мод.1К62, трьох кулачковий самоцентруючий патрон.	1,3,5	Ra0.32

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Продовження табл. 1.7

1	2	3	4	5
8, 9	Проточити отвір $\varnothing 18^{+0,027}$ на $L=15$ мм, розточити канавку $\varnothing 24^{+0,05}$ шириною $h=2,5$ мм, витримавши розмір $L=6$ мм.	Токарно-гвинторізний в-т. мод. 1К62, чотирьох кулачковий патрон, та додатково пристрій для закріплення.	1,3	Ra2.5
10, 12	Розточити отвір $\varnothing 27$ на глибину $L=2$ мм, проточити фаску $1.5 \times 45^\circ$ на отворі $\varnothing 16$ мм, нарізати різьбу $M18 \times 1.5 - 6H$.	Той же	1,3	Rz20
11	Свердли 8 отв. $\varnothing 9^{+0,36}$ на прохід, повторити перехід 3-и рази, та розвернути ці ж отвори.	Верт.-сверд. в-т. мод. 2Н135	1,3,6	Rz20
14, 15, 16, 17	Свердли отвір $\varnothing 8,4$ мм на $L=30$ мм, повторити перехід 3-и рази; зняти фаску $1.6 \times 45^\circ$ на отворі, нарізати різьбу мітчиком $M10 - 7H$.	Той же	1,3,6	Rz20
18,19	Фрезерувати поверхні скосів $10 \times 45^\circ$.	Верт.-фрез. в-т. мод. 6М13П, спец. пристрій.	1,3,6	Rz20
20	Свердли отвори $\varnothing 12^{+0,012}$ на прохід.	В-т. верт.-свердл. мод. 2Н135, лещата.	1,3,6	Ra1,25
21, 22	Проточити канавку $h=7$ мм, витримавши розмір $\varnothing 79^{+0,12}$ та $\varnothing 70_{-0,3}$, проточити поверхню уступу до $\varnothing 68_{-0,3}$ на $h=4.5$ мм; проточити поверхню по 2-у сторону канавка $h=4.5$ мм, до $\varnothing 104$, повторити перехід витримавши розмір $L=6$ мм, для поверхні $\varnothing 68_{-0,3}$.	Токарно-гвинторізний в-т мод. 1К62 чотирьох кулачковий патрон	1,3,5	

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.7

1	2	3	4	5
23, 24	Фрезерувати вибірку на глибину $h=2,5$ мм і шириною $B=40$ мм, переустановити і закріпити заготовку та повторити перехід з 2-ої сторони.	Вертик.-фрез верстат мод. 6М13П.	1,3,5	Rz20

Таблиця 1.8 – Інші можливі варіанти технологій обробки поверхонь, що дозволяють забезпечити задану точність і шорсткість поверхонь

№ пов	Переходи механічної обробки даної поверхні	Тип обладнання, оснастки	Поверхні технологічних баз	Параметр точності розміщ.
1	2	3	4	5
1, 2, 3, 4, 5, 6	а) Поверхні в даний розмір можна отримати із заготівельної операції; б) Фрезерна багато позиційна одномісна багатобічна багато інструментальна обробка; в) Фрезерна багато позиційна багатомісна багатобічна багато інструментальна обробка; г) Стругання чорнове д) Фрезерування чорнове	КГШП, штамп Карусельно фрезерний, або барабанно фрезерному верстаті Поздовжньо стругальний в-т мод. 7212 Верт. фрезерний мод. 6Р11	1,3,5	–
7	а) 1. Розточування чорнове; 2. Розточування чистове; 3. Розточування тонке; б) 1.Зенкерування чорнове; 2. Зенкерування чистове; 3.Розвертання чистове; 4. Розвертання тонке; в) 1.Зенкеруван. одноразове; 2.Протягування.	Горизонтально-розточний в-т. мод. 2М614.	2,3,5	–

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Продовження табл. 1.8

1	2	3	4	5
8, 9, 20	а) 1. Свердління; 2. Зенкерування; 3. Чистове розвертання; 4. Тонке розвертання; 5. Розсвердлювання; 6. Зенкерування; 7. Розточування. б) 1. Зенкерування; 2. Чистове розвертання; 3. Тонке розвертання; 4. Розточування цил. пов. Ø18; 5. Розточування канавки Ø24.	Вертик.-свердл. в-т. мод. 2P135Ф2	6,10,5	—
10, 11	а) 1. Свердління (комбінов. інструмент); 2. Зенкерування; 3. Нарізати різьбу; б) Те саме (тільки в п.1 не використовується комбінов. інстр. а 2-а інстр. окремо).	Вертик.-свердл. в-т. мод. 2H135	3,4,5	—
12, 13	а) 1. Свердління; 2. Зенкерування; 3. Розвертання; б) 1. Свердління; 2. Розвертання;	Вертик.-свердл. в-т. мод. 2P115Ф2	3,4,6	—
14, 15, 16, 17	а) 1. Свердління; 2. Зенкувати; 3. Нарізати різьбу;	Вертик.-свердл. в-т. мод. 2P115Ф2	2,3,5	—
18, 19	Не обробляється (виготовляється на заготівельній операції)	КГШП, штамп		—
21, 22	а) 1. Розточування канавки з перестановкою деталі; б) 1. Розточування канавки з перестановкою деталі;	Горизонтально-розточний в-т мод. 2M614. Токарно-гвинторізний в-т мод. 16K20Ф3;	2,3,5	
23, 24	а) 1. Фрезеруємо вибірки з перестановкою деталі;	Горизонтально-фрезерний мод. 6P82Г	1,2,4	—

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 1.9– Маршрутний технологічний процес виготовлення деталі „Корпус”

№	Назва і зміст операції	Обладнання	Інструмент, пристрій
1	2	3	4
025	Фрезерна Фрезерувати поверхню 1 заготовки на прохід, поверхню 2 на прохід в розмір L=65мм, поверхню 3 на прохід, поверхню 4 на прохід в розмір L=97мм, поверхню 5 на прохід, поверхню 6 на прохід в розмір L=140мм з перестановкою, фрезерувати поверхні фасок $10 \times 45^\circ$.	Вертик.-фрезерний в-т мод. 6М13П	Фреза торцева Ø125 2214-0003 ГОСТ 24359-80, лещата
030	Фрезерна Фрезерувати верхню вибірку радіусом R45 на глибину 28 мм і шириною B=40мм згідно вимог креслення, переустановити загот. і повт. перехід.	Вертик.-фрезерний в-т мод. 6М13П	Фреза дискова 3-ох сторон. Ø100, b=14 мм, ГОСТ 3755-78, лещата
035	Фрезерна Фрезерувати нижню вибірку R45 на глибину L=28мм і шириною b=40мм згідно вимог креслення, перевстан. заготовку і повторити перехід.	Вертик.-фрезерний в-т мод. 6М13П	Фреза дискова 3-ох сторон. Ø100, b=14 мм, ГОСТ 3755-78, лещата
040	Токарна Свердлити отвір Ø30 на прохід деталі, розточити отвір Ø30 до Ø60 на прохід деталі згідно креслення.	Токарно-гвинторізн. в-т мод. 1К62	Свердло Ø30 2301-0103 ГОСТ 10903-77; свердло Ø60 2301-0177, 3-ох кулачковий патрон, пристрій для закріплення
045	Токарна Розточити отвір Ø60 до Ø63 ^{+0,05} на прохід деталі.	Токарно-гвинторізн. в-т мод. 1К62	Різець 2140-0001, Т15К6 ГОСТ 18882-73, 3-ох кулачковий патрон, пристрій для закріплення

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Продовження табл. 1.9

1	2	3	4
050	Токарна Проточити канавку на $h=7\text{мм}$, витримавши р-р. $\varnothing 79^{+0,12}_{-0,3}$; проточити поверхню уступу до $\varnothing 68_{-0,3}$ на $h=4,5\text{мм}$; проточити поверхню по 2-у стор. канавки на $h=4,5\text{мм}$ до $\varnothing 104$; переустанов. деталь, повторити переходи витримав. р-р $L=56\text{мм}$ та р-р $L=62\text{мм}$ для поверхні торця $\varnothing 68_{-0,3}$.	Токарно-гвинторізн. в-т мод. 1К62	Різець 2130-0255, Т5К10 ГОСТ 18884-73, 3-ох кулачковий патрон, пристрій для закріплення
055	Фрезерна Фрезерув. поверхню на залишку після токарн. обробки в р-р $L=56\text{мм}$, з витримкою р-ру $L=30\text{мм}$, перестановити деталь повторити перехід.	Вертик.-фрезерний в-т мод. 6М13П	Фреза кінцева $\varnothing 32$ 2223-0095 ГОСТ 17026-71, лещата
060	Свердлильна Свердлити отвір $\varnothing 16$ на прохід з отвору $\varnothing 63^{+0,05}$, перестановити деталь, свердлити отвір $\varnothing 12^{+0,012}_{-0,05}$ на про-хід з отвора $\varnothing 63^{+0,05}$.	Вертик.-свердлил. в-т мод. 2Н135	Свердло $\varnothing 16$ 2301-0089 ГОСТ 10903-71, свердло $\varnothing 12$ 2301-0087 ГОСТ 10903-77
065	Свердлильна Свердлити отвір $\varnothing 8,4$ на довжину $L=30\text{мм}$, повторити перехід 3и рази, зняти фаску $1 \times 45^\circ$ на отвір $\varnothing 8,4$, повтор. перехід 3-и рази.	Вертик.-свердлил. в-т мод. 2Н135	Свердло $\varnothing 8,4$ 2300-0199 ГОСТ 10902-77, свердло $\varnothing 12$ ГОСТ 10903-77, лещата, накладний кондуктор
070	Свердлильна Свердлити отв. $\varnothing 9^{+0,36}_{-0,05}$ на прохід деталі, повтор. перехід 3-и рази.	Вертик.-свердлил. в-т мод. 2Н135	Свердло $\varnothing 9$ 2300-0203 ГОСТ 10902-77, лещата, накладний кондуктор
075	Токарна Розточити отвір $\varnothing 27$ на $L=27\text{мм}$; проточи-ти фаску $1,5 \times 45^\circ$ на отворі $\varnothing 16\text{мм}$, пере-становити деталь, проточити отвір $\varnothing 18^{+0,027}_{-0,05}$ на $L=15\text{мм}$, розточити канавку $\varnothing 24^{+0,05}_{-0,05}$, шириною $h=2,5\text{мм}$, витримавши розмір $L=6\text{мм}$.	Токарно-гвинторізн. в-т мод. 1К62	Різець 2140-0001, Т15К6 ГОСТ 18882-73, різець 2130-0255, Т5К10 ГОСТ 18884-73, 3-ох кулачковий патрон, пристрій для закріплення

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Операція 005. Аналізуючи дану операцію слід відмітити, що в умовах одиничного типу виробництва, отримання заготовок куванням з прокату є в достатній мірі прийнятним.

Операція 025. Принцип єдності баз виконується. Оскільки процес обробки деталі на даній операції не є складним, то використання верстату з ЧПК не є доцільним, так як необхідну точність і швидкість виконання операції базовий верстат моделі 6М13П забезпечує при значно нижчій своїй вартості, порівняно з верстатом з ЧПК. Отже, схема базування на даній операції і використовуване обладнання є прийнятними.

Операція 030. Принцип єдності баз не виконується, але необхідна точність виконання розміру 28мм верстатом забезпечується (вертикально-фрезерний верстат моделі 6М13П – є верстатом підвищеної точності). Оскільки дана операція є порівняно складною, то в умовах середньо серійного типу виробництва було б доцільно використовувати верстат 6Р82Г, об'єднавши цю операцію з операцією 035, що дало б змогу значно підвищити продуктивність обробки за рахунок зменшення часу на установку деталі, а також усунути витрати часу на транспортування заготовки між верстатами на цих операціях. Також було б більш продуктивним використовувати комплект фрез шириною по В=20мм, що забезпечило б можливість обробки однієї виборки за один прохід.

Операція 040. Принцип єдності баз виконується. Використання даного верстату є недоцільним, так як передбачає застосування спеціального затискного пристрою, що в подальшому підвищує собівартість деталі. Крім того на цій операції наявне закріплення спеціального затискного пристрою в трьох кулачковому патроні (тобто «пристрій в пристрої»), що категорично забороняється нормативними актами ОП. Тому доцільним було б використання горизонтально-розточного верстату моделі 2М614, та спец. пристрою, що б дало змогу усунути вище згаданий недолік при одночасному збереженні необхідних швидкостей установок та точності базування.

Операція 045. принцип єдності баз виконується, використання спеціального затискного пристрою є недопустимим, тому бажано використовувати той же пристрій що і у попередній операції, або спец. пристрій для координатно розточного верстату моделі 2421.

Операція 050. Доцільно було б сумістити з операцією 045.

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Операція 060. Дану операцію слід виконувати на вертикально-свердильному верстаті з ЧПК моделі 2P118-Ф2, що дало б змогу не використовувати накладний кондуктор, і підвищити продуктивність праці.

Операція 065. Принцип єдності баз не виконується на розмір $L=30\text{мм}$. Точне забезпечення розміщення отворів можна реалізувати з допомогою кондуктора з поворотним механізмом заготовки (кут повороту $90^\circ \pm 1^\circ$), або використовувати верстат з ЧПК мод. 2P118-Ф2.

Операція 070. Точність розміщення отворів забезпечується накладним кондуктором. Застосування даного верстату є допустимим (отвори прості високі вимоги до їх розміщення не висуваються). В умовах середньо серійного типу виробництва доцільним було б використання верстату з ЧПК мод. 2P118-Ф2.

Операція 075. Симетричність отворів відносно базових поверхонь забезпечується самоцентруючими пристроями. Тому доцільним було в умовах середньо серійного типу виробництва використання токарно-револьверного верстату з чотирьох кулачковим самоцентруючим патроном.

1.4. 3 Опис проектного маршруту механічної обробки корпусу

Проектний маршрут механічної обробки корпусу зводимо в таблицю 1.10.

Таблиця 1.10 – Проектний маршрутний техпроцес виготовлення деталі.

№	Назва і зміст операції	Тип, обладнання, оснастки	Інструмент, пристрій	Схема установки
1	2	3	4	5
010	Вертикально-фрезерна Фрезерувати на прохід в р-р $L=140\text{мм}$; перевстановити та закріпити деталь; повторити перехід.	Вертик.-фрезерн. Holzmann ZX7045_400V	Фреза торцева, CoroMill® 490-040Q16-08H, спец. пристрій. Пластинки 490R-08T308M-PH 4330	див. рис. 1.2
015	Вертикально-фрезерна Фрезерувати на прохід в р-р $L=97\text{мм}$; переустановити та закріпити деталь; повторити перехід.	Вертик.-фрезерн. Holzmann ZX7045_400V	Фреза торцева, CoroMill® 490-040Q16-08H, спец. пристрій. Пластинки 490R-08T308M-PH 4330	див. рис. 1.3
020	Токарно-гвинторізна Встановити і закріпити деталь; точити поверхню уступу $\varnothing 68_{-0,3}$ точити площину $L=56\text{мм}$; розточити канавку $\varnothing 70_{-0,3}$; відкріпити, перестановити та закріпити деталь; повторити попередні переходи.	Токарно-гвинторізний в-т мод. Cormak 460x1000	Чотирьох кулачковий патрон 7103-0045 ГОСТ 3890-82,	див. рис. 1.4

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.10

1	2	3	4	5
025	Вертикально-фрезерна Фрезерувати на залишку після токарної операції; фрезерувати поверхню L=56мм на прохід; перестановити та закріпити деталь; повторити перехід.	Вертик.-фрезерн. Holzmann ZX7045_400V	Фреза кінцева 2225-0196, спец. пристрій	див. рис. 1.5
030	Горизонтально-фрезерна Фрезерувати виборки R=50мм, в р-р. h=28мм, розкріпити, перевстановити, та закріпити деталь; повторити перехід	Горизонт.-фрезерний в-т. мод. 6P82Г	Комплект з 2-ох фрез: фреза дискова 3-ох стороння 2240-0445	див. рис. 1.6
035	Токарно-револьверна Центрувати, свердлити отвір Ø17мм; цекувати Ø27мм, h=2мм; зенкувати фаску 1.5×45°; нарізаємо різь M16×1.5 – 6H.	Токарно-револьверний в-т. мод. 1П365	Свердло центровочне (тип2) із запоб. конусом 120°; свердло 2301-1707; мітчик 2640-0191	див. рис. 1.7
040	Токарно-револьверна Центрувати, свердлити отвір Ø10,5 мм на L=65 мм; зенкувати пов. Ø12Н6 (до 11,5); чистове розвертання поверхні Ø12Н6; тонке розвертання поверхні Ø12Н6; розточити поверхню Ø18Н8 на L=15мм; розточити канавку Ø24Н9.	Токарно-револьверний в-т. мод. 1П365	Свердло центровочне (тип2) із запоб.конусом 120°; свердло 2301-1382; зенкер Ø11,5; розвертка	див. рис. 1.8
045	Горизонтально-розточна Чорнове розточування поверхні Ø63Н8; чистове розточування поверхні Ø63Н8, хонінгування поверхні Ø63Н8.	Горизонт.-розточний в-т. мод. 2М614	Оправка розточна 6300-0768	див. рис. 1.9
050	Свердлильна з ЧПК Свердлити 8 отв. Ø9 Н14.	Вертик.-свердлил. з ЧПК моделі Euromet FW33 NC	Свердло Ø9 2301-3384	див. рис. 1.10
055	Свердлильна з ЧПК Свердлити 4 отв. Ø9,2 на L=30мм; зенкувати 4 фаски 1.6×45°; нарізати різь в 4-ох отворах на L=20мм M10-7H	Вертик.-свердлил. з ЧПК моделі Euromet FW33 NC	Свердло 2301-3386, мітчик 2640-0117	див. рис. 1.11

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

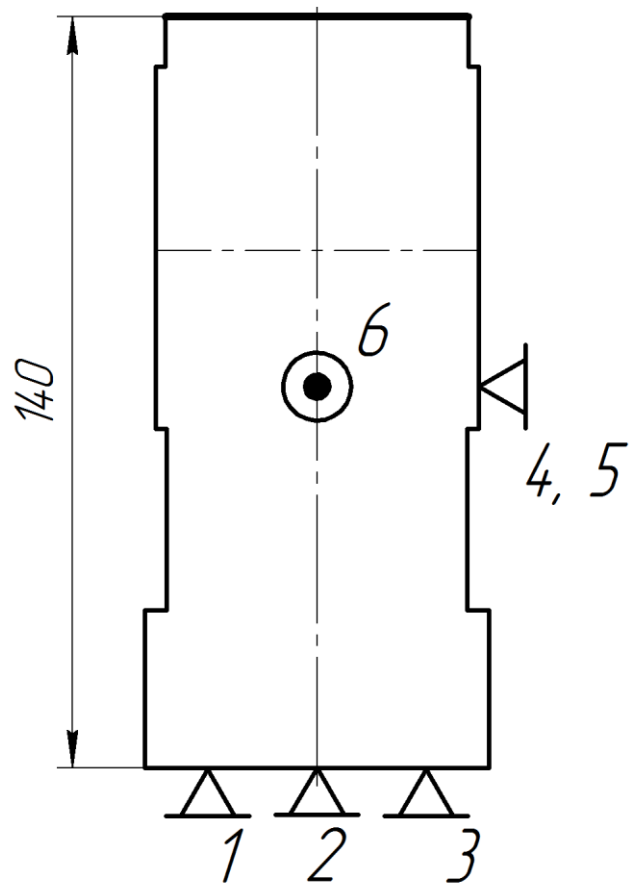


Рисунок 1.2 – Схема установки на операцію 010

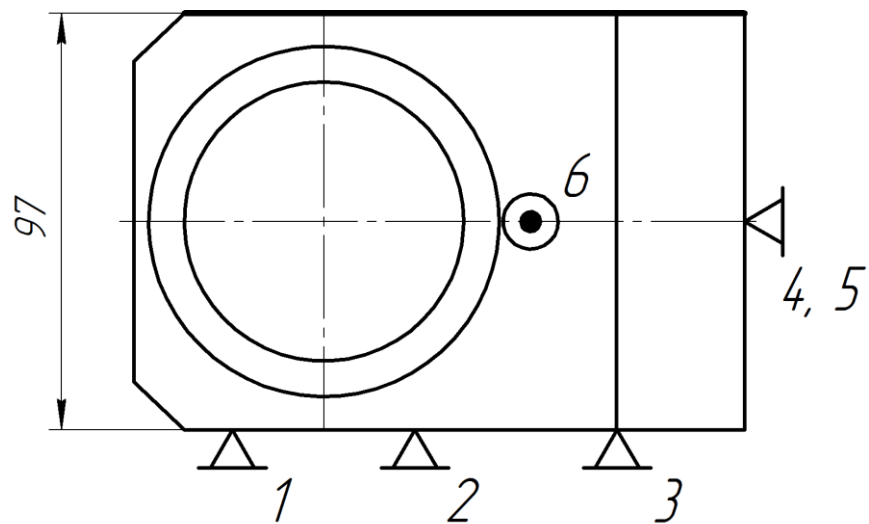


Рисунок 1.3 – Схема установки на операцію 015

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

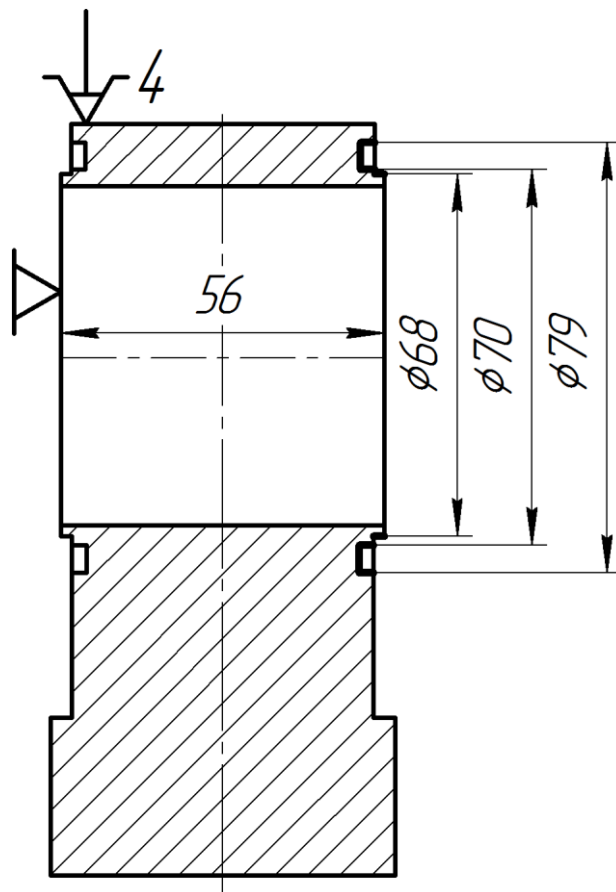


Рисунок 1.4 – Схема установки на операцію 020

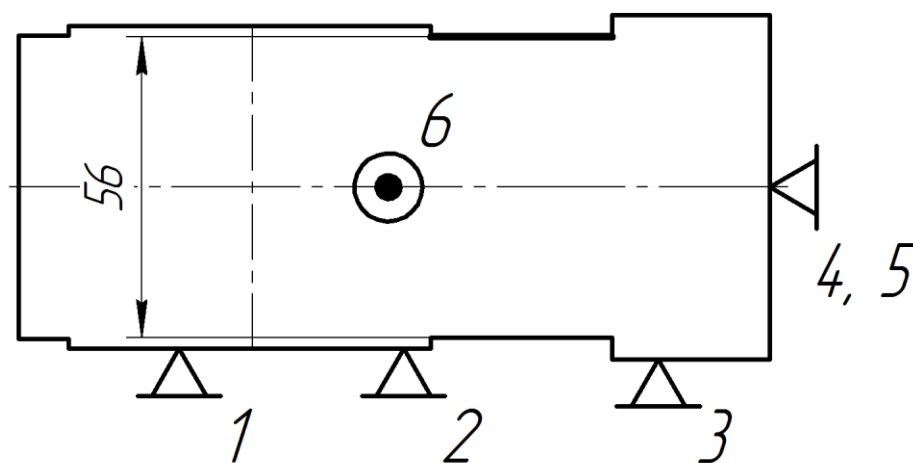


Рисунок 1.5 – Схема установки на операцію 025

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

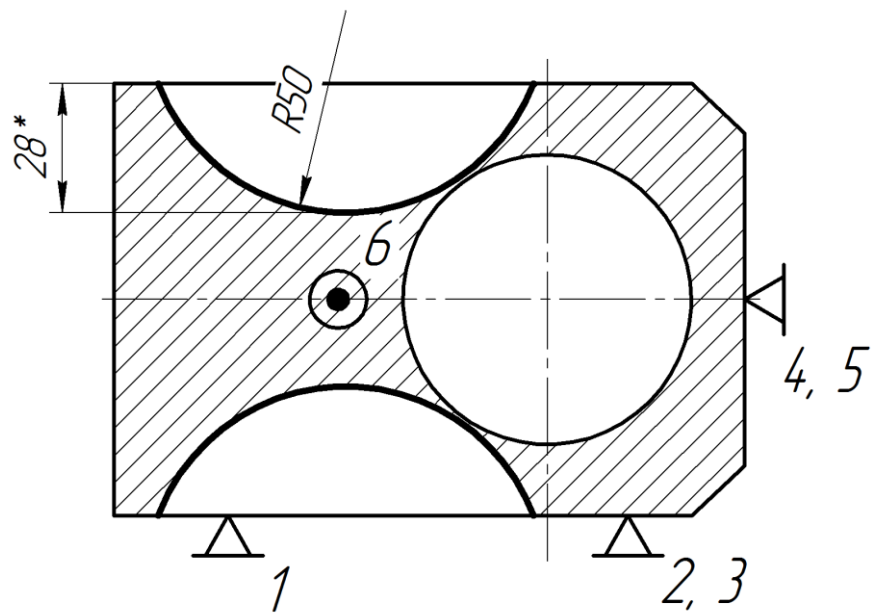


Рисунок 1.6 – Схема установки на операцію 030

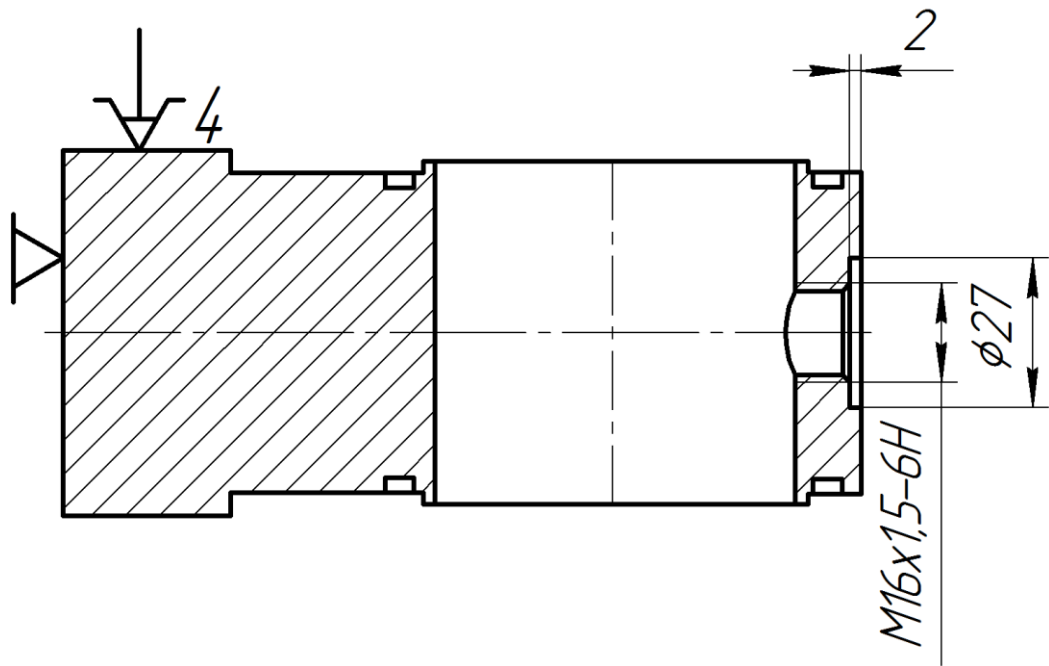


Рисунок 1.7 – Схема установки на операцію 035

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

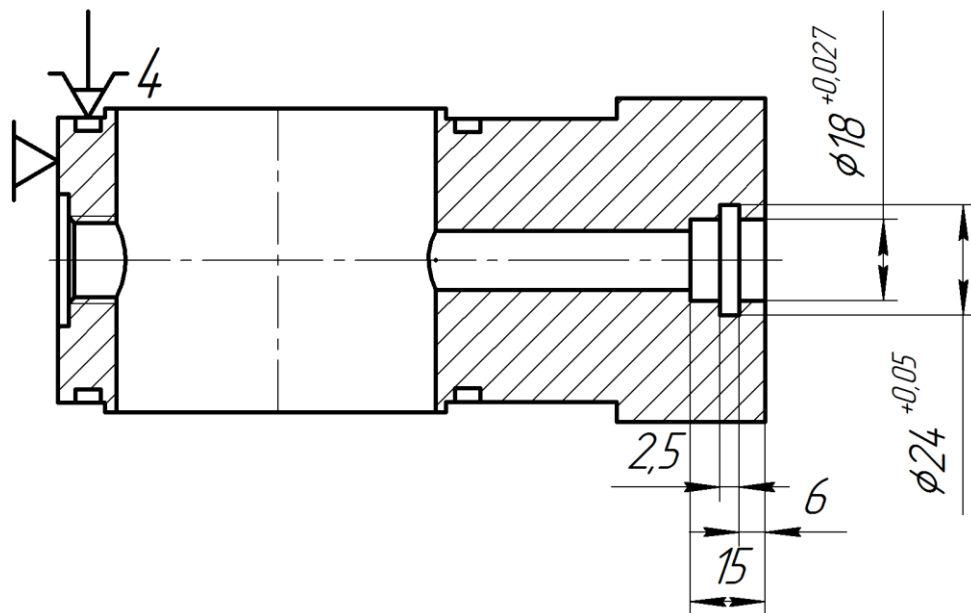


Рисунок 1.8 – Схема установки на операцію 040

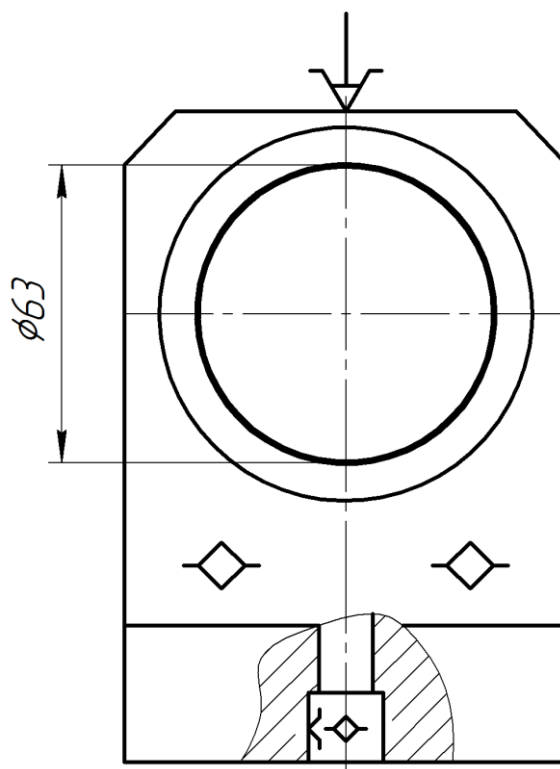


Рисунок 1.9 – Схема установки на операцію 045

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

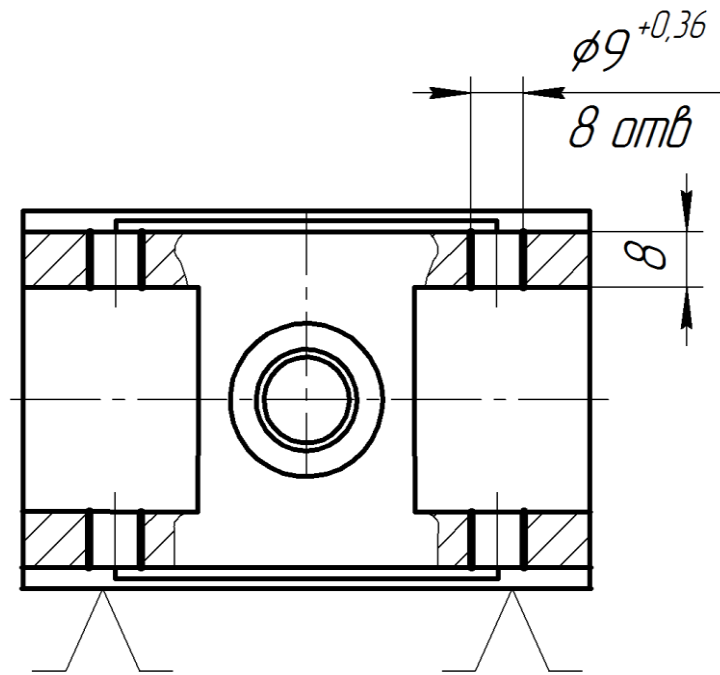


Рисунок 1.10 – Схема установки на операцию 050

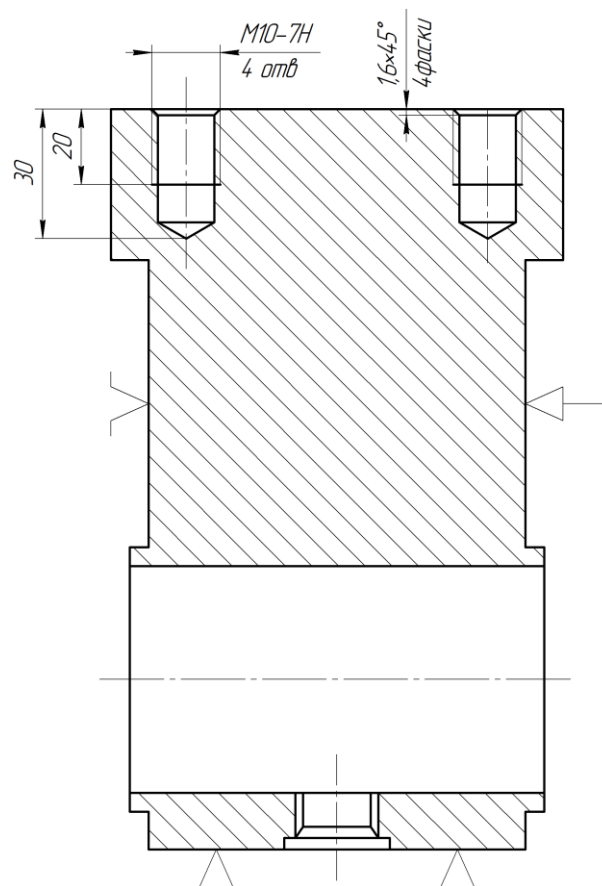


Рисунок 1.11 – Схема установки на операцию 055

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

1.5 Вибір засобів технологічного оснащення

Для обробки деталі «Корпус» у запропонованому технологічному процесі запропоновано використання наступних верстатів: вертикально-фрезерний верстат Holzmann ZX7045 400V, токарно-гвинторізний верстат Cormak 460x1000, горизонтально-фрезерний верстат 6P82Г, токарно-револьверний верстат. 1П365, горизонтально-розточний верстат 2М614, вертикально-свердлильний верстат з ЧПК Euromet FW33 NC.

Нижче подані технічні характеристики даних верстатів

1.5.1 Вертикально-фрезерний верстат Holzmann ZX7045 400V

Верстат Holzmann ZX 7045 PRO 400V (рисунок 1.12) – це надійне професійне обладнання для фрезерних та свердлильних робіт по металу та нарізання нарізей, доповнене рядом важливих переваг. Особливістю моделі є можливість тривалої безперервної роботи, висока жорсткість, 3-осьовий цифровий дисплей DRO, автоматичне регулювання висоти фрезерної головки та її нахил під кутом $\pm 90^\circ$ та двигун подачі по осі X.



Рисунок 1.12 - Вертикально-фрезерний верстат Holzmann ZX7045 400V

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Швидкість обертання фрезерного шпинделя плавно регулюється у двох діапазонах – 75-438 об/хв та 438-2500 об/хв. Хід пінолі становить 110 мм, контроль глибини свердління відбувається за допомогою триплечового важеля. Асинхронний двигун потужністю 1,5 кВт та система охолодження СОЖ забезпечують відмінну якість та продуктивність роботи в умовах інтенсивних навантажень.

Особливості верстату

- 3-осьовий цифровий дисплей DRO
- Двигун подачі по осі X
- Автоматичне регулювання висоти фрезерної головки
- Нахил фрезерної головки під кутом $\pm 90^\circ$
- Плавне регулювання швидкості обертання шпинделя у двох діапазонах - 75-438 об/хв та 438-2500 об/хв
- Відображення швидкості на панелі керування
- Хід пінолі – 110 мм
- Контролює глибину свердління за допомогою триплечового важеля.
- Свердління з автоматичною подачею
- Прецизійний хрестовий стіл з Т-подібними пазами
- Система охолодження MOP
- Захисна кришка шпинделя
- Увімкнення верстата тільки при закритій кришці шпинделя
- Висока жорсткість

Таблиця 1.11 - Технічні характеристики верстата Holzmann ZX 7045 PRO 400V

Макс діаметр свердління	32 мм
Макс діаметр різьби	M20
Напруга	400 В
Вага	400/435 кг
Загальна потужність	1500 Вт
Шпиндельний конус	MK4/MT4
Розмір Т-подібного пазу	14 мм
Макс. Діаметр кінцевої фрези	Ø 80 мм
Швидкість шпинделя	(I): 75-438 (II): 438-2500

					MP.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

1.5.2 Токарно-гвинторізний верстат Cormak 460x1000

Токарний верстат CORMAK серії 460x1000 (рисунок 1.13) може використовуватися для виконання різноманітних завдань, таких як внутрішнє та зовнішнє точіння, конічне точіння, полірування, нарізання метричної, дюймової, модульної та двосторонньої різьби, свердління та протягування



Рисунок 1.13 - Токарно-гвинторізний верстат Cormak 460x1000

Таблиця 1.12 - Основні характеристики Cormak 460x1000

Вага	1655 кг
Діаметр отвору шпинделя	80 мм
Дюймова різьба	2-112 на дюйм
Загальні розміри	2200x1080x1650 мм
Макс. діаметр обробки над супортом	260 мм
Метричне різьблення	0,1 - 14 мм
Модульна різьба	0,1–7 МП
Напруга	400 В
Поздовжня подача	0,031-1,7 мм/том
Поперечна подача	0,014-0,784 мм/об
Розмір інструменту	25x25 мм
Швидкість шпинделя	25 - 1700 об/хв
Ширина столу	300 мм

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

1.5.3 Вертикально-свердильний верстат з ЧПК Euromet FW33 NC

Вертикально-свердильний верстат з ЧПК Euromet FW33 NC (рисунок 1.14) є верстатом з поворотно-поворотною головкою (по двох осях), невеликих габаритів, з широкими можливостями обробки. Ця модель має вбудовані функції ЧПК, що дозволяють виконувати фрезерування в кількох варіантах, що робить її схожою на фрезерні верстати з ЧПК



Рисунок 1.14 - Вертикально-свердильний верстат з ЧПК Euromet FW33 NC

Таблиця 1.13 - Основні характеристики Euromet FW33 NC

Технічні дані	Од. вим	Значення
Розміри столу (довжина)	мм	1500
Розміри столу (ширина)	мм	330
Діапазон подачі по осі X	мм	1000
Діапазон подачі по осі Y	мм	380
Діапазон подачі осі Z	мм	460
Діапазон швидкостей шпинделя	об/хв	0-3600
Т-подібні пази (кількість x ширина x відстань)	мм	5x16
Швидкість подачі (X/Y/Z)	мм/хв	0-1500/0-500/460
Шпиндельний конус	-	ISO No. 40
Лівий і правий схил	°	+/- 45
Поворот головки вліво та вправо	°	+/- 95
Відстань між вертикальним шпинделем та центром столу	мм	0-450
Подовжувач шпинделя	мм/об	0,04/0,08/0,15
Габарити	мм	1800x2020x2200
Вага	кг	2200

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

1.6 Розробка операційної технології

1.6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку і визначення технологічних розмірів

Проведемо розрахунок припусків на обробку отвору Ø12Н6. Заготовка являє собою поковку з розмірами (144×97×65)мм. Технологічний процес обробки поверхні Ø12Н6 складається з однієї операції: токарно-револьверної. Операція в себе включає в себе 4-и переходи механічної обробки отвору Ø12Н6: свердління, зенкерування, чистове та тонке розвертання.

Значення Rz і T, що характеризують якість поверхні після свердління складають відповідно – 40 і 60 мкм ([1], ст. 63, табл. 4.3), після зенкерування – 30 і 40 мкм ([1], ст. 65, табл. 4.6), після чистового розвертання – 5 і 10 мкм ([1], ст. 65, табл. 4.6), після тонкого розвертання – 3 мкм ([1], ст. 64, табл. 4.5).

Записуємо ці значення у розрахункову таблицю 1.11.

Сумарне значення просторових відхилень для заготовок даного типу визначають по формулі:

$$\rho_3 = \sqrt{C_0^2 + (\Delta_y \cdot l)^2}; \quad ([1], \text{табл. 4.7, ст. 69})$$

де $\Delta_y = 1.0 \text{ мкм/мм}$ – питомий відвід інструменту при свердлінні ([1], табл. 4.9, ст. 71);

$C_0 = 20 \text{ мкм}$ – зміщення осі отвору при свердлінні ([1], табл. 4.9, ст. 71);

$$\rho_3 = \sqrt{C_0^2 + (\Delta_y \cdot l)^2} = \sqrt{20^2 + (1.0 \cdot 51.5)^2} = 55 \text{ мкм},$$

Остаточне просторове відхилення після свердління:

$$\rho_1 = 0.05 \cdot \rho_3 = 0.05 \cdot 55 = 0.01 \text{ мкм};$$

Похибка установки при свердлінні:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_{зкр}^2}$$

де ε_0 – похибка базування, $\varepsilon_0 = 0$, так як виконується принцип суміщення баз;

$$\varepsilon_{зкр} = 440 \text{ мкм} ([1], \text{стор. 76, табл. 4.10}).$$

Тоді, $\varepsilon_1 = \varepsilon_{зкр} = 440 \text{ мкм}$.

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Похибка установки при зенкеруванні:

$$\varepsilon_2 = 0.05 \cdot \varepsilon_1 + \varepsilon_{инд} = 0.05 \cdot 440 = 22 \text{ мкм}$$

Похибка установки при розвертанні:

$$\varepsilon_3 = 0.05 \cdot \varepsilon_2 + \varepsilon_{инд} = 0 \text{ мкм};$$

Так як всі переходи виконуються з однієї установки, то $\varepsilon_{инд} = 0$.

На основі записаних в таблицю 1.14 даних проводимо розрахунок мінімальних значень між операційних припусків, користуючись формулою ([1], ст.85):

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

Мінімальний припуск під:

– зенкерування:

$$2Z_{\min 1} = 2 \left(40 + 60 + \sqrt{55^2 + 440^2} \right) = 2 \cdot 543 \text{ мкм};$$

– чистове розвертання:

$$2Z_{\min 2} = 2 \left(30 + 40 + \sqrt{22^2} \right) = 2 \cdot 92 \text{ мкм};$$

– тонке розвертання:

$$2Z_{\min 3} = 2(5 + 10) = 2 \cdot 15 \text{ мкм};$$

Графу таблиці 1.14 („Розрахунковий розмір”) – d_p : заповнюємо починаючи з кінцевого (в даному випадку на кресленні) розміру послідовним відніманням розрахункового мінімального припуска кожного технологічного переходу.

Таким чином, маючи розрахунковий (на кресленні розмір), після останнього переходу (в даному випадку тонкого розвертання) для інших переходів отримаємо:

– для чистового розвертання: $d_p = 12,011 - 0,03 = 11,98 \text{ мм}$;

– для зенкерування: $d_p = 11,98 - 0,184 = 11,79 \text{ мм}$;

– для свердління: $d_p = 11,79 - 1,086 = 10,7 \text{ мм}$.

Для тонкого розвертання значення допуску складає 11 мкм (з креслення деталі); для чистового розвертання $\delta = 27 \text{ мкм}$; зенкерування $\delta = 70 \text{ мкм}$; для свердління $\delta = 120 \text{ мкм}$.

В графі („Графічний розмір”) найбільше значення ($D_{\max}$) отримується по розрахунковим розмірам, заокругленим до точності допуску відповідного

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

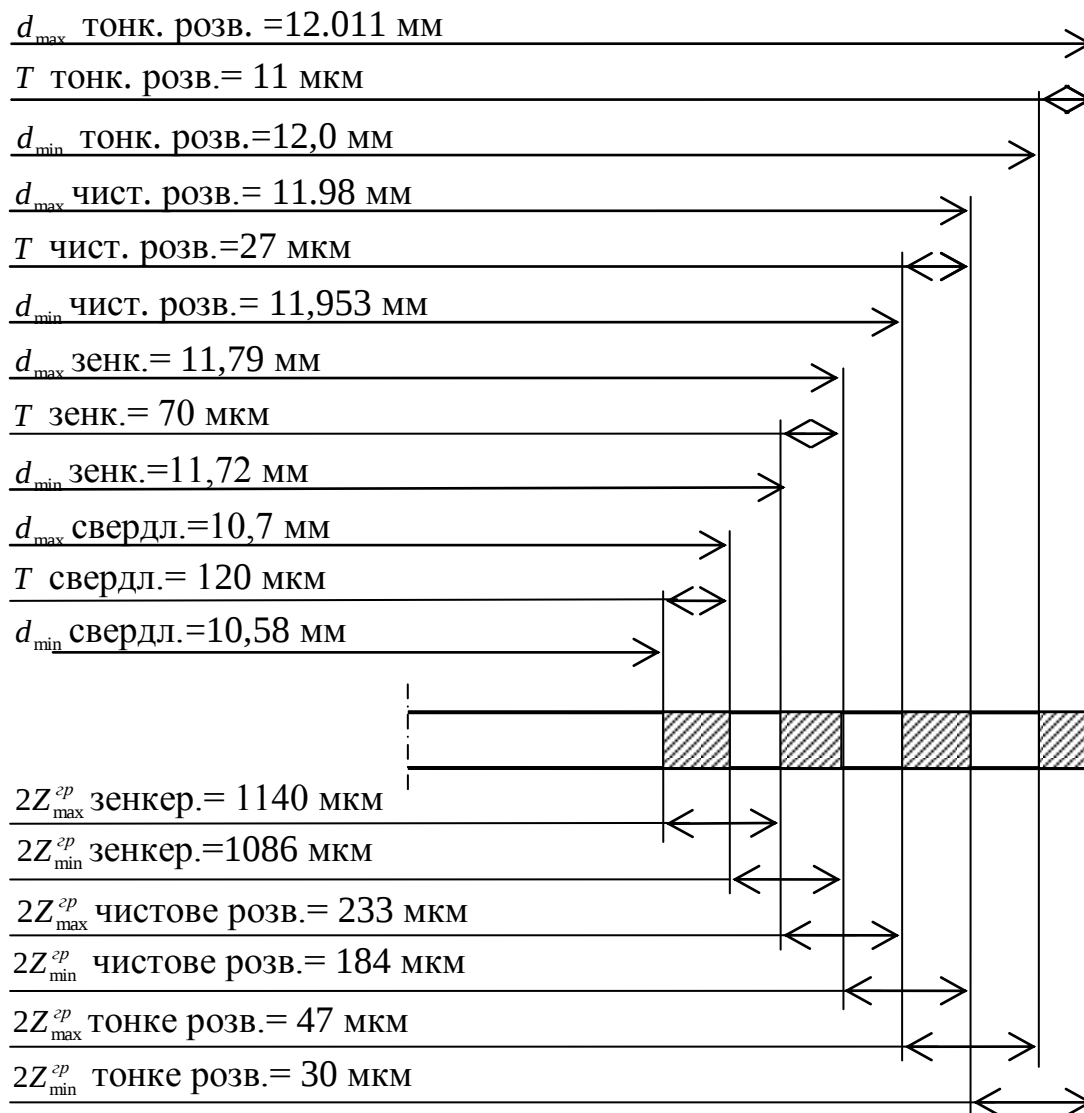


Рисунок 1.15 – Схема графічного розміщення припусків і допусків на обробку отвору Ø12H6.

Розрахунок решти припусків на обробку для даної деталі проводимо табличним методом і заносимо в таблицю 1.15.

Таблиця 1.15 – Результати розрахунку припусків

Розмір деталі по кресленню, мм	Квалітет, ІТ	Клас точності	Припуск, мм	Допуск, мм	Розмір заготовки, мм
56	14	9Т	3,0	2,2	$59^{+1.4}_{-0.8}$
Ø63H8	8	5	2,5	2,2	$\text{Ø}58^{+0.8}_{-1.4}$
62	14	9Т	3,0	2,2	$66^{+1.4}_{-0.8}$
65	14	9Т	3,5	2,2	$69^{+1.4}_{-0.8}$
97	14	10	2,0	2,5	$101^{+1.6}_{-0.9}$
140	14	9Т	2,0	2,5	$144^{+1.6}_{-0.9}$

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

1.6.2 Розрахунок режимів різання і уточнення моделей верстатів

Розрахунок режимів різання проводимо для горизонтально-розточної операції 045.

Вихідні дані:

Верстат: горизонтально-розточний мод. 2М614.

Пристрій: спеціальний.

Зміст операції:

1. Чорнове розточування отвору $\varnothing 59$ до $\varnothing 62,6_{-0,3}$;
2. Чистове розточування отвору $\varnothing 62,6_{-0,3}$ до $62,82_{-0,12}$; витримавши розмір 97 ± 0.05 .
3. Хонінгування отвору $\varnothing 63H8$.

Проведемо по детальну розробку операції:

1. Вибір різального інструменту:

Приймаємо оправку розточну, консольну з кутом в плані $\varphi = 45^\circ$ з пластинкою з твердого сплаву (для чорнового розточування: Т5К10), для (чистового розточування Т15К6) і конічним хвостовиком:

оправка 6300–0768 ГОСТ 21223-75

Розміри оправки: конус Морзе 5; $D=40\text{мм}$; $L=450\text{мм}$; $L_1=240\text{мм}$; $b=16,3\text{мм}$; січення різця $12 \times 12\text{мм}$.

Хонінгування: хонінгувальна головка з ручним розсуванням абразивних брусків; кількість брусків у головці – 6 шт.

На горизонтально-розточному верстаті мод. 2М614 проводиться розточування циліндричного отвору (чорнове та чистове) $\varnothing 63H8$, довжиною $L=56\text{мм}$; припуск на обробку $h=2,8\text{мм}$.

Встановлюємо глибину різання. Припуск під чорнове розточування знімається за 1 прохід: $h=2,26\text{мм}$, а на сторону $t=1,13\text{мм}$.

Для чистової обробки: $h=0,16\text{мм}$; а глибина: $t=0,15\text{мм}$.

Для хонінгування: $h=0,2\text{мм}$; $t=0,1\text{мм}$.

Швидкість різання:

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Назначаємо подачу (мм/об):([5],табл. 7,стор. 421): для сталі, твердого сплаву Т5К10: S=0,5мм/об – чорнове розточування.

Для чистового розточування([5], табл. 7, стор. 421): для сталі; твердого сплаву Т15К6; S=0,3мм/об.

Для хонінгування: V=25 м/хв., P=10 м/хв., (для того щоб кут схрещування штрихів обробки φ був в межах 40 – 60°).

Назначаємо період стійкості:

Для розточних оправок T=60 хв. ([5], ст.415). Визначаємо швидкість різання, допустиму ріжучими властивостями оправки по формулі:

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

де C_v – коефіцієнт; m, x_v , y_v – показники степеня;

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Nv} \cdot K_{Uv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{\varphi 1v} \cdot K_{rv} \cdot K_{qv} \cdot K_{Ov};$$

де K_{Mv} – враховує якість оброблюваного матеріалу $K_{Mv} = \frac{75}{44} = 1.7$ ([5], табл. 9, ст. 424).

K_{Nv} – стан поверхні заготовки ([5], ст. 426, табл. 14), $K_{Nv}=0,8$;

K_{Uv} – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу ріжучої частини інструменту на швидкість різання:

– для чорнового розточування: $K_{Uv}=0,65$;

– для чистового розточування: $K_{Uv}=1,0$ ([5], ст. 426, табл. 15)

K_{qv} , $K_{\varphi v}$, $K_{\varphi 1v}$, K_{rv} – коефіцієнт, що враховує: параметри різця; головний кут в плані; допоміжний кут в плані; радіус при вершині; поперечне січення державки: $K_{\varphi 1v}$, K_{rv} ; K_{qv} – для твердосплавних різців не враховуються.

$K_{\varphi v}=0,7$ – для чорнового різця ([5], ст. 427, табл. 16);

$K_{\varphi v}=1,0$ – для чистового різця ([5], ст. 427, табл. 16);

K_{Ov} – коефіцієнт, що враховує вид обробки: $K_{Ov}=1,04$ ([5], ст. 427, табл. 16);

Згідно, ([5], ст. 422, табл. 8): для чорнового розточування:

$C_v=350$; $x_v=0,15$; $y_v=0,35$; $m=0,2$.

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Тоді:

$$V_1 = \frac{350 \cdot 0.9 \cdot 1.7 \cdot 0.8 \cdot 0.65 \cdot 0.7 \cdot 1.04}{60^{0.2} \cdot 1.13^{0.15} \cdot 0.5^{0.35}} = 112 \text{ м / хв } ;$$

Згідно ([5], ст. 422, табл. 8): для чорнового розточування:

$$C_V=340; x_V=0.15; y_V=0.45; m=0.2$$

Тоді:

$$V_2 = \frac{340 \cdot 0.9 \cdot 1.7 \cdot 0.8 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.04}{60^{0.2} \cdot 0.08^{0.15} \cdot 0.3^{0.45}} = 247,711 \text{ м / хв }$$

Частота обертів шпинделя, яка відповідає знайдений швидкості різання становить:

Чорнове розточування:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 112}{3.1415 \cdot 63} = 566 \text{ хв}^{-1};$$

Чистове розточування:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 247,711}{3.1415 \cdot 63} = 1247,6 \text{ хв}^{-1};$$

Хонінгування:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 25}{3.1415 \cdot 63} = 126 \text{ хв}^{-1};$$

Коректуємо частоту обертів шпинделя по паспортних даних верстату і встановлюємо дійсну частоту обертів шпинделя:

- для чорнової обробки: $n=512$ об/хв.;
- для чистової обробки: $n=1200$ об/хв.;
- для хонінгування: $n=125$ об/хв.;

Дійсна швидкість різання:

- для чорнової обробки:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D_d \cdot n_d}{1000} = \frac{3,1415 \cdot 63 \cdot 512}{1000} = 101,3 \text{ м / хв. } ;$$

- для чорнової обробки:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D_d \cdot n_d}{1000} = \frac{3,1415 \cdot 63 \cdot 1200}{1000} = 198 \text{ м / хв. } ;$$

- хонінгування:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D_d \cdot n_d}{1000} = \frac{3,1415 \cdot 63 \cdot 125}{1000} = 24,74 \text{ м / хв. } ;$$

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Сила різання: $P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$, ([5], ст. 427)

де

$$K_p = K_{\mu p} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{rp} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p};$$

$K_{\mu p}$ – враховує вплив механічних властивостей конструкційних сталей на

силу різання: $K_{\mu p} = \left(\frac{44}{75}\right)^{0.75} = 0.67$ ([5], ст. 430, табл. 21);

$K_{\varphi p}$, K_{rp} , $K_{\gamma p}$, $K_{\lambda p}$ – поправочні коефіцієнти, що враховують вплив геометричних параметрів ріжучої частини інструменту на склад сили різання.

Для чорнового розточування:

$$K_{\varphi p} = 0.89; K_{\gamma p} = 1.0; K_{rp} = 1.0 \text{ ([5], ст. 431, табл. 24);}$$

Для чистового розточування:

$$K_{\varphi p} = 1.0; K_{\gamma p} = 1.0; K_{rp} = 1.0 \text{ ([5], ст. 431, табл. 24);}$$

тоді, для чорнового розточування:

$$K_p = 0.67 \cdot 0.89 \cdot 1.0 \cdot 0.87 = 0.52;$$

для чистового розточування:

$$K_p = 0.67 \cdot 0.87 \cdot 1.0 = 0.58;$$

Для чорнового розточування:

$$C_p = 300; x_p = 1.0; y_p = 0.75; n_p = -0.15;$$

$$\begin{aligned} \text{Тоді: } P_z &= 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1.13^{1.0} \cdot 0.5^{0.75} \cdot 101.3^{-0.15} \cdot 0.52 = \\ &= 3390 \cdot 0.59 \cdot 0.5 \cdot 0.52 = 524.66 \text{ Н} \end{aligned}$$

Для чистового розточування:

$$C_p = 300; x_p = 1.0; y_p = 0.75; n_p = -0.15;$$

$$\begin{aligned} P_z &= 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0.08^{1.0} \cdot 1.3^{0.75} \cdot 198^{-0.15} \cdot 0.58 = \\ &= 240 \cdot 1.217 \cdot 0.45 \cdot 0.58 = 176.23 \text{ Н} \end{aligned}$$

Визначаємо потужності, яка витрачається на різання:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{102 \cdot 60}, \text{ кВт} \quad (N_{\text{ел-дв}} = 9,0 \text{ кВт})$$

– для чорнового розточування:

$$N = \frac{524.66 \cdot 101.3}{102 \cdot 60} = 7.48 \text{ кВт};$$

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

– для чистового розточування:

$$N = \frac{176.23 \cdot 198}{102 \cdot 60} = 2.46 \text{ кВт};$$

Порівнюємо достатність потужності приводу верстата. Необхідне виконання умови $N_{\text{різ}} \leq N_{\text{ум}}$. Потужність на шпинделі верстату: $N_{\text{ум}} = N_{\text{різ}} \cdot \eta$, кВт.

У верстату моделі 2М614: $N_{\text{ел-дв}} = 9,0 \text{ кВт}$, а $\eta = 0,85$; $N_{\text{ум}} = 9 \cdot 0,85 = 7,65 \text{ кВт}$.

Відповідно обробка можлива: $(7,48 < 7,65)$.

Основний технологічний час: для чорнового та чистового розточування:

$$T_o = \frac{L_{\text{р.х}} \cdot i}{s \cdot n}, \text{ де } L_{\text{р.х}} = l + l_1 + l_2;$$

$l = 56 \text{ мм}$, $l_1 + l_2 = 3 + 1 = 4 \text{ мм}$, ([8], ст. 620, табл. 2).

– для чорнового розточування:

$$T_o = \frac{(56 + 4) \cdot 1}{0.5 \cdot 512} = 0.23 \text{ хв};$$

– для чистового розточування:

$$T_o = \frac{(56 + 4) \cdot 1}{0.3 \cdot 1200} = 0.2 \text{ хв};$$

– для хонінгування:

$$T_o = \frac{(56 + 4) \cdot 1}{0.2 \cdot 126} = 2.38 \text{ хв};$$

Основний час який витрачається на всі переходи механічної обробки:

$$\sum T_o = 0.23 + 0.2 + 0.2 = 0.63 \text{ хв}.$$

Визначаємо режими різання і проводимо уточнення моделей верстатів нормативним методом (операція 030).

1. Вибір різального інструменту:

використовуємо дискову 3-ох сторонню фрезу:

$D=80 \text{ мм}$; $B=20 \text{ мм}$; $z=18 \text{ мм}$; матеріал різальної частини: Р6М5.

2. Глибина різання: $t=28 \text{ мм}$.

3. При обробці пазів подача на зуб фрези:

$$S_z = 0.12 \text{ мм/зуб} \text{ ([8], ст. 652, табл.7);}$$

4. Період стійкості інструменту:

$$T = k_8 \cdot (T_{m1} + T_{m2} + T_{m3}) \cdot \lambda,$$

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

де T_{m1} , T_{m2} , T_{m3} – період стійкості 1-го; 2-го; ..., n-го інструментів, хв;

λ – коефіцієнт часу різання кожного інструменту:

$$\lambda = \frac{L_{piz}}{L_{p.x}} = \frac{28}{38} = 0.73,$$

приймаємо $\lambda = 1.0$.

K_8 – коефіцієнт що враховує кількість інструментів в наладці: $k_8=0,8$ ([8],ст. 653, табл. 7)

$$T = 0.8 \cdot (130 + 130) = 208 \text{ хв}.$$

Вибираємо швидкість різання:

$$v = v_{табл} \cdot k_9 \cdot k_{10} \cdot k_{11},$$

$$v_{табл} = 25 \text{ м / хв} \quad ([8], \text{ст. 654, табл. 7});$$

$k_9 = 1.0$ – коефіцієнт який враховує відношення діаметра фрези до ширини фрезерування ([8], ст. 657, табл. 7);

$k_{10} = 1.1$ – коефіцієнт який враховує характеристики оброблюваного матеріалу ([8], ст. 657, табл. 7);

$k_{11} = 0.8$ – коефіцієнт який залежить від періоду стійкості інструменту ([8], ст. 658, табл. 7).

Отже,

$$v = 25 \cdot 1.0 \cdot 1.1 \cdot 0.8 = 22 \text{ м / хв}.$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v_{fp}}{\pi \cdot d_{fp}} = \frac{1000 \cdot 22}{3.1415 \cdot 80} = 87 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо фактичну частоту обертів: $n_\phi = 100 \text{ хв}^{-1}$.

Тоді фактична швидкість різання:

$$v_\phi = \frac{\pi \cdot d_{fp} \cdot n}{1000} = \frac{3.1415 \cdot 80 \cdot 100}{1000} = 25 \text{ м / хв}.$$

Потужність різання:

$$N_{piz} = E \cdot \frac{v \cdot B \cdot z}{1000},$$

де $E=0,55$ – величина вказана в ([8], табл. 7,ст. 659);

$B=40\text{мм}$ – ширина фрези;

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$z=18$ – кількість зубів фрези.

$$N_{\text{різ}} = 0,55 \cdot \frac{25 \cdot 40 \cdot 18}{1000} = 4,95 \text{ кВт} < 7,5 \text{ кВт} ,$$

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n = 0,12 \cdot 18 \cdot 1000 = 216 \text{ мм/хв} .$$

Основний технологічний час:

$$T_o = \frac{L}{S_m}, \text{ хв}$$

де $L=28$ мм – (визначаємо з креслення деталі);

$$S_m = S_o \cdot n = S_z \cdot z \cdot n = 216 \text{ мм/хв} .$$

Отже,

$$T_o = \frac{28 \text{ мм}}{216 \text{ мм/хв}} = 0,13 \text{ хв} ,$$

Так як вибірки є чотири: то

$$T_o = 0,13 \cdot 4 = 0,52 \text{ хв} .$$

Решту значень режимів різання знаходимо нормативним методом і заносимо в таблицю 1.16.

Таблиця 1.16 – Зведена таблиця режимів різання

№	Зміст операції і переходу	D, В мм	L, мм	t, мм	i	S, мм/об	V, м/хв	n, хв ⁻¹	N, кВт	T _о , хв
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
010	Вертикально-фрезер. 1.Фрезерувати в р-р L=140мм	65	97	1,5	2	0,1	125	400	1,91	0,385
015	Вертикально-фрезер. 1.Фрезерувати в р-р L=97мм	140	140	1,4	2	0,2	38	100	3,975	0,39
020	Токарна 1.Точити пов. Ø68 _{-0,3} ; 2.Точит. канав.Ø70 _{-0,3}	97	1,4	1,4	1	0,15	85	400	2,125	1,33
		70	2,5	2,5	1	0,15	85	400	2,125	
025	Вертикально-фрезер. 1.Фрезерувати в р-р L=56мм	97	1,4	1,4	1	0,2	21,2	200	1,53	0,12
030	Горизонтал.-фрезер. 1.Фрезерувати вибірку в р-р. L=28мм	100	28	28	1	0,12	25	100	4,95	0,52
035	Токарно-револьверна 1.Центрувати отвір; 2.Свердлити отв. 17; 3.Цикувати Ø27; 4.Зенкувати фаску; 5.Нарізати різь M18×1,5	10	5	5	1	0,17	22,0	770	0,89	0,05
		17	16,5	8,5	1	0,14	43,2	770	1,46	0,2
		27	2	5	1	0,4	20	275	2,7	0,11
		25	1,5	0,5	1	0,28	37,4	770	1,5	0,01
		18	9,5	1,25	1	1,5	13	275	1,03	0,03

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

Продовження таблиці 1.16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
040	Токарно-револьверна 1. Центрувати отвір; 2. Свердл. отв Ø10,5; 3. Зенкерув. до Ø11,5; 4. Чист розвертання; 5. Тонке розвертання; 6. Розточ. пов. Ø18Н8; 7. Розточ. кан. Ø24Н9.	10 10,5 11,5 11,85 12 12 18	5 66 66 66 66 15 2,5	5 5,25 0,5 0,35 0,15 3 3	1 1 1 1 1 1 1	0,17 0,08 0,12 0,22 0,15 0,3 0,15	22,0 30,6 30 12 6 132 136	770 770 770 275 190 1500 1500	0,89 0,52 1,2 0,48 0,41 3,0 4,0	0,05 1,13 0,73 1,14 2,44 0,03 0,01
045	Горизонтал.-розточна 1. Чорнове розточув. отвору до Ø62,6-0,3; 2. Чистове розточув. отвору до Ø62,82-0,12; 3. Хонінгування отв. Ø63Н8.	63 63 63	56 56 56	1,68 0,2 0,15	1 1 1	0,5 0,3 0,5	101,3 198 24,74	512 1200 125	7,48 2,46 1,65	0,23 0,2 2,38
050	Свердлильна з ЧПК 1.Свердлити 8отв. Ø9Н14.	9	65	4,5	4	0,23	26,7	1100	1,0	1,1
055	Свердлильна з ЧПК 1. Свердлити 4отв. Ø9,2; на L=30 мм; 2. Зенкувати 4 фаски 1.6×45°; 3. Нарізати різь M10 – 7H	2 16 10	30 16 20	4,6 1,6 0,4	4 4 4	0,23 0,26 1,5	31,1 34,3 12,6	1100 780 400	1,0 1,5 0,66	0,54 0,07 0,07

1.6.3 Аналіз точності

Проведемо аналіз точності обробки отвору $\text{Ø}63^{+0,05}$. Обробка проводиться на горизонтально-розточному верстаті моделі 2М614. Матеріал заготовки – сталь Ст3СП2, $\sigma_s = 45 \text{ кгс/мм}^2$. Інструмент – розточна оправка 6300-0768 ГОСТ 21223-75 (різець з пластинкою з твердого сплаву (Т15К6) для блоків – закріплений в оправці, $\varphi = 45^\circ$).

Основними похибками що виникають при розточуванні циліндричної поверхні і впливають на точність його радіуса – замикаючої ланки технологічного розмірного ланцюга є:

Δ_B – похибка форми від геометричної неточності верстату в радіальному напрямі;
 Δ'_B – зумовлена радіальним биттям шпинделя в осьовому напрямку; Δ''_B – зумовлена відхиленням паралельності осі шпинделя напрямним станини в горизонтальному напрямі. Ця похибка постійна.

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

Δ_H – похибка настроювання системи ВПІД на отримання заданого розміру. При багаторазовому настроюванні вона має випадковий характер проявлення в часі.

Δ_Y – похибка від величини деформації системи ВПІД внаслідок зміни сили різання викликані зміною глибини різання від $t_{\max}$ і $t_{\min}$ і зміною механічних властивостей оброблюваного матеріалу. Оскільки деталь жорстка і невеликої довжини, то зміною податливості системи по довжині обробки нехтуємо. Δ_Y – випадкова похибка.

Δ_i – похибка від розмірного спрацювання різця, береться із знаком „+” – систематично закономірно змінна.

Δ_T – похибка від теплової деформації різця – береться із знаком „-”, систематично закономірно змінна.

Похибка форми в осьовому напрямку від розмірного спрацювання і теплової деформації – нехтуємо (розміри оброблюваної поверхні відносно невеликі і ці похибки частково компенсуються).

Таблиця 1.17 – Розрахунок похибок обробки отвору Ø63H8

Формули, та розрахунок похибки обробки (на радіус)	Параметри, що впливають на похибку обробки	Значення параметрів, та джерел інформації
1	2	3
$\Delta'_{br} = \frac{a}{2} = \frac{0.005}{2} = 0.0025$ $\Delta''_{br} = \frac{c}{2} = \frac{0.002}{2} = 0.001$ $\Delta_{br} = \Delta'_{br} + \Delta''_{br} = 0.0025 + 0.001 = 0.0035$	a – радіус биття шпинделя; c – відхилення від паралельності осі шпинделя напрямним станини в горизонтальній площині на довжині L ; l – довжина обробки.	$a = 0.005$ мм; $c = 0.002$ мм; $D = 63$ мм; $l = 56$ мм.
$\Delta_{HR} = \sqrt{\left(\frac{\Delta_{вим}}{2}\right)^2 + \Delta_P^2} =$ $= \sqrt{\left(\frac{0.008^2}{2}\right) + 0.03^2} = 0.03 \text{ мм}$	$\Delta_{вим}$ – похибка вимірювання, мм; Δ_P – похибка регулювання різця, мм;	$\Delta_{вим} = 0.008$ мм – індикатор нутромір; $\Delta_P = 0.03$ мм – похибка установки ріжучого інструменту при виставленні на розмір поза верстатом.
$\Delta_{YR} = 11 \cdot C_P \cdot S^{Y_{py}} \cdot v^{N_{py}} \cdot K_p \times$ $\times (t_{\max}^{X_{py}} - t_{\min}^{X_{py}}) \cdot \omega = 11 \cdot 243 \cdot 0.3^{0.6} \times$ $\times 198^{-0.3} \cdot 0.743 \cdot (0.2^{0.9} - 0.11^{0.9}) \times$ $\times 0.1 = 0.018 \text{ мм}$	$t_{\max}$, $t_{\min}$ – режими різання; K_p – поправочний коефіцієнт; C_{PY} , Y_{PY} , N_{PY} , X_{PY} – коефіцієнти і показники степеня, для визначення P_Y ; P_Y – нормальна складова сили різання, Н; ω – податливість технологічної системи, мкм/Н	$t_{\max} = 0.2$ мм; $t_{\min} = 0.11$ мм; $S = 0.3$ мм/об; $V = 198$ м/хв; $C_{PY} = 243$; $X_{PY} = 0.9$; $Y_{PY} = 0.6$; $N_{PY} = -0.3$.

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.17

1	2	3
$\Delta_{MH} = 1.2 \cdot \sqrt{\Delta_{HR}^2 + \Delta_{YR}^2} + \Delta_B =$ $= 1.2 \cdot \sqrt{0.03^2 + 0.018^2} + 0.0035 =$ $= 0.046 \text{ мм}$	Δ_{MH} – похибка миттєвого розсіювання розміру з врахуванням похибки настроювання з розрахунку на діаметр оброблюваної поверхні.	
$\Delta_i = \pm u_0 \cdot \left(1 + \frac{V \cdot \tau}{1000}\right) =$ $= -3 \cdot (1 + 0.198 \cdot \tau)$	τ – час обробки, хв.; u_0 – відносне спрацювання різця, мкм/км	– для твердого сплаву Т15К6: 3 мкм
$\Delta_T = C \cdot \frac{L_p}{F} \cdot V^{0.23} \cdot S^{0.46} \cdot t^{0.7} \times$ $\times \sigma_B \cdot \left(1 - e^{-\frac{4 \cdot \tau}{\tau_m}}\right) \cdot \frac{T_o}{(T_o + T_{пер})} =$ $= 120 \cdot \frac{12,5}{201.05} \cdot 3,37 \cdot 0,57 \cdot 0,324 \times$ $\times \left(1 - e^{-\frac{\tau}{4}}\right) \cdot 0.09 \cdot \sigma_B =$ $= 18,4 \cdot \left(1 - e^{-\frac{\tau}{4}}\right).$	C – константа; L_p і F – виліт різця в (мм) і площа поперечного сечення державки; σ_B – границя міцності оброблюваного матеріалу (кГс/мм ²); t , s , V – режими різання; T_o і $T_{пер}$ – основний час і тривалість переходів, хв.	$C=120$; $V=198$ м/хв; $s=0,3$ мм/об; $t=0,2$ мм; $\sigma_B=44$ кГс/мм; $T_o=0,2$ хв; $T_{пер}=2$ хв; $\tau_m=24$ хв

Таблиця 1.18 – Результати розрахунку систематичної похибки

τ	0	2	4	8	12	16	20	40	60	80
Δ_i	0	-4,188	-5,37	-7,75	-10,1	-12,5	-14,88	-26,7	-38,6	-50,5
Δ_T	0	7,2	11,58	15,87	17,46	18,05	18,27	18,4	18,4	18,4
$\Delta_C = 2 \cdot (\Delta_i - \Delta_T)$	0	6,042	12,43	16,24	14,72	11,1	6,78	-16,6	-40,4	-64,6

Здійснюємо побудову теоретичної діаграми точності. З діаграми визначаємо технологічну стійкість інструменту $T_T = 53$ хв. Оскільки економічна стійкість T_E різця становить 60 хв., тобто $T_T < T_E$, то загальна похибка обробки (за діаграмою): $\Delta_{сум} = TD = 0,120$ мм.

Настояюваний розмір $D_{настр}$ при симетричному розташуванні поля розсіювання становить:

$$D_{настр} = D_{max} - \Delta_{сист. max} - 0.5 \cdot \Delta_{M.H} =$$

$$= 62,82 - 0,016 - 0,046 = 62,758 \text{ мм}$$

де D_{max} – найбільше граничне значення розміру: $D_{max} = 62.82$ мм;

$\Delta_{сист. max}$ – найбільше значення систематичної похибки, $\Delta_{сист. max} = 0,016$ мм;

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

Питомий вклад C_j первинних похибок обробки в загальну похибку визначаємо за формулою:

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

де Δ_j – величина j -ої похибки; $\Delta_{\text{сум}} = 0,120 \text{ мм}$.

Результати зводимо в таблицю 1.19, на основі якої будуємо гістограму похибок.

Таблиця 1.19 – Результати розрахунку

Позначення похибки, Δ_j	Δ_B	Δ_H	Δ_Y	Δ_{MH}	Δ_i	Δ_T	$\Delta_{\text{сум}}$
Значення похибки $\Delta_j, \text{мм}$	0,007	0,06	0,036	0,092	0,04	0,018	0,022
$C_j, \%$	6	50	30	82	33	15	18

1.6.4 Нормування технологічного процесу

Нормування для кожної операції технологічного процесу проводимо по формулі: визначення $T_{\text{шт-к}}$ – норми штучно-калькуляційного часу.

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{н.з}}}{n_{\text{д}}}, \text{ хв}$$

де $T_{\text{шт}} = T_o + T_{\text{д}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{пер}}, \text{ хв}$;

$T_{\text{н.з}}$ – підготовчо-заключний час;

$n_{\text{д}}$ – число деталей в партії;

T_o – основний (технологічний) час, хв.;

$T_{\text{д}}$ – допоміжний час, хв.;

$$T_{\text{д}} = T_{\text{вст}} + T_{\text{кер}} + T_{\text{вим}}, \text{ хв}$$

$T_{\text{вст}}$ – час на встановлення та закріплення деталі, хв.;

$T_{\text{кер}}$ – час на керування верстатом, хв.;

$T_{\text{вим}}$ – час на вимірювання, хв.;

$T_{\text{оп}}$ – оперативний час, хв.;

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_{\text{д}}, \text{ хв}$$

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

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

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

В серійному виробництві $T_{обс}$ і $T_{пер}$ задається в процентах від оперативного часу (до 80%).

В якості прикладу розглянемо детальніше розрахунок норм часу на операцію 045:

1. Встановити та закріпити деталь;
2. Чорнове розточування отвору;
3. Чистове розточування отвору;
4. Хонінгування отвору Ø63H8;
5. Зняти деталь.

Основний час:

$$T_o = T_{o.чорн} + T_{o.чист} + T_{o.хон} = 0,23 + 0,2 + 2,38 = 2,81 \text{ хв.};$$

Допоміжний час:

$$T_{вст} = 0,058 \text{ хв ([1], ст. 201, табл. 5.7);}$$

$$T_{кер} = 0,05 \text{ хв ([1], ст. 203, табл. 5.8);}$$

$$T_{вим} = 0,12 \text{ хв ([1], ст. 206, табл. 5.10);}$$

$$T_{\phi} = (0,058 + 0,05 + 0,12) \cdot 1,85 = 0,42 \text{ хв};$$

Час на обслуговування робочого місця:

$$T_{обс} = 0,1 \cdot T_{он},$$

де $T_{он}$ – оперативний час, хв.;

$$T_{он} = T_o + T_{\phi} = 2,81 + 0,42 = 3,23 \text{ хв},$$

$$T_{обс} = 0,1 \cdot 3,23 = 0,323 \text{ хв}$$

Час на відпочинок і природні потреби:

$$T_{відп} = 0,06 \cdot T_{он} = 0,06 \cdot 3,23 = 0,2 \text{ хв};$$

Штучний час:

$$T_{шт} = 2,81 + 0,42 + 0,323 + 0,2 = 3,753 \text{ хв};$$

Дані нормування техпроцесу на решту операцій зводимо в таблицю 1.20.

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 1.20 – Нормування техпроцесу виготовлення деталі.

№ опер.	Назва операції	$T_{\partial}, \text{хв}$			$T_o,$	$T_{оп},$	$T_{обс},$	$T_{відп},$	$T_{шт},$	$T_{п.з},$
		$T_{вст}$	$T_{кер}$	$T_{вим}$	хв	хв	хв	хв	хв	хв
010	Вертикально-фрезерна	0,089	0,16	0,18	0,385	0,81	0,08	0,05	0,94	25
015	Вертикально-фрезерна	0,089	0,16	0,15	0,39	0,78	0,08	0,05	0,91	25
020	Токарна	0,12	0,91	0,15	1,33	2,51	0,25	0,15	2,91	25
025	Вертикально-фрезерна	0,089	0,16	0,15	0,12	0,52	0,05	0,03	0,6	25
030	Горизонтал.-фрезерна	0,08	0,21	0,64	0,26	1,98	0,07	0,08	2,13	25
035	Токарно-револьверна	0,12	0,1	0,29	0,4	1,34	0,07	0,05	1,46	25
040	Токарно-револьверна	0,12	0,145	0,2	5,53	6,39	0,32	0,26	6,97	25
045	Горизонтал.-розточна	0,058	0,05	0,12	2,81	3,23	0,323	0,2	3,75	25
050	Свердлильна з ЧПК	0,87	0,4	0,24	1,1	2,21	0,22	0,12	2,43	16
055	Свердлильна з ЧПК	0,87	0,4	0,8	0,61	2,28	0,22	0,12	2,5	16

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

2 Конструкторська частина

2.1 Пристрій фрезерний

2.1.1 Опис призначення і будови та роботи пристрою

Пристрій призначений для закріплення корпусу СК 1192.23.00.00.01 на вертикально-фрезерному верстаті Holzmann ZX7045 400V. Пристрій складається з плити 1 на якій змонтовано опорні пластини 7, для встановлення деталі. До плити кріпиться пневмоциліндр 4 який безпосередньо робочим органом здійснює затиск деталі; та пневморозподільник для управління пневмоциліндром (пневмоприводом).

Принцип роботи пристрою. Пристрій встановлюється на столі верстату і закріплюється верстатними болтами. Через штуцер підключається стиснуте повітря тиском 0,6МПа. З допомогою пневморозподільника перевіряється плавність ходу штока і відсутність пропускання повітря. Деталь встановлюється на постійні опори пристрою фіксуючись. З допомогою рукоятки на пневморозподільнику включається подача повітря в ліву порожнину пневмоциліндра. Поршень зміщується вправо та затискає деталь. При подачі стиснутого повітря в праву порожнину пневмоциліндра деталь відкріплюється.

2.1.2 Інженерні розрахунки для підтвердження працездатності пристрою

Розрахунок сил закріплення і визначення основних параметрів механізму затиску

Початкові дані: $M_{кр} = 177,36 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $l = 48,5 \text{ мм}$.

Проаналізуємо сили що діють на деталь: крутний момент від сили різання $M_{кр}$ та сила затиску Q . Крутний момент $M_{кр}$ відриває деталь від нерухомих опор повертаючи її. Щоб уникнути цього необхідно врахувати умову:

$$M_{кр} \cdot \kappa = Q \cdot l, \quad ([35], \text{ст. 30})$$

$$\text{З умови: } Q = \frac{M_{кр} \cdot \kappa}{l} = \frac{177360 \cdot 3}{48.5} = 10970,72 \text{ Н}.$$

Вихідна сила, яку розвиває пневмоциліндр: $N = Q / i$, ([35], ст. 30)

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

так як пневмоциліндр через шток безпосередньо діє на заготовку, то передавальне відношення $i = 1$.

Тоді: $N = Q = 10970,72H$.

Діаметр поршня пневмоциліндра:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot N}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \quad ([35], \text{ст. 30})$$

де $p = 0,6 \text{ МПа}$ - тиск стиснутого повітря;

$\eta = 0,9$ - ККД пневмоциліндра.

Отже: $D = \sqrt{\frac{4 \cdot 10970,72}{3,1415 \cdot 0,6 \cdot 0,9}} = 158,83 \text{ мм}.$

Отримане значення заокруглюємо до найближчого більшого значення діаметра поршня пневмоциліндра. Приймаємо діаметр пневмоциліндра $D = 160 \text{ мм}$ ([31], ст. 216, табл. 9).

Тоді вихідна сила пневмоциліндра:

$$N = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \cdot \eta = \frac{3,1415 \cdot 160^2}{4} \cdot 0,6 \cdot 0,9 = 11084,416H.$$

Дійсна сила закріплення: $Q = N = 11084,416H$.

Хід поршня: $S = 30 \text{ мм}.$

Розрахунок точності та довговічності

При аналізі обробки на даному пристрої на заздалегідь настроєному верстаті точність обробки площини залежить від точності верстату і настройки на розмір.

Пристрій повинен забезпечити точність обробки $\Delta_{np} \leq 0,87 \text{ мм}$. Розрахунок допустимої похибки пристрою проводимо за формулою:

$$[\varepsilon_{np}] = \frac{T}{1,2} - \sqrt{(0,85 - \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_s^2 + (0,85 \cdot \omega)^2}, \quad ([35], \text{ст. 34})$$

де ε_{δ} – похибка базування заготовки: $\varepsilon_{\delta} = 0$ (технологічна та вимірні бази співпадають);

ε_s – похибка закріплення; $\varepsilon_s = 0$ (основна складова сили закріплення направлена паралельно до горизонтальних виконавчих поверхонь опор і змінюється незначно);

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$T = 0,87 \text{ мм}$ – допуск на отримуваний розмір.

$$[\varepsilon_{np}] = \frac{0,87}{1,2} - \sqrt{0 + 0 + (0,85 \cdot 0,14)^2} = 0,38 \text{ мм},$$

Отже, $[\varepsilon_{np}] < 0,87$, тобто $0,38 < 0,87$.

Висновок: пристрій забезпечує обробку з необхідною точністю.

Силовий розрахунок слабких ланок

Визначимо тип і розміри основних опор. Приймаємо опри з плоскою головкою за ГОСТ 13440-75. Допустимий тиск на ці опори 40 МПа. Для визначення розмірів опор необхідно знайти діючі на них сили.

Найбільше навантаження припадає на бокові опори, на які діє сила затиску $Q = 10970,72 \text{ Н}$. При даній схемі закріплення $R = Q = 10970,72 \text{ Н}$.

Розміри опори визначаємо з її площі.

Площа опори: $S = \frac{R}{[\sigma]},$

де $[\sigma] = 40 \text{ МПа}$ – допустиме контактне напруження.

Отже: $S = \frac{10970,72}{40} = 274,268 \text{ мм}^2.$

Діаметр головки опори: $D = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 274,268}{3,1415}} = 19,8 \text{ мм}.$

Отримане значення заокруглюємо до найближчого більшого стандартного. Приймаємо опору постійну з плоскою головкою діаметром 20 мм.

2.1.3 Коефіцієнт уніфікації

Коефіцієнт уніфікації визначаємо за формулою:

$$K = \frac{\sum_{заг} - \sum_o}{\sum_{заг}} \cdot 100\%,$$

де $\sum_{заг} = 18$ – загальна кількість назв типорозмірів складових частин пристрою;

$\sum_o = 8$ – кількість назв типорозмірів оригінальних деталей.

Тоді: $K = \frac{18 - 8}{18} \cdot 100\% = 55.5\%.$

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

2.2 Пристрій розточний

2.2.1 Опис призначення, будови та роботи пристрою

Пристрій призначений для закріплення корпусу СК 1192.23.00.00.01 на горизонтально-розточному верстаті моделі 2М614. Пристрій складається з плити 1 на якій змонтовано установ 17 для встановлення деталі, кронштейн 21 з віссю 20 на якій запресовано 2-а ексцентрика 22 для вивірки деталі відносно осі шпинделя верстату. Також на плиті змонтовано стійку 2 на якій закріплена вилка 3 з допомогою гвинта 35. Вилка встановлена на втулці 4, що дає змогу вилці 3 разом з важелем 7 повертатися для зручного встановлення деталі в пристрої і її орієнтація відносно осі шпинделя верстату. На важелі 7 кріпиться пластина 28 для фіксації важеля на штоці пневмоциліндра змонтованого на плиті 1. На плиті змонтовано пневморозподільник 39, для управління пневмо-циліндром (пневмоприводом). Для встановлення пристрою на столі верстату передбачено центровик 15, який встановлюється в центральний отвір стола і шпонка 47 для орієнтації пристрою на столі верстату.

Принцип роботи пристрою. Пристрій встановлюється на столі верстату і закріплюється верстатними болтами. Через штуцер 27 підключається стиснуте повітря тиском 0,6 МПа. З допомогою пневморозподільника перевіряється плавність ходу штока і відсутність пропускання повітря.

Деталь встановлюється на центровик 17 і рукояткою 18 ексцентриками 22 фіксується в пристрої. Важіль 7 повертається до упора плашки 28 до штока 9 і з допомогою рукоятки на пневморозподільнику включається подача повітря в пневмоциліндр і деталь затискується. Після обробки деталь відкріплюється важіль повертається та знімається деталь.

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

2.2.2 Інженерні розрахунки для підтвердження працездатності пристрою

Розрахунок сил закріплення і визначення основних параметрів механізму затиску

Складаємо схему базування і затиску заготовки:

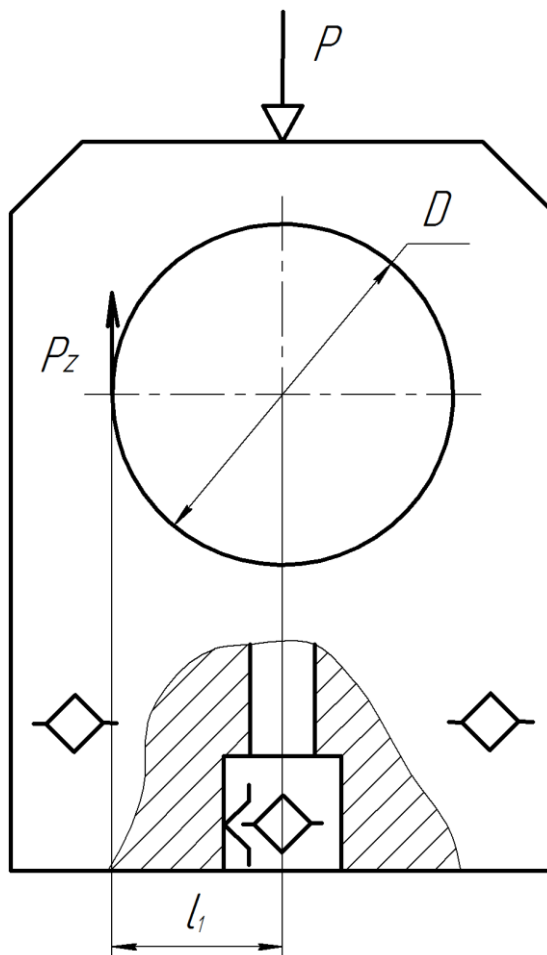


Рисунок 2.1 – Схема базування і затиску заготовки

$$l = 60\text{мм}; D = 63\text{мм}; l_1 = \frac{D}{2} = 31.5\text{мм}.$$

Необхідна сила затиску: $P = 2 \cdot P_z \cdot k = 2 \cdot 1566\text{Н} \cdot 2 = 6264\text{Н}$;

де k – коефіцієнт запасу.

$$\text{З другої сторони: } P = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot p \cdot \eta,$$

де d – діаметр пневмоциліндра, мм;

$P = 0,6\text{Мпа}$ – тиск в пневмоциліндрі;

$\eta = 0.9$ – ККД пневмоциліндра;

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot p \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6264}{3.1415 \cdot 0.6 \cdot 0.9}} = 119 \text{ мм.}$$

Приймаємо найближчий стандартний діаметр $d=120 \text{ мм}$. При цьому максимальна дійсна сила затиску рівна:

$$P = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot p \cdot \eta = \frac{\pi \cdot 120^2}{4} \cdot 0.6 \cdot 0.9 = 6107 \text{ Н.}$$

Розрахунок точності та довговічності

При аналізі обробки на даному пристрої на заздалегідь настроєному верстаті точність обробки отвору залежить від точності верстату і настройки на розмір. Точність перетину осей згідно ГОСТ 25069 – 81, повинно складати 0,160 мм.

Пристрій повинен забезпечити точність обробки $\Delta_{np} \leq 0,12 \text{ мм}$. Сумарна похибка пристрою складається з наступних похибок, що складаються з ланок розмірного ланцюга:

$$\Delta_{np} = \sum \delta_n + \delta_y + \delta_z + \delta_n,$$

де δ_n – похибка виготовлення пристрою;

δ_y – похибка установки пристрою на верстаті;

δ_z – похибка внаслідок конструктивних зазорів необхідних для посадки на установчі елементи пристрою;

δ_n – похибка перекосу або розміщення інструменту внаслідок неточності виготовлення напрямних елементів пристрою; якщо напрямних елементів немає, то $\delta_n = 0$.

$\delta_n = 0$ – так як опорні пластини шліфуються прямо на пристрої після закріплення. Ексцентрики разом з кронштейном вивіряються і штуфуються.

δ_y – зазор між отвором пристрою і центровиком.

Максимальний діаметр центрованого отвору на столі верстату – ($\varnothing 110 \text{ Н8}$):

$$D_{\max} = 110.022 \text{ мм.}$$

Мінімальний діаметр центровика на пристрої:

$$D_{\min} = 109.942 \text{ мм, } 110 f 6 \begin{pmatrix} -0.036 \\ -0.058 \end{pmatrix};$$

$$\delta_y = D_{\max} - D_{\min} = 110.022 - 109.942 = 0.080 \text{ мм.}$$

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

δ_3 – зазор між установом і деталлю.

Максимальний діаметр отвору деталі $\varnothing 18H9(^{+0,043})$: $D_{\max} = 18.043 \text{ мм}$.

Мінімальний діаметр установка: $D_{\min} = 17.793 \text{ мм}$.

$$\delta_3 = 18,043 - 17,973 = 0,070 \text{ мм}.$$

Похибка пристрою складає:

$$\Delta_{np} = 0 + 0,080 + 0,070 + 0 = 0,150 \text{ мм};$$

$$\Delta_{np} = 0,150 < 0,160 \text{ мм}.$$

Висновок: пристрій забезпечує обробку з необхідною точністю.

Силовий розрахунок слабких ланок

Найбільш напружені елементи пристрою:

1. Гвинт (поз. 35) – на розтяг;
2. Вісь (поз. 32) – на зріз;
3. Провушина вилки (поз. 3) – на зминання;
4. Важіль (поз. 7) – на згин.

1. Гвинт (поз. 35). Сила що діє на гвинт розтягуючи його:

$$P_{\max, \text{розт}} = 2 \cdot P = 2 \cdot 6107 = 12208 \text{ Н};$$

– внутрішній діаметр різьби М16:

$$d_{\text{вн}} = 13,8 \text{ мм} \approx 0,0138 \text{ м}.$$

Площа поперечного перерізу:

$$F = \frac{\pi \cdot d_{\text{вн}}^2}{4} = \frac{3,1415 \cdot 0,0138^2}{4} = 0,00015 \text{ м}^2;$$

Фактичне напруження розтягу:

$$\sigma_p = \frac{P_{\max}}{F} = \frac{12.208 \text{ кН}}{0.00015} = 81387 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} = 81,387 \frac{\text{МН}}{\text{м}^2}.$$

Допустиме напруження: $[\sigma_p] = 1600 \frac{\text{кГ}}{\text{см}^2} = 160 \text{ МПа}.$

Як бачимо: $\sigma_p < [\sigma_p]$.

2. Вісь (поз.32). Сила що діє на один переріз зрізу: $P=6104 \text{ Н}$.

Діаметр осі: $d=16 \text{ мм}=0,016 \text{ м}$.

Площа поперечного перерізу:

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3.1415 \cdot 0.016^2}{4} = 0.00019 \text{ м}^2.$$

Напруження зрізу осі: $\tau_{зр} = \frac{P}{F} = \frac{6107 \text{ Н}}{0.00019 \text{ м}^2} = 32,13 \text{ МПа}.$

Допустиме напруження зрізу: $[\tau] = 800 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 80 \text{ МПа}.$

Отже, $\tau_{зр} < [\tau].$

3. Провушина вилки (поз.3)

Напруження що виникають при зминанні провущини:

$$\sigma_{зм} = \frac{P}{F_{зм}} = \frac{6107}{0,01 \times 0,016} = \frac{6107}{0,00016} = 38,15 \text{ МПа}.$$

Допустимі напруження зминання $[\sigma_{зм}] = 160 \text{ Мпа}$, отже, $\sigma_{зм} < [\sigma_{зм}].$

4. Важіль (поз.7). Напруження згину важеля в найбільш напруженій точці:

$$\sigma_{зм} = \frac{M}{W};$$

$$W = \frac{I}{y} = \left(\frac{B \cdot h^3}{12} - \frac{B \cdot h_1^3}{12} \right) \cdot \frac{1}{y} = \frac{B}{12} \cdot (h^3 - h_1^3) = \frac{3.2}{12} \cdot (4^2 - 1.6^2) \approx 15.9 \text{ см}^4; y=2 \text{ см}.$$

Тоді: $W = \frac{15.9}{2} = 7.95 \text{ см}^3.$

$$M = P \cdot l = 6107 \text{ Н};$$

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{6107}{7.92} = 7.67 \text{ МПа}.$$

Допустиме напруження: $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$. Як бачимо, $\sigma < [\sigma]$.

2.2.3 Коефіцієнт уніфікації

Коефіцієнт уніфікації визначаємо за формулою:

$$K = \frac{\sum_{заг} - \sum_o}{\sum_{заг}} \cdot 100\%,$$

де $\sum_{заг} = 39$ – загальна кількість назв типорозмірів складових частин пристрою;

$\sum_o = 29$ – кількість назв типорозмірів оригінальних деталей.

Тоді: $K = \frac{39 - 29}{39} \cdot 100\% = 25.6\%.$

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

2.3 Пристрій для контролю торцевого биття

2.3.1 Призначення та технічна характеристика контрольного пристрою

Пристрій контрольний призначений для перевірки технічної вимоги, яку визначає робоче креслення деталі, корпус СК 1192.23.00.00.01 – торцеве биття канавки (пов. 21) $\varnothing 79H10^{(+0,120)}$ відносно осі (Д–Д) отвору $\varnothing 63H8^{(+0,050)}$ (пов.7), яке становить не більше 0,1 мм.

Опис та обґрунтування конструкції контрольного пристрою

Для перевірки вимоги робочого креслення деталі корпус СК 1192.23.00.00.01 – торцеве биття канавки (пов. 21) $\varnothing 79H10^{(+0,120)}$ відносно осі (Д–Д) отвору $\varnothing 63H8^{(+0,050)}$ (пов.7), яке становить не більше 0,1 мм спроектовано спеціальний пристрій, який дозволяє візуально контролювати необхідне відхилення з точністю до 0,01 мм за допомогою індикатора годинникового типу.

В загальному випадку ця вимога справедлива так як отвір $\varnothing 63H8^{(+0,050)}$ (пов.7), та канавка (пов. 21) $\varnothing 79H10^{(+0,120)}$ обробляються на різних операціях, тобто присутня переустановка деталі, а вісь (Д–Д) є спільною для обох цих поверхонь.

Пристрій для контролю складається з оправки (поз. 1) з гіропластом причому оправка виготовлена з невеликою конусністю, що дозволяє легко впресувати її в отвір. Індикатор (поз.8) кріпиться до кронштейна який виходить з втулки (поз.2). Втулка (поз. 2) встановлюється на оправці з базуванням в осьовому напрямку по її торцю. Встановивши індикатор (поз. 8) на кронштейн фіксуємо його положення гвинтом (поз. 7). Корпус (поз. 3) в який вставляється індикатор кріпиться до кронштейна гвинтом (поз. 6). Ніжка індикатора впирається на ніжку корпуса (поз. 5). Плавність роботи цієї пари забезпечується за допомогою пружини (поз. 4). Встановивши індикатор на втулку, а втулку на оправку, обертають її навколо осі оправки, та знімають покази індикатора.

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

2.3.2 Розрахунок пристрою на точність

Розрахунок контрольного пристрою на точність зводиться до визначення сумарної похибки вимірювання $\Delta_{вим}$, яку співставляють з допуском T не параметр точності що перевіряється.

Сумарну похибку вимірювання визначаємо за формулою:

$$\Delta_{вим} = 1,2 \cdot \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2 + \Delta_{з.г}^2 + \Delta_e^2 + \Delta_M^2},$$

де ε_0 – похибка базування, мм; $\varepsilon_0 = 0$ – (так використання гідропласту дозволяє центрувати розтискну оправку пристрою по осі деталі);

ε_3 – похибка закріплення ([1], стор. 75, табл. 10);

$\Delta_{з.г} = 0,002\text{мм}$ – похибка засобу вимірювання (використовується індикатор годинникового типу з ціною поділки 0,002мм) ([5], ст. 466, табл. 6);

$\Delta_{з.г} = 0,005\text{мм}$ – похибка виготовлення еталону для настроювання приладу;

Δ_M – виникає в результаті того, що втулка на якій кріпиться кронштейн індикатора повинен обертатися навколо оправки. В результаті посадка втулки на оправку є рухомою і у з'єднанні є зазор, який в свою чергу може викликати перекося втулки відносно оправки і відповідно кронштейна індикатора. Коливання індикатора викликати похибку вимірювання.

Посадку втулки на оправку вибираю H6/h5 згідно ([34], стор. 95, табл. 27), для якої $S_{\max} = 27\text{мкм}$.

Тоді,

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S_{\max}}{h_{\text{втулки}}},$$

де $h_{\text{втулки}} = 50\text{мм}$ – висота втулки (див. графічну частину);

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S_{\max}}{h_{\text{втулки}}} = \frac{0,027}{50} = 0,00054, \text{ відповідно } \alpha = 0,00377^\circ.$$

Таким чином, похибка $\Delta_M = L \cdot \sin \alpha$,

де $L = 30\text{мм}$ (див. графічну частину);

Тоді,

$$\Delta_M = 30 \cdot \sin 0,00377 = 0,002\text{мм}.$$

Визначаємо $\Delta_{вим}$:

$$\Delta_{вим} = 1,2 \cdot \sqrt{0^2 + 0^2 + 0,002^2 + 0^2 + 0,002^2} = 0,003\text{мм},$$

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

як бачимо $\Delta_{\text{вим}} < T(0,003 < 0,1)$.

Отже, прилад можна використовувати для контролю.

2.3.3 Розрахунок рівня уніфікації пристрою

Коефіцієнт уніфікації визначаємо за формулою:

$$K = \frac{\sum_{\text{заг}} - \sum_o}{\sum_{\text{заг}}} \cdot 100\%,$$

де $\sum_{\text{заг}} = 9$ – загальна кількість назв типорозмірів складових частин пристрою;

$\sum_o = 4$ – кількість назв типорозмірів оригінальних деталей.

Тоді,

$$K = \frac{9-4}{9} \cdot 100\% = 55,5\%.$$

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

3 Імітаційне моделювання роботи притискної ланки фрезерного пристрою

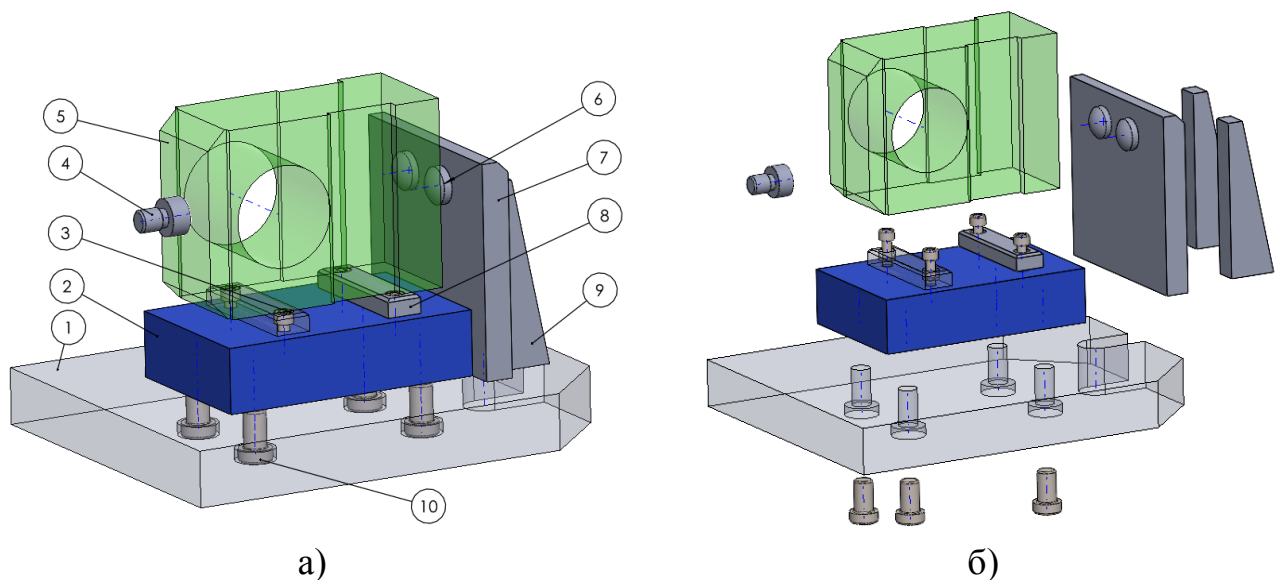
У сучасному машинобудуванні більшість розрахунково-конструкторських робіт виконують за допомогою цифрових інженерних систем, що використовують чисельні методи аналізу, зокрема метод скінченних елементів. Одним із програмних комплексів, який поєднує засоби 3D-моделювання та інженерної перевірки конструкцій, є SolidWorks Simulation. Цей модуль дозволяє проводити широкий спектр досліджень – від статичного та динамічного аналізу до теплових і частотних розрахунків, що дає змогу оцінити поведінку виробу під різними робочими умовами.

Програмне середовище забезпечує інженера всім необхідним для відтворення реальних експлуатаційних ситуацій: накладання різнорідних навантажень, моделювання температурних впливів, визначення зон контакту та задання відповідних обмежувальних умов. Такий підхід дає можливість оперативно виявляти потенційно небезпечні ділянки конструкції, змінювати параметри геометрії, оптимізувати вибір матеріалу та зменшувати масу деталі без погіршення її міцнісних характеристик.

Завдяки розвиненим інструментам візуалізації результати розрахунків подаються у вигляді наочних карт напружень, деформацій і переміщень, що полегшує технічний аналіз і сприяє обґрунтованому прийняттю конструкторських рішень. Використання SolidWorks Simulation у процесі проєктування значно скорочує загальний цикл розробки, підвищує надійність майбутнього обладнання та зменшує потребу у виготовленні дорогих фізичних прототипів.

Для дослідження побудовано тривимірну модель притискного пристрою, яка зображена на рисунку 3.1.

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		



а) – модель у зібраному виді; б) – модель у рознесеному виді
 1 – основа; 2 – пластина; 3 – гвинт; 4 – притискач; 5 – деталь; 6 – опора;
 7 – пластина опорна; 8 – планка; 9 – ребро жорсткості; 10 – гвинт

Рисунок 3.1 – Тривимірна модель досліджуваного пристрою

На рисунку 3.2 показано розрахункову схему пристрою:

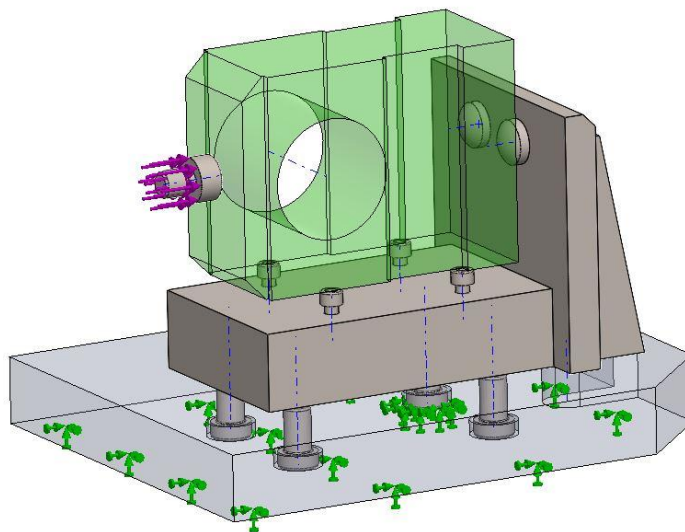


Рисунок 3.2 – Розрахункова схема пристрою

Згідно цієї схеми до притискача 4 прикладено навантаження величиною 11000 Н, основу обмежено знизу. При дослідженні вилучено з моделі планки 8. Також враховано взаємодію деталей пристрою.

На рисунку 3.3 подано сітку скінченних елементів. Всі елементи є тетраєдрами.

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

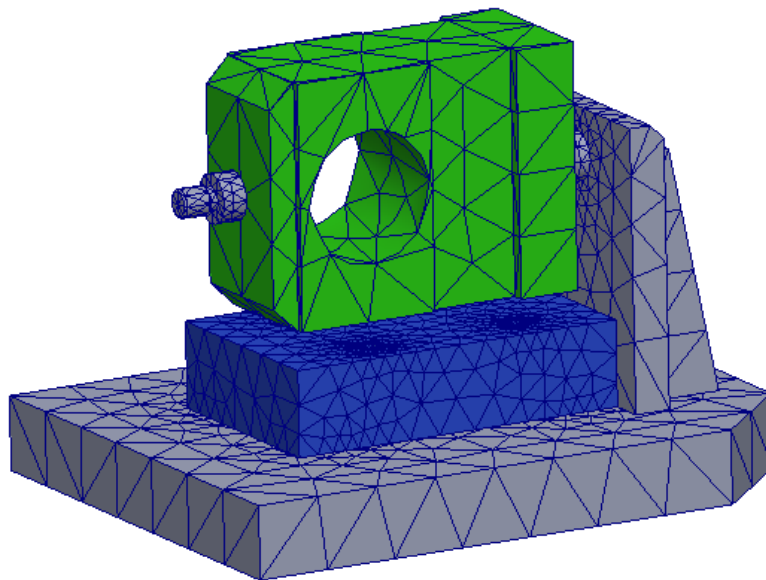


Рисунок 3.3 – Сітка скінченних елементів

Для деталей пристрою призначено матеріали з такими властивостями:

- модуль Юнга $2 \cdot 10^{11}$ Па;
- коефіцієнт Пуассона 0,28.

На рисунках, які подані нижче, наведено результати моделювання.

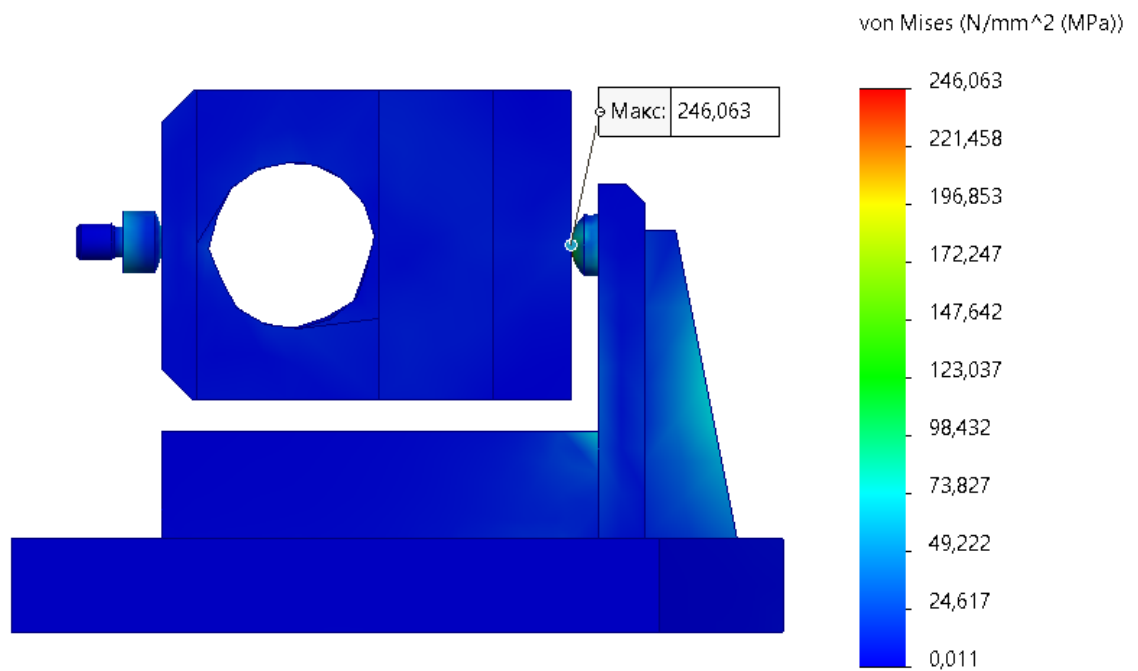


Рисунок 3.4 – Еквівалентні напруження

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Максимальне значення еквівалентних напружень за критерієм Мізеса, отримане в результаті моделювання, становить 246 МПа. Це значення є суттєво меншим за межу текучості матеріалу 620 МПа, що свідчить про роботу конструкції у пружній області без ризику виникнення пластичних деформацій. Коефіцієнт запасу міцності становить:

$$K=620/246\approx 2.52$$

Такий запас вважається достатнім для більшості стаціонарних навантажувальних режимів.

Зона максимальних напружень локалізована у місці кріплення вузла, що відповідає очікуваному концентратору напружень. Геометрія конструкції не створює критичних локальних піків – напруження плавно розподілені по елементах. Відсутність перевищень межі текучості вказує на правильний вибір матеріалу та достатню жорсткість опорних елементів.

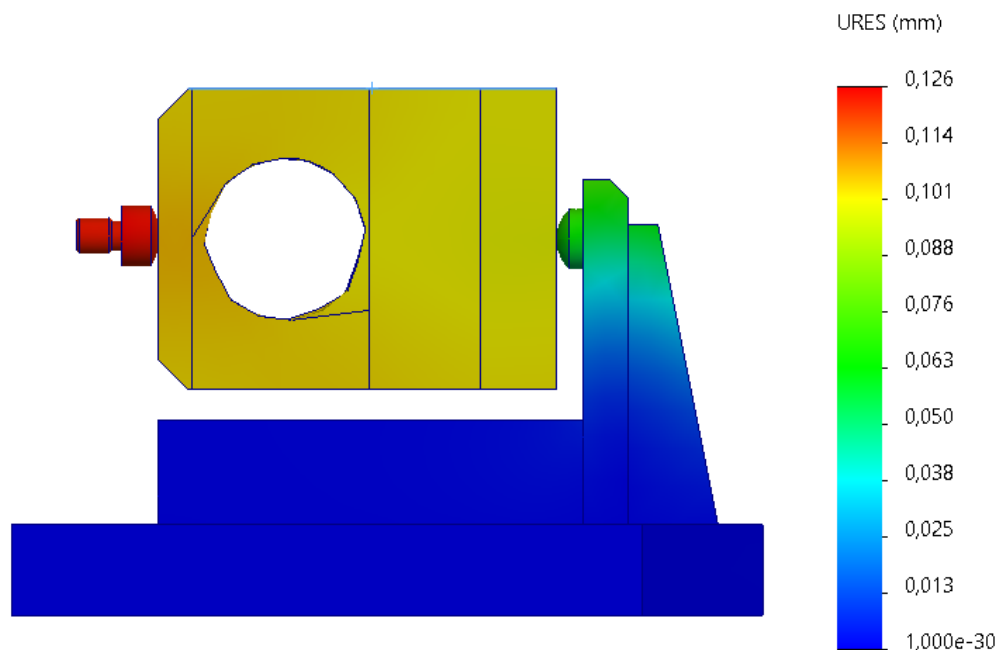


Рисунок 3.5 – Переміщення

Максимальне лінійне переміщення конструкції становить приблизно 0,126 мм, що видно за шкалою кольорів та локалізацією червоної ділянки. Найбільші деформації зосереджені у фронтальній частині вузла, яка зазнає навантаження, тоді як опорні елементи та основа практично не зміщуються — їхні переміщення знаходяться на рівні близькому до нуля.

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Невелика величина максимального переміщення свідчить про достатню жорсткість конструкції та стабільність форми під дією навантаження. Деформація є рівномірною, без різких локальних піків, що вказує на правильне накладення граничних умов та відсутність критичних геометричних ослаблень. Загальний характер переміщень підтверджує, що конструкція працює у пружній області і має добрий запас жорсткості.

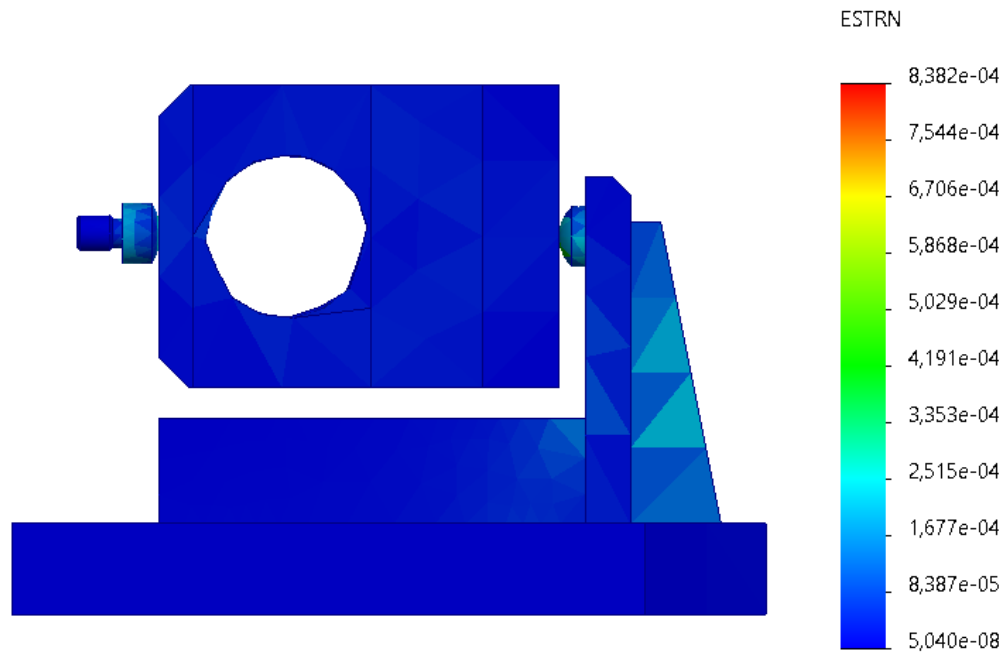


Рисунок 3.6 – Деформація

Отримані результати показують, що максимальні значення відносних деформацій становлять приблизно $8,38 \times 10^{-4}$, що є дуже малими величинами для металевих конструкцій. Основні деформації зосереджені у зоні опорного елемента та кріплення, де виникає концентрація напружень, тоді як більша частина корпусу має рівномірно низький рівень деформацій.

Низькі значення поля деформацій свідчать про високу жорсткість конструкції та відсутність небезпечних локальних розтягувань або стискань. Деформаційна картина є стабільною та не має різких перепадів, що підтверджує коректність побудови сітки скінченних елементів і адекватне моделювання граничних умов.

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

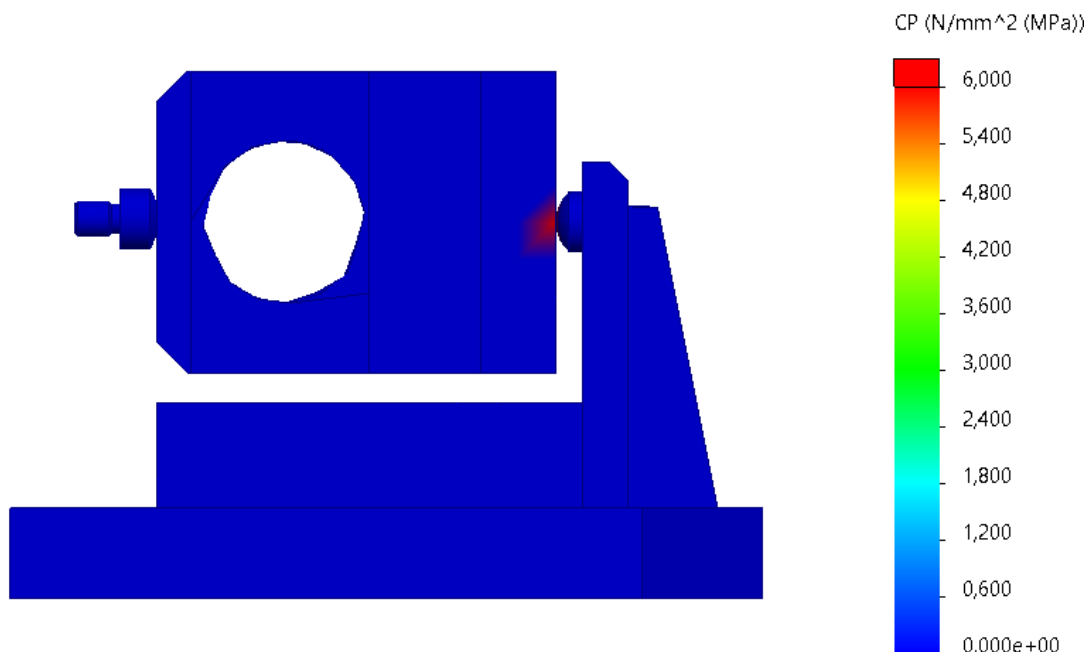


Рисунок 3.7 – Контактний тиск

Висновок.

У ході чисельного аналізу вузла було виконано розрахунок напружено-деформованого стану з використанням методу скінченних елементів. Отримані результати свідчать, що конструкція працює у безпечному режимі та має достатній запас міцності і жорсткості.

Статичний аналіз показав, що максимальні еквівалентні напруження за Мізесом становлять 246 МПа, що майже у 2,5 раза менше за межу текучості матеріалу (620 МПа). Це підтверджує відсутність ризику пластичного деформування та адекватність вибору матеріалу і конструктивного виконання. Розподіл напружень рівномірний, а їх концентратори локалізовані у природних зонах навантаження, без критичних піків.

Аналіз переміщень показав, що максимальна величина зміщення не перевищує 0,126 мм, що вказує на високу жорсткість системи та стабільність її форми під робочим навантаженням. Жодних ознак надмірних прогинів або деформацій, здатних вплинути на точність чи працездатність вузла, не виявлено.

Розрахунок відносних деформацій підтвердив, що всі елементи конструкції працюють у пружній області. Максимальні деформації становлять $\approx 8,4 \times 10^{-4}$, що є

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

дуже малими значеннями і повністю узгоджується з отриманими напруженнями та переміщеннями.

Отже, комплексний аналіз дозволяє зробити висновок, що модельована конструкція є надійною, міцною та достатньо жорсткою при заданих умовах навантаження. Конструкція не потребує підсилення або зміни геометрії. За потреби оптимізації можливе незначне зменшення маси окремих елементів, зберігаючи коефіцієнт запасу в межах нормативних значень.

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Висновки

Метою магістерської роботи є покращення заводського технологічного процесу виготовлення корпусу СК 1192.23.00.00.01 із застосуванням більш ефективного обладнання, швидкодіючих пристроїв з пневмоприводом та прогресивних ріжучих інструментів, що більш точно відповідатимуть типу виробництва.

Магістерська робота відповідно складається з пояснювальної записки, графічної частини та додатків.

Пояснювальна записка містить три розділи:

- 1 Технологічну частину;
- 2 Конструкторську частину;
- 3 Імітаційне моделювання роботи притискної ланки пристрою.

В технологічній частині проведено аналіз креслення деталі, базової технології виготовлення деталі, на основі якого і розроблено альтернативний проектний маршрут виготовлення корпусу (вибрано спосіб отримання заготовки, назначено припуски, розраховано режими різання та норми часу).

В конструкторській частині описано конструкції двох верстатних пристроїв та одного контрольного, а також наведено розрахунки що підтверджують їх працездатність.

В третьому розділі змодельовано роботу притискної ланки фрезерного пристрою, що підтвердило його працездатність.

Графічна частина 7-м аркушів А1, на котрих зображено схеми до карти налагодження (1арк. А1), схеми до аналізу точності (1 арк. А1), складальні креслення фрезерного, розточного та контрольного пристроїв (3 арк. ф. А1), схеми до моделювання роботи притискної ланки (2 арк. А1).

В додатках приведена технічна документація проектного маршруту виготовлення деталі та специфікації верстатних пристроїв.

Впровадження проектного маршруту виготовлення корпусу СК 1192.23.00.00.01 дозволить зменшити собівартість виготовлення деталей.

					МП.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Перелік використаних джерел

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - М.: Высшая школа, 1983г.
2. Справочник технолога-машиностроителя. Под ред. Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К. - М.: Машиностроение, 1972г., т.1.
3. Справочник технолога-машиностроителя. Под ред. Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К. - М.: Машиностроение, 1972г., т.2.
4. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно–заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. Изд. 2–е. М.: Машиностроение, 1974г.
5. Справочник технолога-машиностроителя. Под ред. Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К. - М.: Машиностроение, 1985г., т.2.
6. Горбатюк Є.О., Мазур М.П., Зенкін А.С., Каразей В.Д. Технологія машинобудування: Навчальний посібник – Львів: «Новий Світ-2000», 2009. –358 с.
7. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений М.: Машиностроение 1983г.
8. Руденко П. О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. / П. О. Руденко . — К. : Вища школа, 1993. — 414 с.
9. Справочник технолога-машиностроителя. Под ред. Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К. — М.: Машиностроение, 1985г., т.1.
10. Руденко П.А., Харламов Ю.А., Плескач В.М. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. – К.: Вища школа, 1991г.
11. Паливода Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки: навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

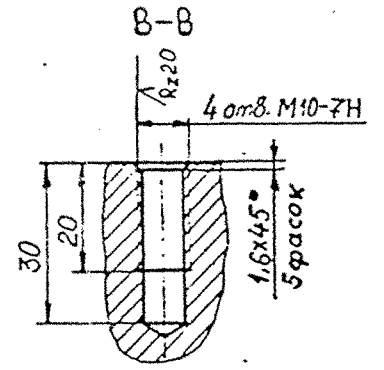
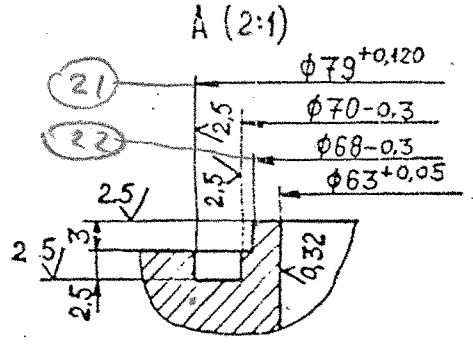
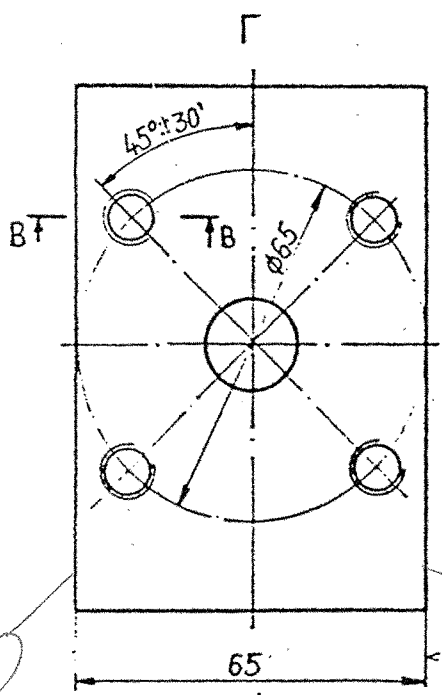
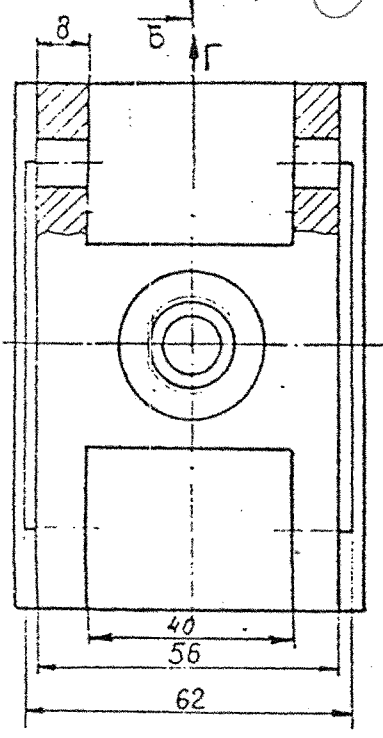
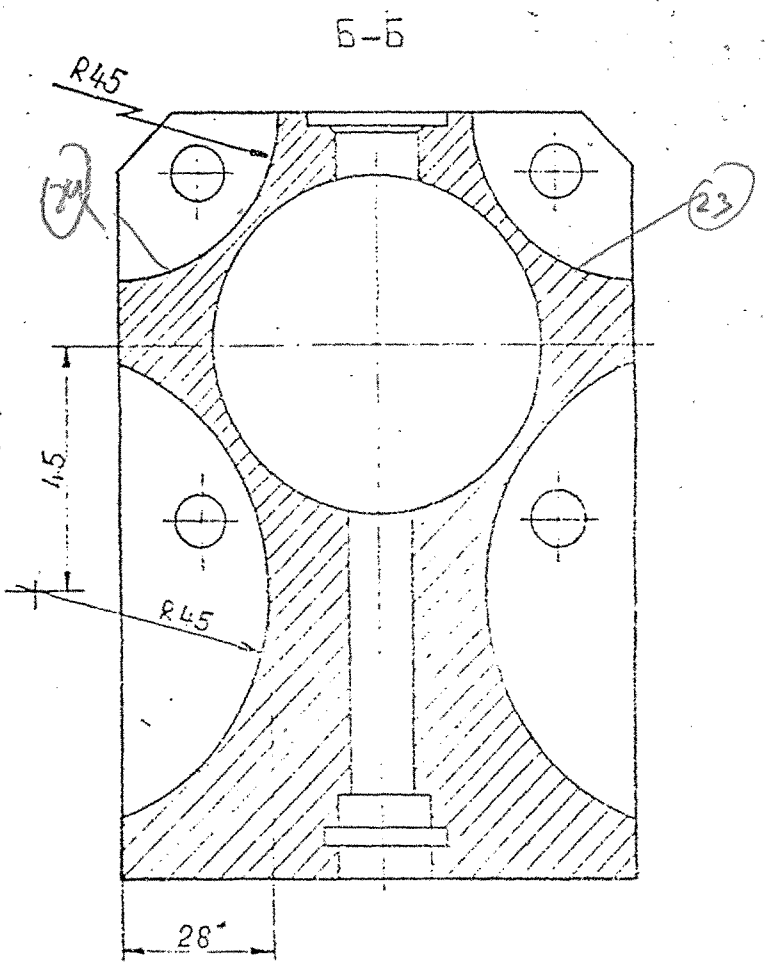
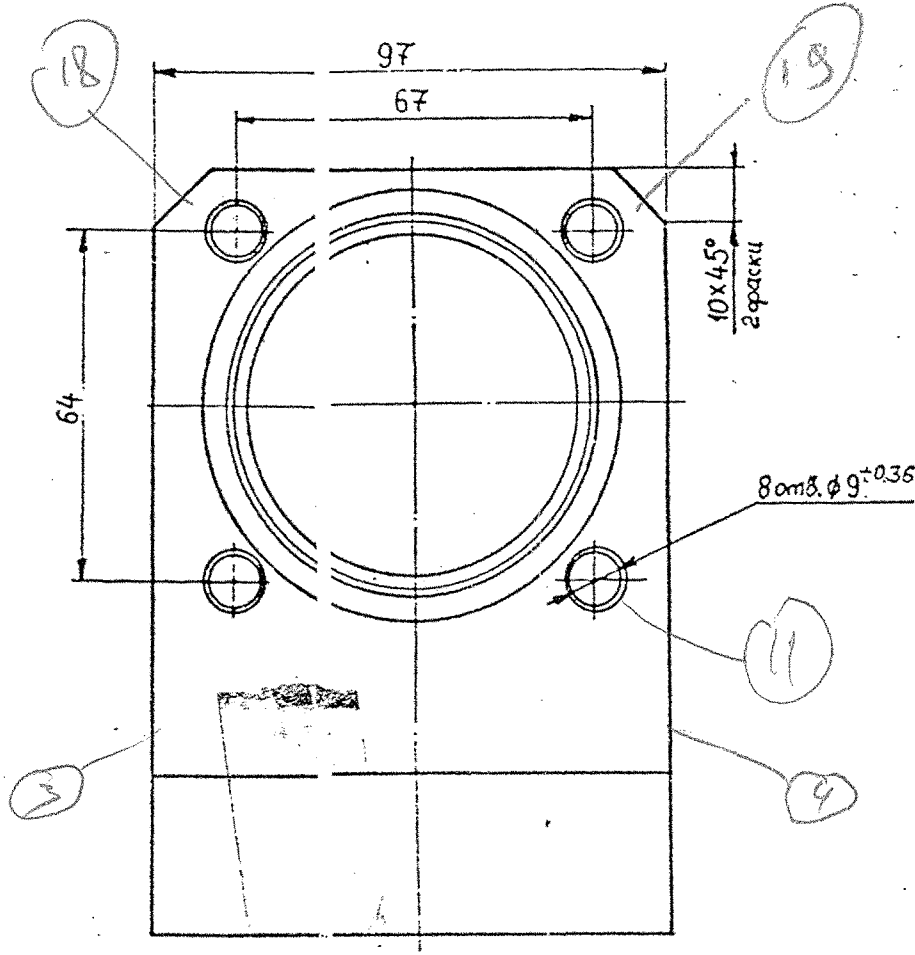
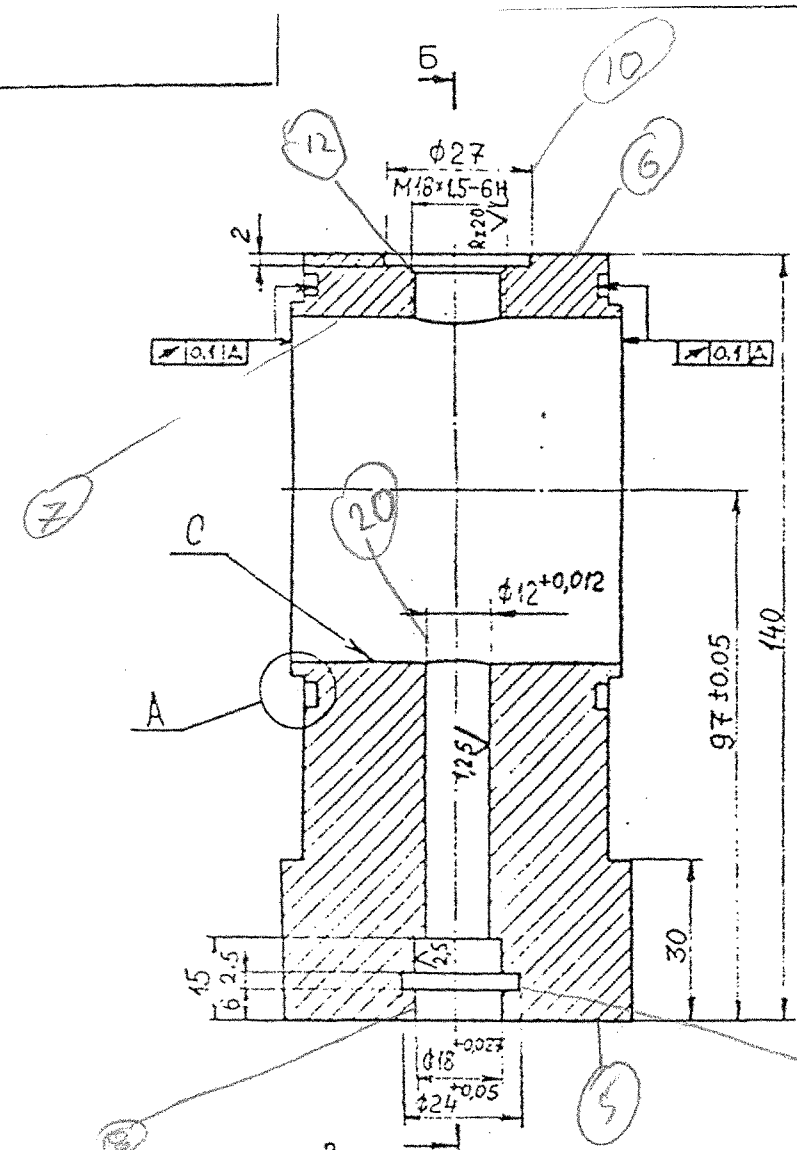
12. Панчук В.Г., Карпик Р.Т., Пітулей Л.Д., Лукань Т.В., Панчук А.Г. Магістерська робота: методичні вказівки.- Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2018.- 35 с.
13. Карпик Р. Т. Технологічна оснастка. Методичні вказівки / Р. Т. Карпик, Б. Д. Сторож. – Івано-Франківськ: Факел, 2010. – 80 с.
14. Основи технології виробництва машин: навчальний посібник / Г. П. Кремнев, В. М. Колеснік, Ф. В. Новіков, В. О. Жовтобрюх. Дніпро : ЛІРА, 2022. - 136 с.
15. Обработка металлов резанием: Справочник технолога под ред. Панова А.А.– М.: Машиностроение, 1988г.
16. Проектування технологічних процесів. Частина1. Оброблення деталей - тіл обертання. [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізацій «Технології машинобудування» та «Технології виготовлення літальних апаратів» / Біланенко В.Г., Приходько В.П., Мельник О.О.; КПП ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: pdf - 12,8 Мбайт). Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 232 с.
17. М.А. Ансеров „Приспособления для металлорежущих станков”– М.: Машиностроение, 1987.
18. <https://www.secotools.com/>.

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					МР.ПМК-015.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Rz 40,1
V(1)



1. H14, h14, ± JT14/2
- 2* Розмір для довідок
3. Поверхню С хромувати X18 тб.

СК 1132.23.00.07.01			
Мов. Лист	№ докум.	Позн.	Лист
Разраб.	Борисенко	Лист	1/1
Пров.	Забайкин	Лист	1/1
Т. контр.	Сабайкин	Лист	1/1
Н. контр.	Чирюков	Лист	1/1
Утв. контр.	Шопалов	Лист	1/1
Корпус			
Сталь 30S21 ГОСТ 535-86 63 K33 T3			

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	№док.	Підпис	Дата

--	--	--

І Ф Н Т У Н Г	ПМКм-24-1	
Корпус СК – 1192.23.00.00.01		

«Затверджую»

Зав.каф. КМВ

Панчук В.Г.

**КОМПЛЕКТ
технологічної
документації**

Технологічний процес
механічної обробки
Корпус СК – 1192.23.00.00.01

Розробив: Куцела Р.В.

Перевінив : Лукань Т.В.

Акт № ____ від «____» _____ 2025_р

[illegible]

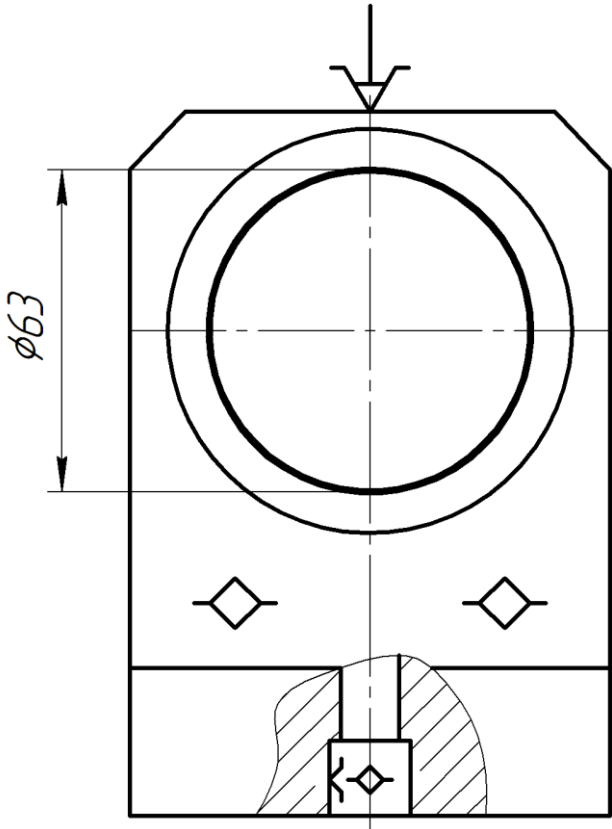
Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	Нодок.	Підпис	Дата

				045
--	--	--	--	-----

Розробив	Куцела			І Ф Н Т У Н Г	ПМКм-24-1	76018.20240.01393
Перевірів	Лукань					

				Корпус СК 1192.23.00.00.01			Н		
Н. контр.	Лукань								



Формат	Зона	Поз.	Позначення					Назва					Кільк	Примітка		
								Документація								
			МР.ПМК-015.03.00.000 СК					Складальне креслення								
								Деталі								
		1	МР.ПМК-015.03.00.001					Плита					1			
		2	МР.ПМК-015.03.00.002					Плита					1			
		3	МР.ПМК-015.03.00.003					Опора					1			
		4	МР.ПМК-015.03.00.004					Втулка					1			
		5	МР.ПМК-015.03.00.005					Центровик					1			
		6	МР.ПМК-015.03.00.006					Шток					1			
		7	МР.ПМК-015.03.00.007					Поршень					1			
		8	МР.ПМК-015.03.00.008					Циліндр					1			
								Стандартні вироби								
		9						Шпонка 7031-0653								
								ГОСТ 14739-80					1			
		10						Гвинт М16-8g×20.88								
								ГОСТ 11739-84					4			
		11						Шайба 1665Г								
								ГОСТ 6402-70					4			
		12						Шпилька М12-8g×80								
								ГОСТ 22034-76					4			
		13						Гайка М12×1,5 – 7H.5								
								ГОСТ 5916-70					4			
							МР.ПМК-015.03.00.000 ПЗ									
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис			Дата	Пристрій фрезерний					Літ		Аркуш	Аркушів	
Розроб.	Куцела											н	1	2		
Перевір.	Лукань											ІФНТУНГ ПМКм-24-1				
Реценз.																
Н.контр.	Лукань															
Затв.	Панчук															

[illegible]

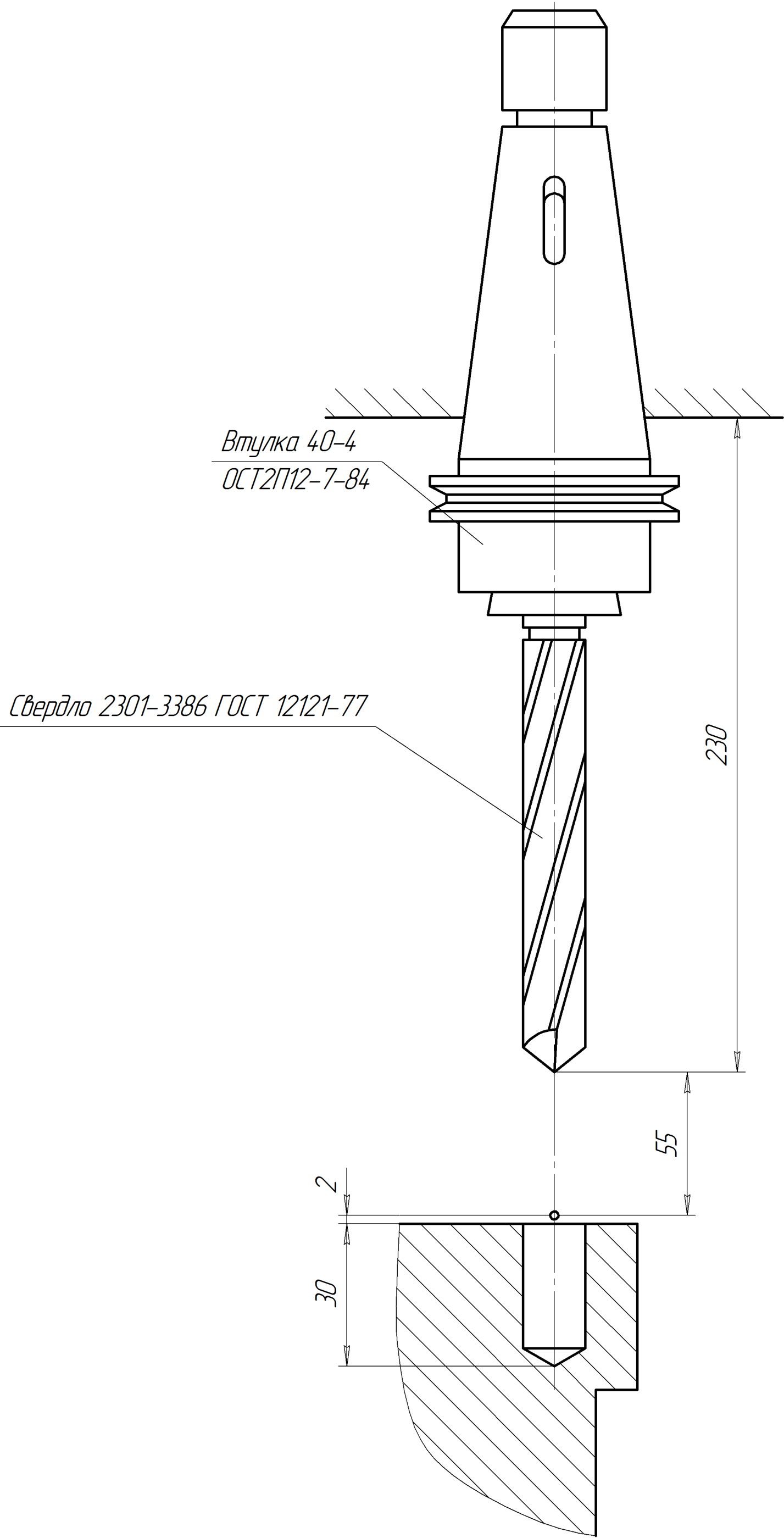
Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк	Примітка
				<u>Документація</u>		
			МР.ПМК-015.04.00.000 СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1	МР.ПМК-015.04.00.001	Плита	1	
		2	МР.ПМК-015.04.00.002	Стійка	1	
		3	МР.ПМК-015.04.00.003	Вилка	1	
		4	МР.ПМК-015.04.00.004	Втулка	1	
		5	МР.ПМК-015.04.00.005	П'ята	2	
		6	МР.ПМК-015.04.00.006	Шайба спеціальна	1	
		7	МР.ПМК-015.04.00.007	Важіль	1	
		8	МР.ПМК-015.04.00.008	Опора	1	
		9	МР.ПМК-015.04.00.009	Шток	1	
		10	МР.ПМК-015.04.00.010	Втулка	1	
		11	МР.ПМК-015.04.00.011	Кришка	1	
		12	МР.ПМК-015.04.00.012	Циліндр	1	
		13	МР.ПМК-015.04.00.013	Поршень	1	
		14	МР.ПМК-015.04.00.014	Втулка	1	
		15	МР.ПМК-015.04.00.015	Центровик	1	
		16	МР.ПМК-015.04.00.016	Пластина опорна	2	
		17	МР.ПМК-015.04.00.017	Установ	1	
		18	МР.ПМК-015.04.00.018	Рукоятка	1	
		19	МР.ПМК-015.04.00.019	Кронштейн	1	
		20	МР.ПМК-015.04.00.020	Вісь	1	
		21	МР.ПМК-015.04.00.021	Кронштейн	1	
		22	МР.ПМК-015.04.00.022	Ексцентрик	2	
				МР.ПМК-015.04.00.000 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Пристрій розточний	
Розроб.	Куцела					
Перевір.	Лукань					
Реценз.						
Н.контр.	Лукань					
Затв.	Панчук				ІФНТУНГ ПМКм-24-1	
					Літ	Аркуш
					н	1
						3

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк	Примітка
		23	МР.ПМК-015.04.00.023	Ніпель	4	
		24	МР.ПМК-015.04.00.024	Гайка	4	
		25	МР.ПМК-015.04.00.025	Штуцер	3	
		26	МР.ПМК-015.04.00.026	Штуцер	1	
		27	МР.ПМК-015.04.00.027	Штуцер кутовий	1	
		28	МР.ПМК-015.04.00.028	Планка	1	
		29	МР.ПМК-015.04.00.029	Заглушка	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		30		Вісь 13 – 16 f 9×60		
				Ст.40Х ГОСТ 9650-71	1	
		31		Гайка М10-7Н.5		
				ГОСТ 5915-70	1	
		32		Гайка М12-7Н.5		
				ГОСТ 5915-70	1	
		33		Гайка М16×1,5 – 7Н.5		
				ГОСТ 5916-70	1	
		34		Гвинт М6-8g×20.58		
				ГОСТ 1491-80	12	
		35		Гвинт М16-8g×20.88		
				ГОСТ 11739-84	1	
				Кільця ГОСТ 9833-73		
		36		015-020-25-2-4	2	
		37		020-028-36-2-4	1	
		38		112-120-46-2-4	3	
				120-128-46-2-4	1	
		39		Пневморозподільник		
				08-12 ГОСТ 18467-73	1	
				МР.ПМК-015.04.00.000 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		
					Арк.	
					2	

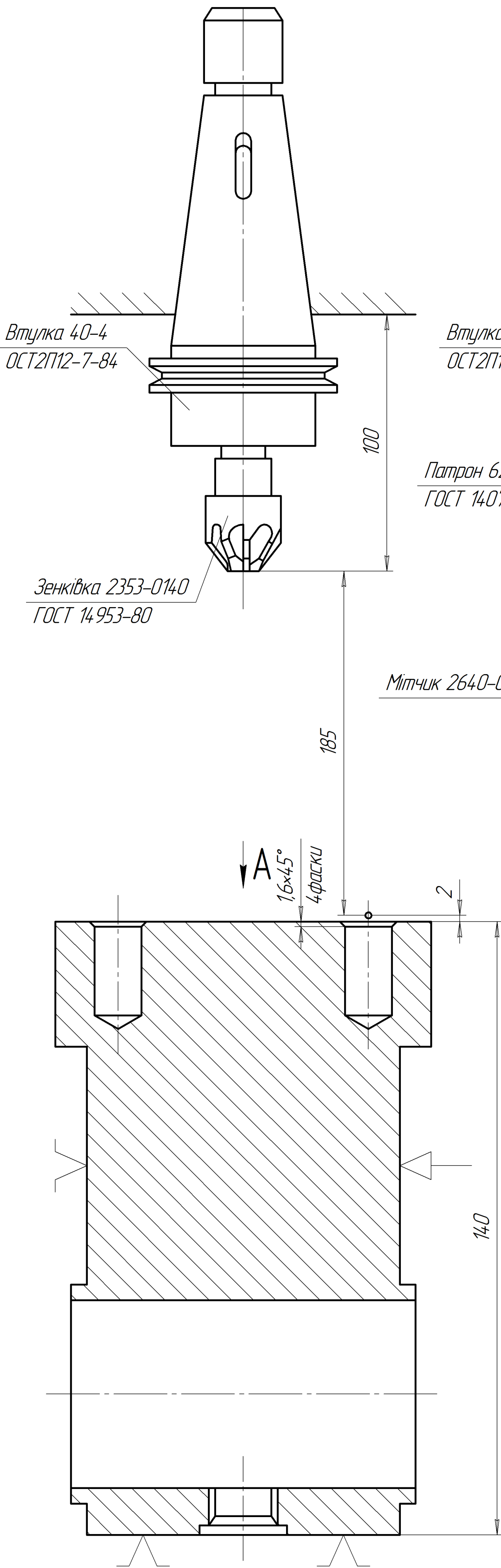
[illegible]

[illegible]

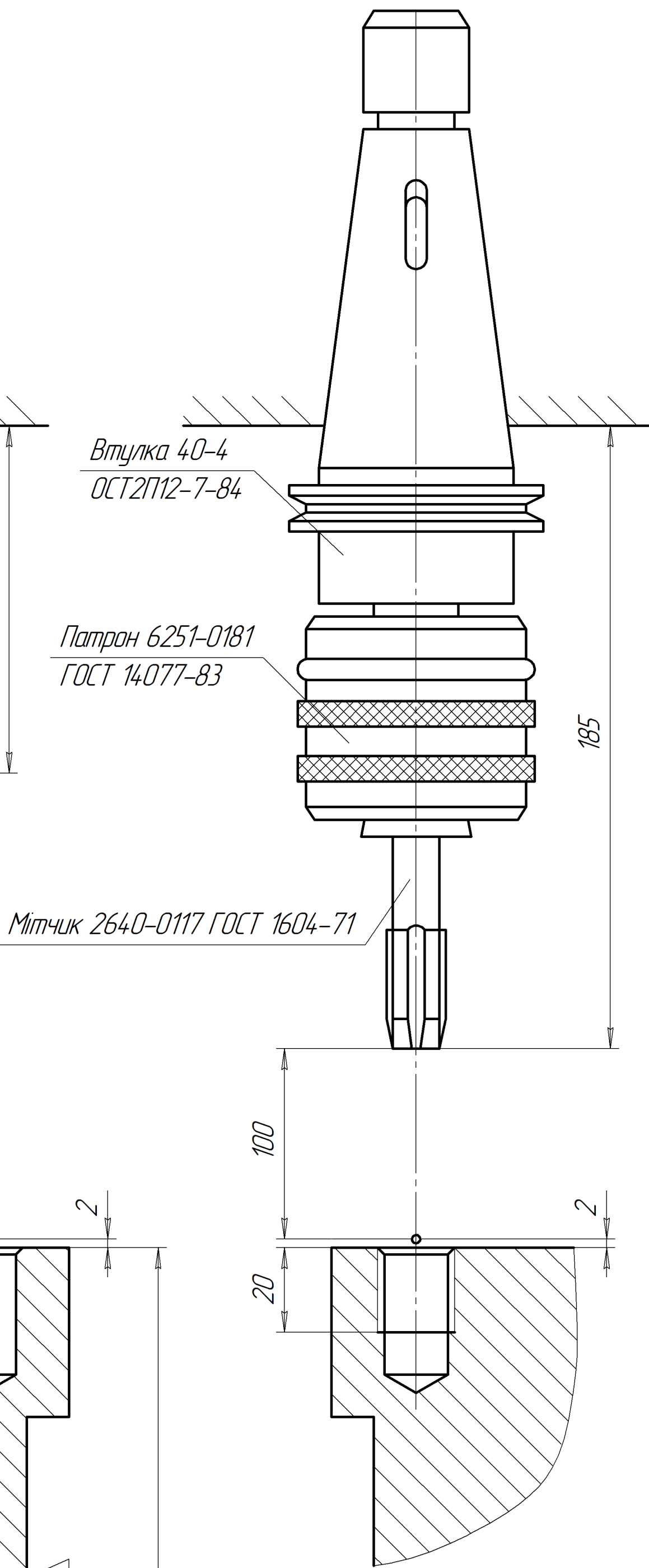
Інструмент №1



Інструмент №2

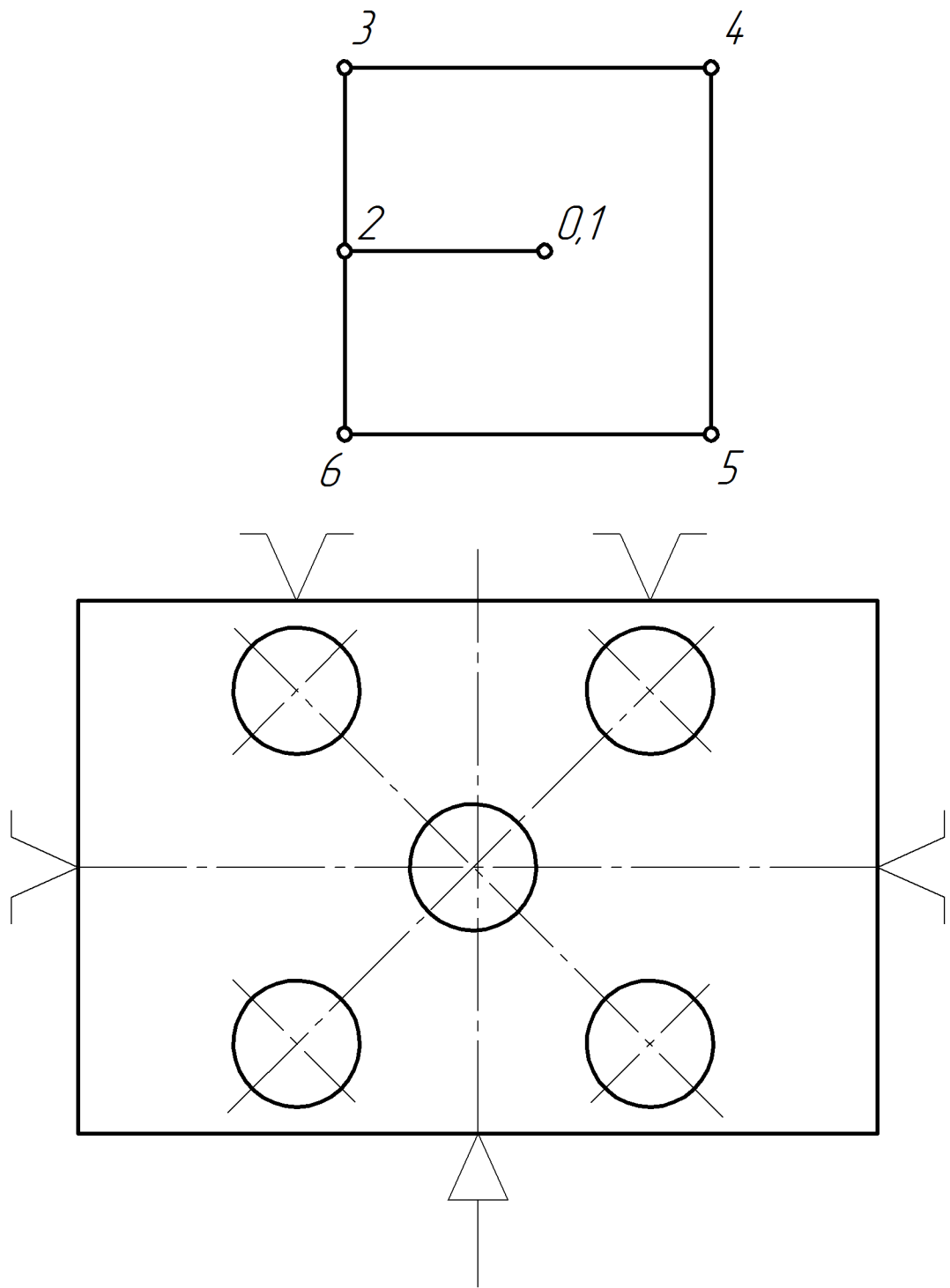


Інструмент №3



Деталь корпус СК1192.23.00.00.01	Операція 055 Вертикально- свердильна з ЧПК	Верстат Euromet FW33 NC	Система ЧПК "Siemens"	
Геометрична інформація				
№опорної точки	x, мм	y, мм		
1	22,98	-22,98		
2	-22,98	-22,98		
3	-22,98	22,98		
4	22,98	22,98		
Технологічна інформація				
№інструмента	S ₀ , мм/об	S _{хв} , мм/хв	V, м/хв	n, хв ⁻¹
1	0,23	250	31,1	1100
2	0,26	200	34,3	780
3	1,5	600	12,6	400

Циклограма переміщення



				МР.ПМК-015.01.00.000 CX				
Зм. Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата	Карта налагоджень на операцію 055		Лит.	Маса	Масштаб
Разроб.	Кицелю					Н		
Перед.	Лукань							
Т.контр.	Лукань							
Реценз.								
Н.контр.	Лукань					Аркциш 1	Аркциш 6	
Затв.	Панцик					ІФНТУНГ ПМКМ-24-1		

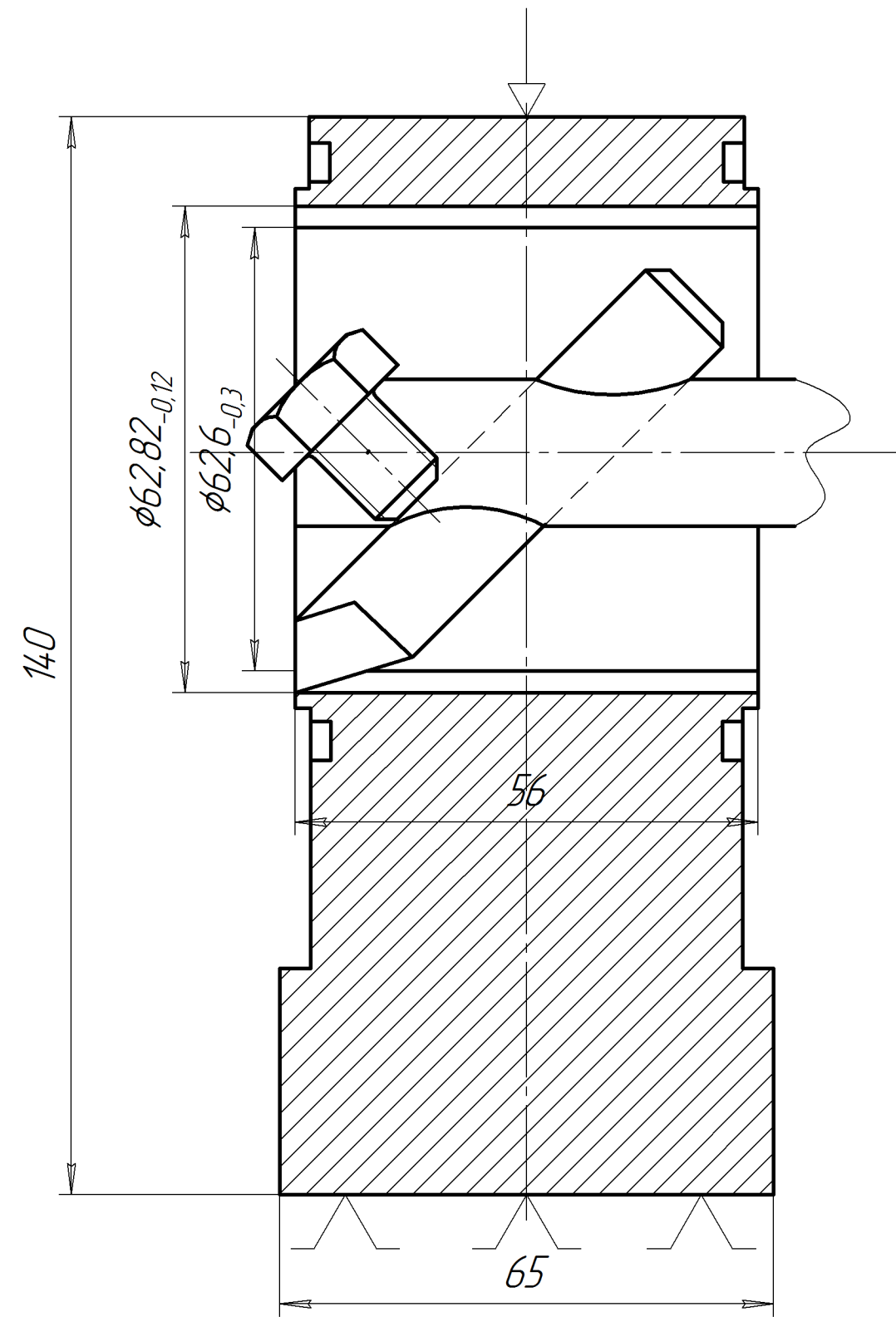


Рисунок 1 – Ескіз обробки

Верстат горизонтально – розточний
моделі 2М614: оправка розточна консольна
з кріпленням різця під кутом 45°; режим
різання: $V=198$ м/хв, $S=0,3$ мм/об.

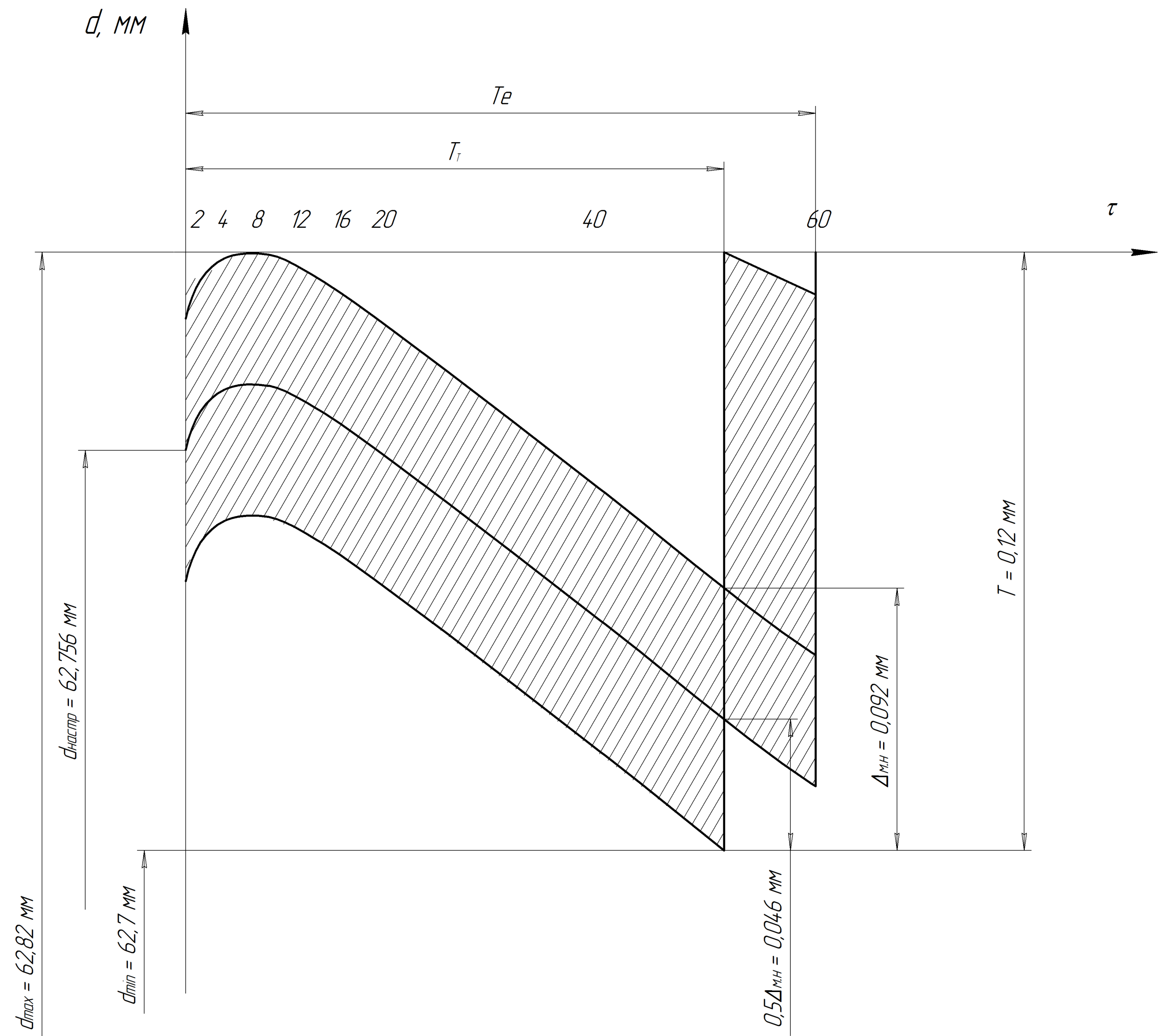


Рисунок 3 – Теоретична діаграма точності

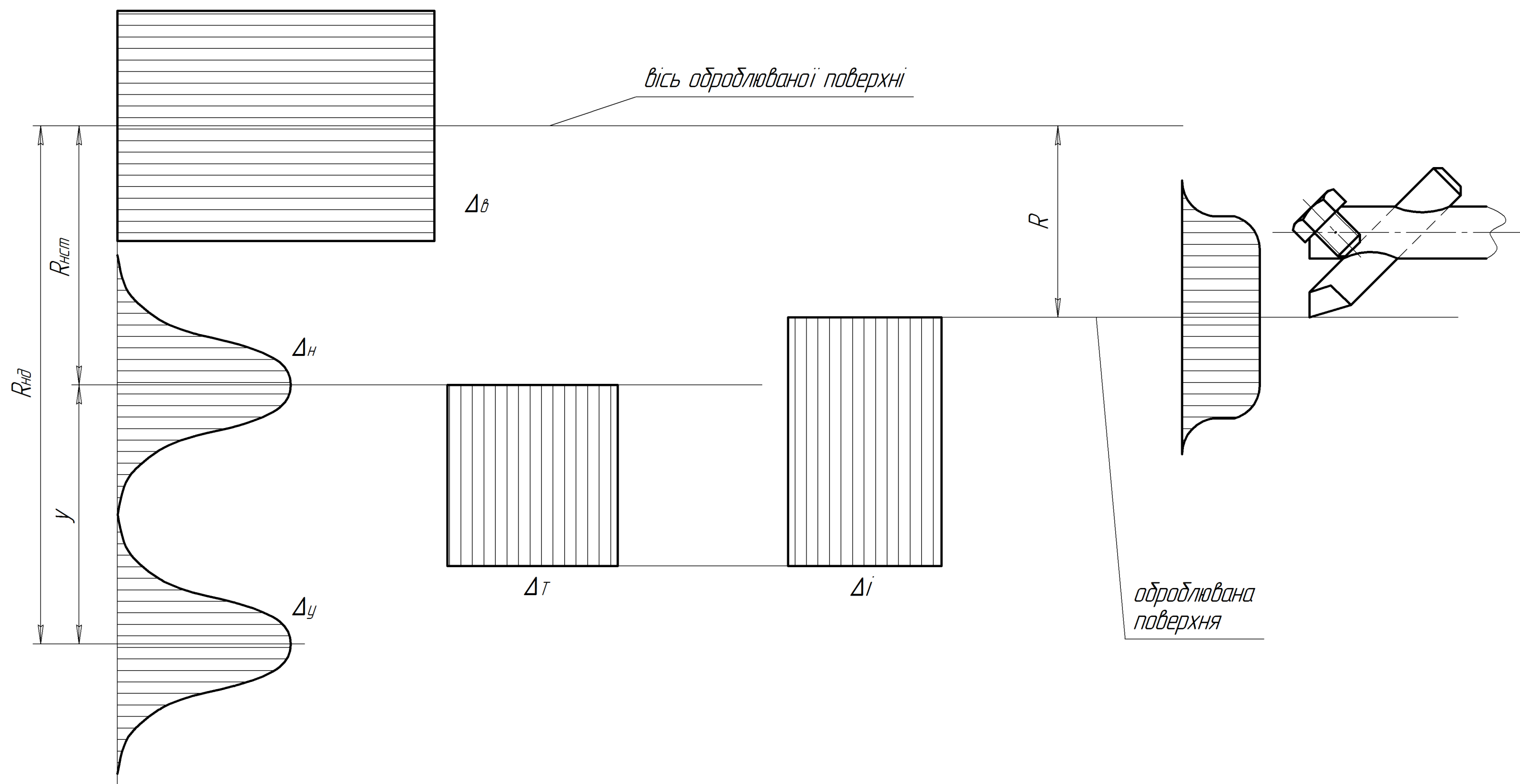
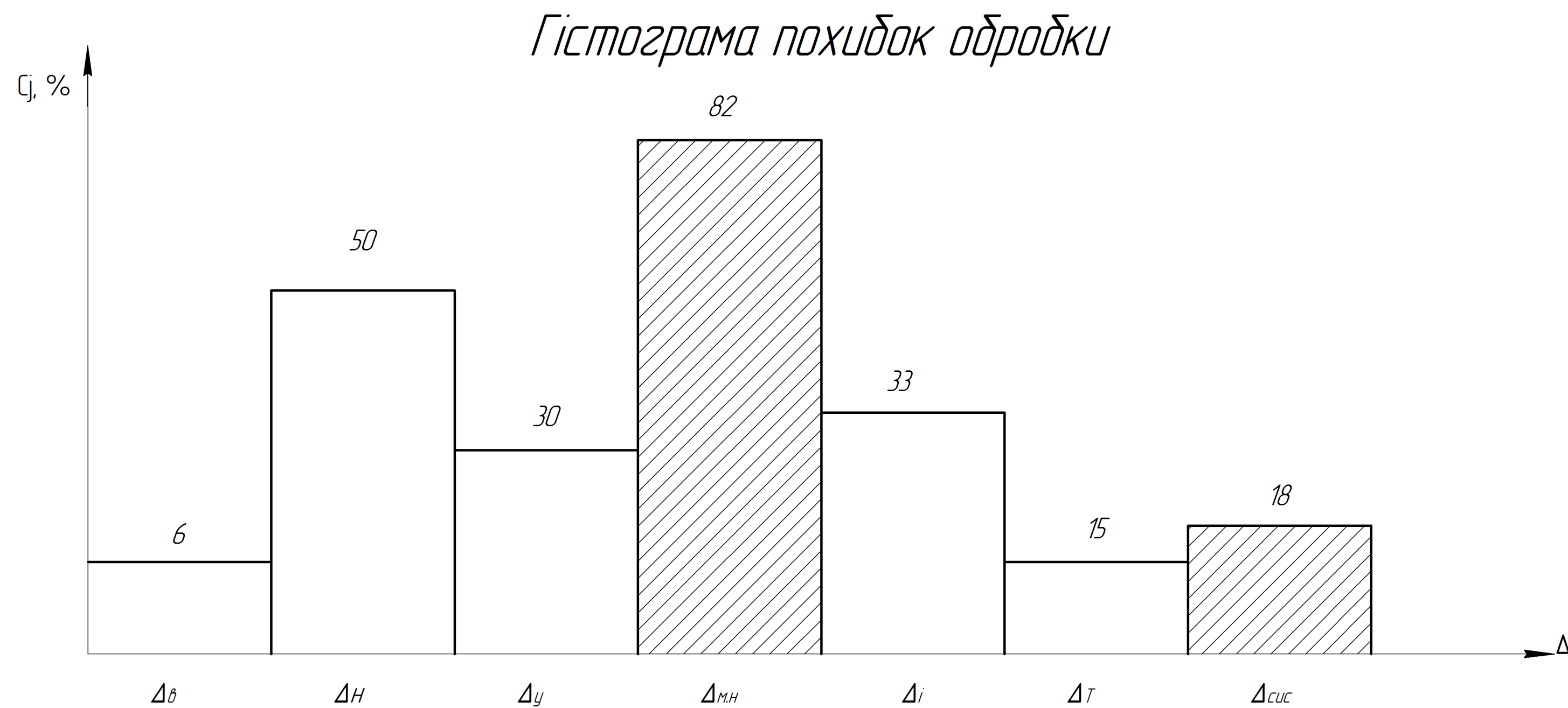
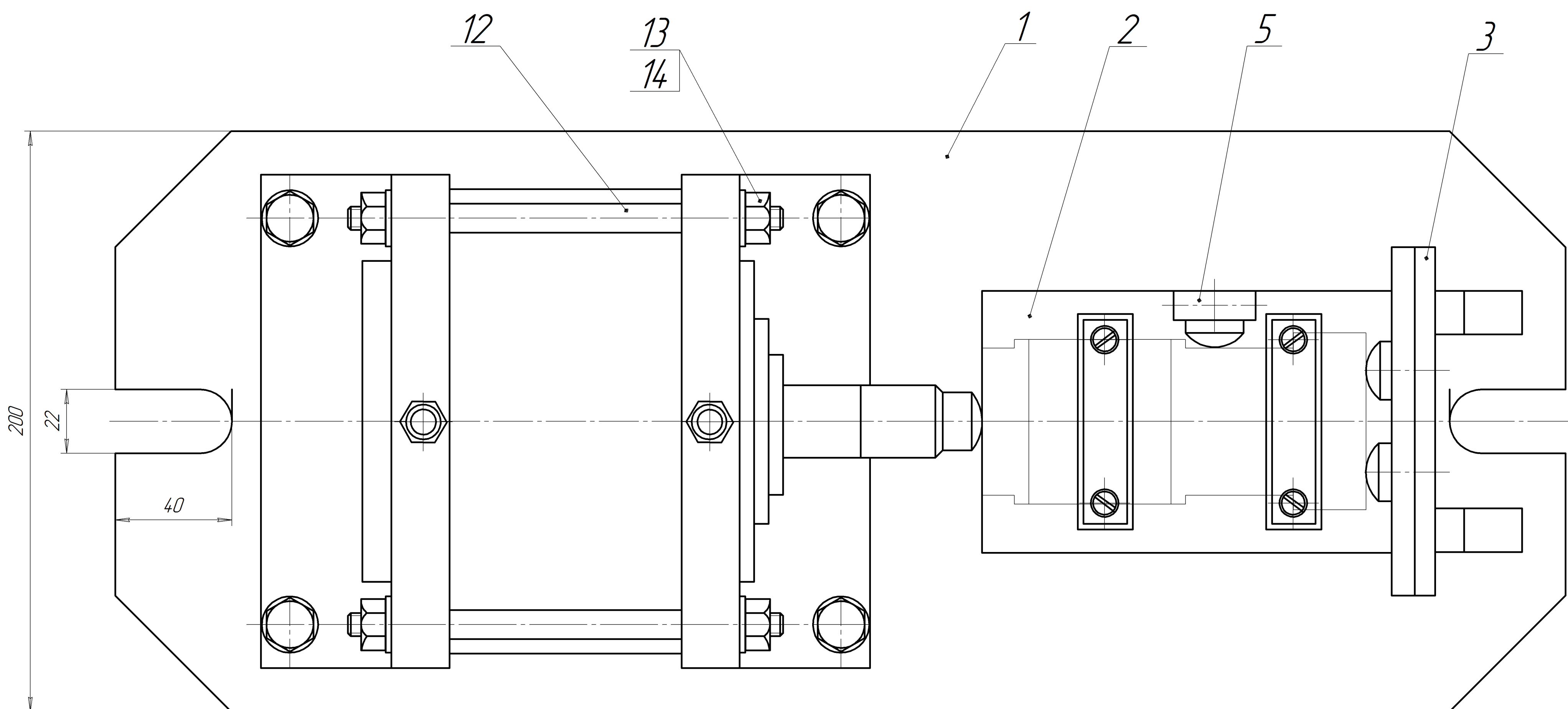
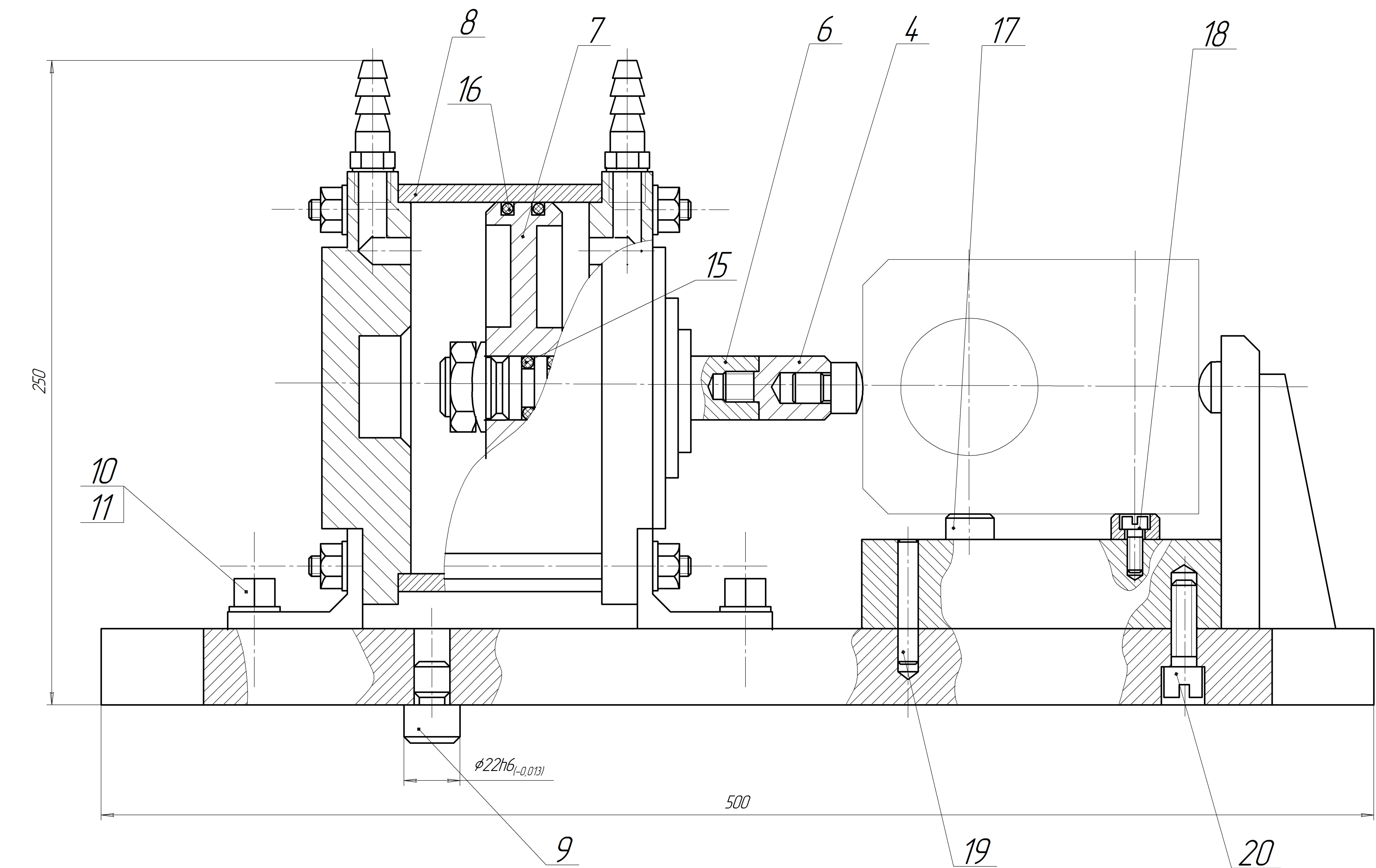


Рисунок 2 – Схема технологічного розмірного ланцюга



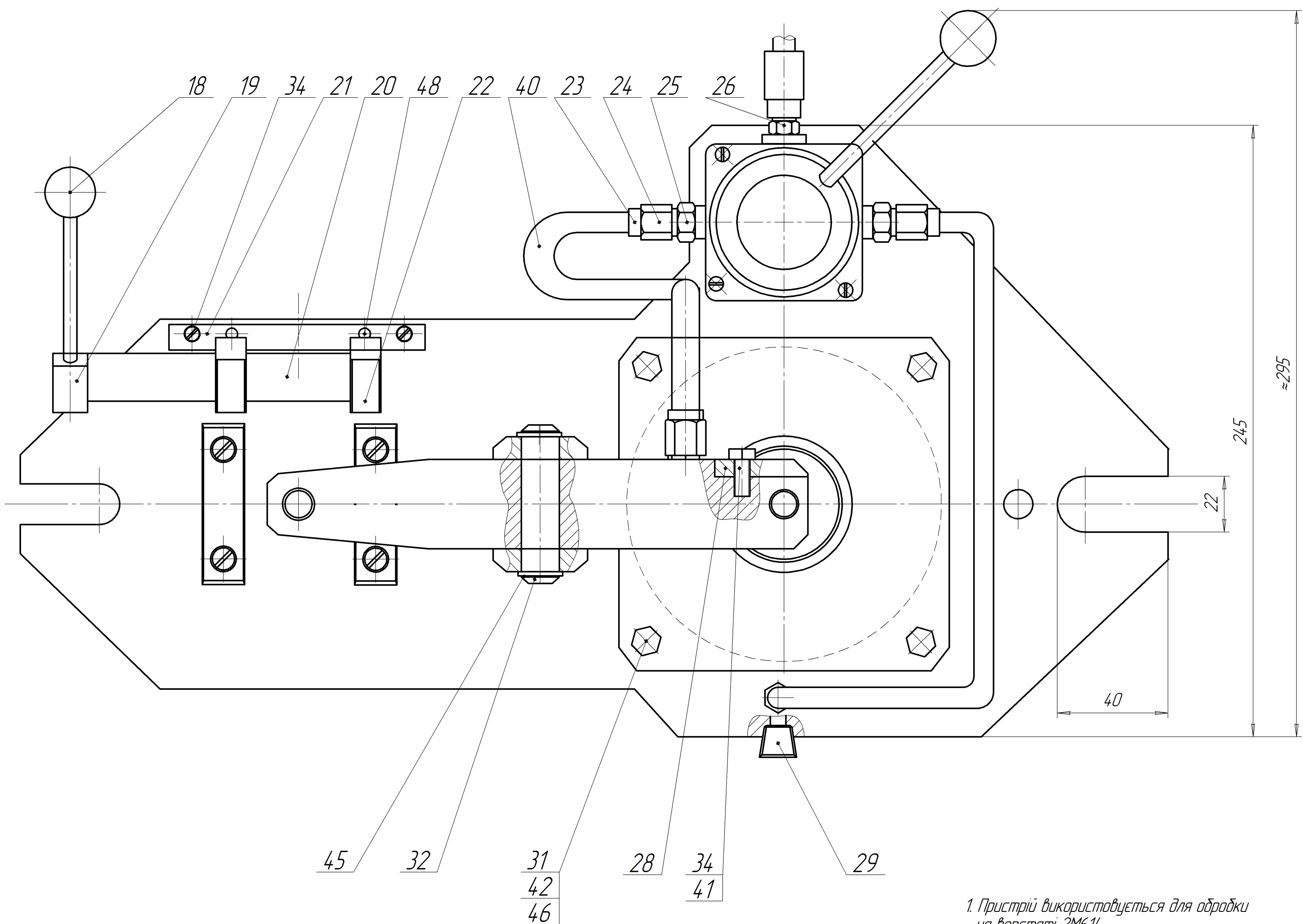
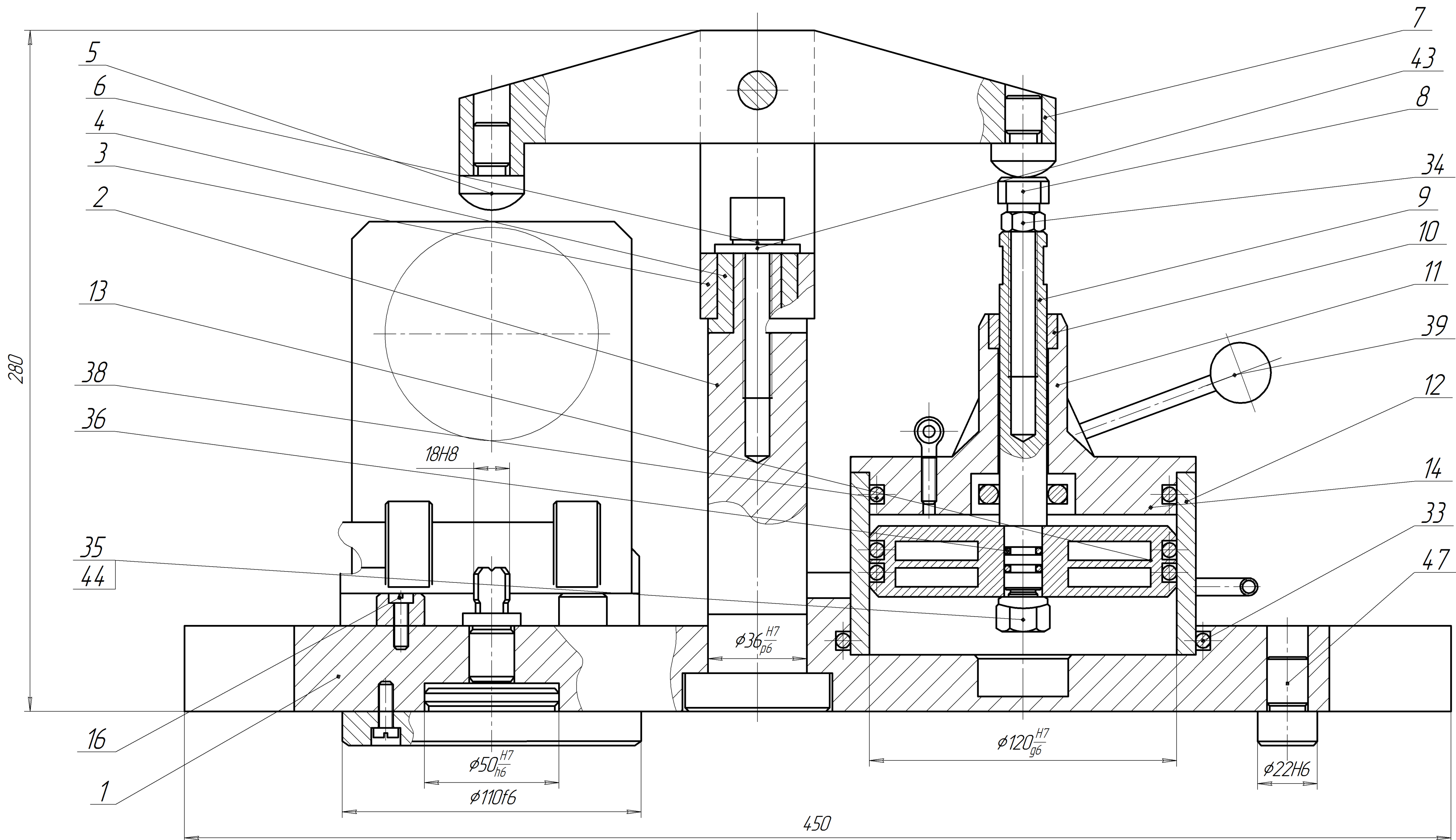
Гістограма похибок обробки

МР.ПМК-015.02.00.000 СХ						Аналіз точності		
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата		Лит	Маса	Масштаб
Розроб.	Ліцкань					Н		-
Перев.	Ліцкань					Архив	2	Архив
Т.контр.	Ліцкань					Архив	6	
Реценз.						ІФНТЧНГ ПМКМ-24-1		
Н.контр.	Ліцкань							
Затв.	Ліцкань							



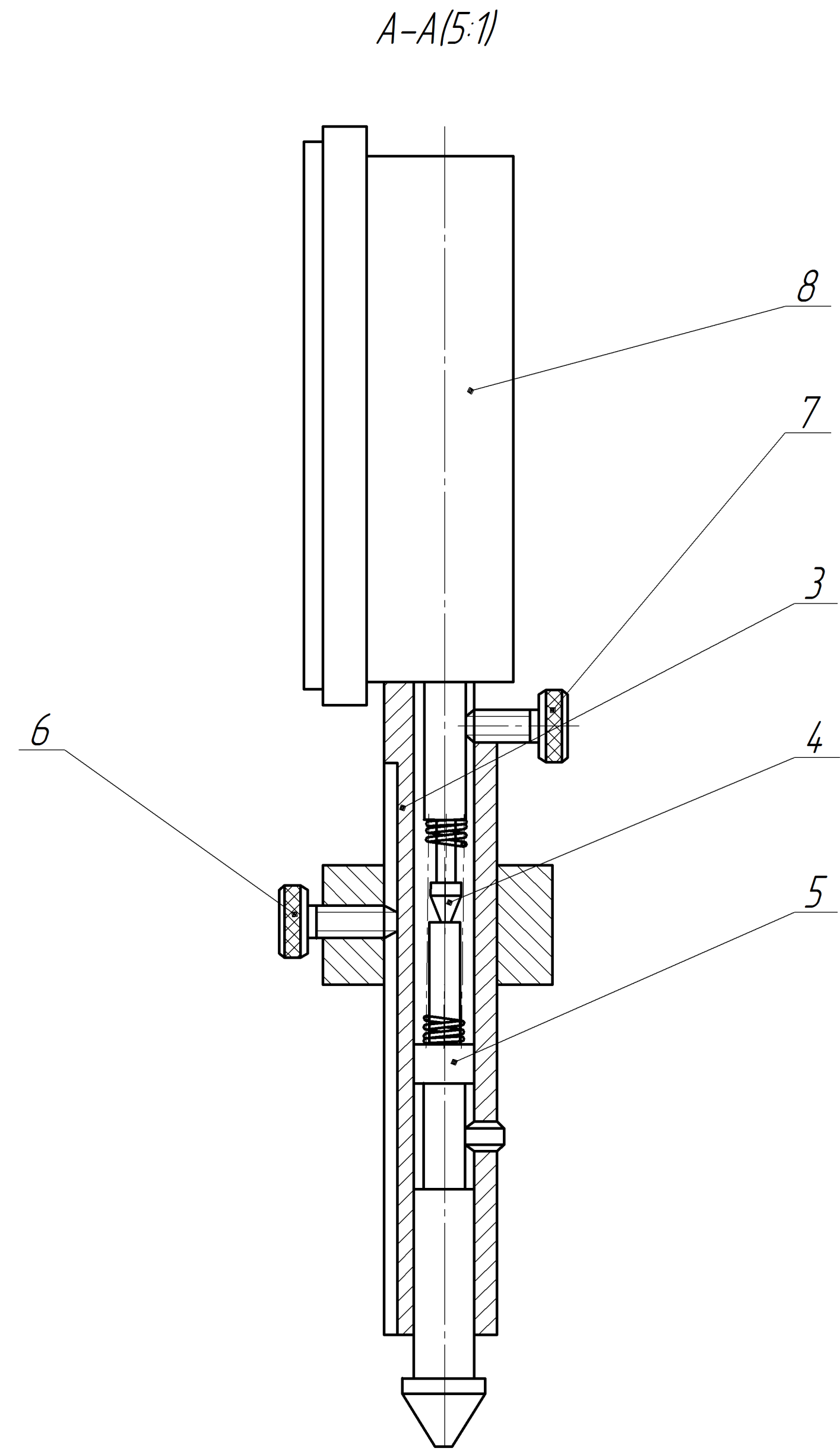
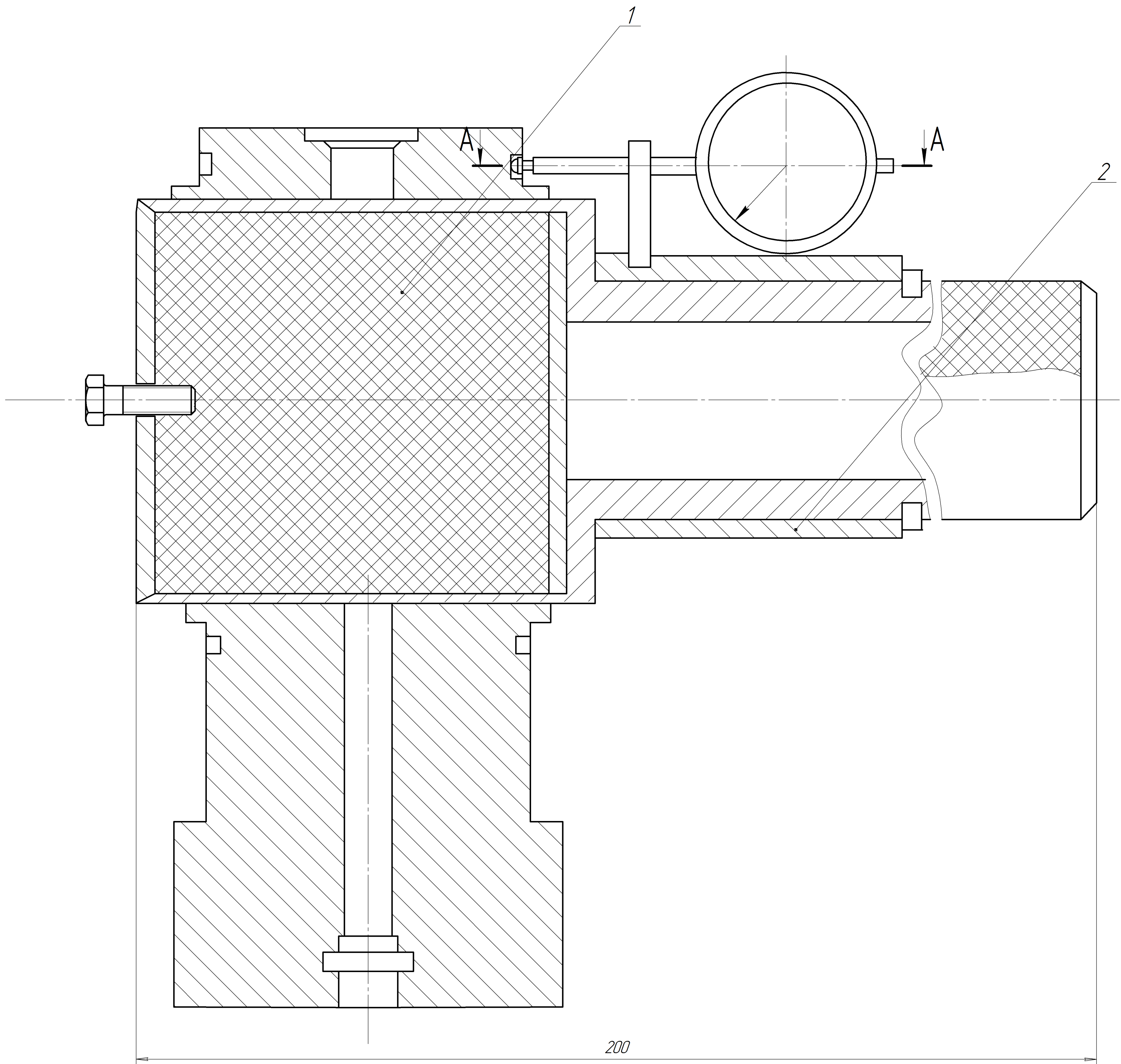
1. Пристрій використовується для обробки деталі корпус СК 1192.23.00.00.01 на верстаті моделі 6Р11
2. *Розмір для довідок
3. Пристрій підключається до системи стиснутого повітря $P_{ном}=0,6$ МПа.

					МР.ПМК-015.03.00.000 СК			
Зм.	Арж.	№ Доким.	Підп.	Дата	Пристрій фрезерний			
Розроб.		Кицела						
Перед.		Лукань			Лит.	Маса	Масштаб	
Т.контр.		Лукань			Н		1:1	
Реценз.					Арж.	3	Арж.	
Н.контр.		Лукань			ІФНТУНГ ПМКМ-24-1			
Затв.		Панчик						



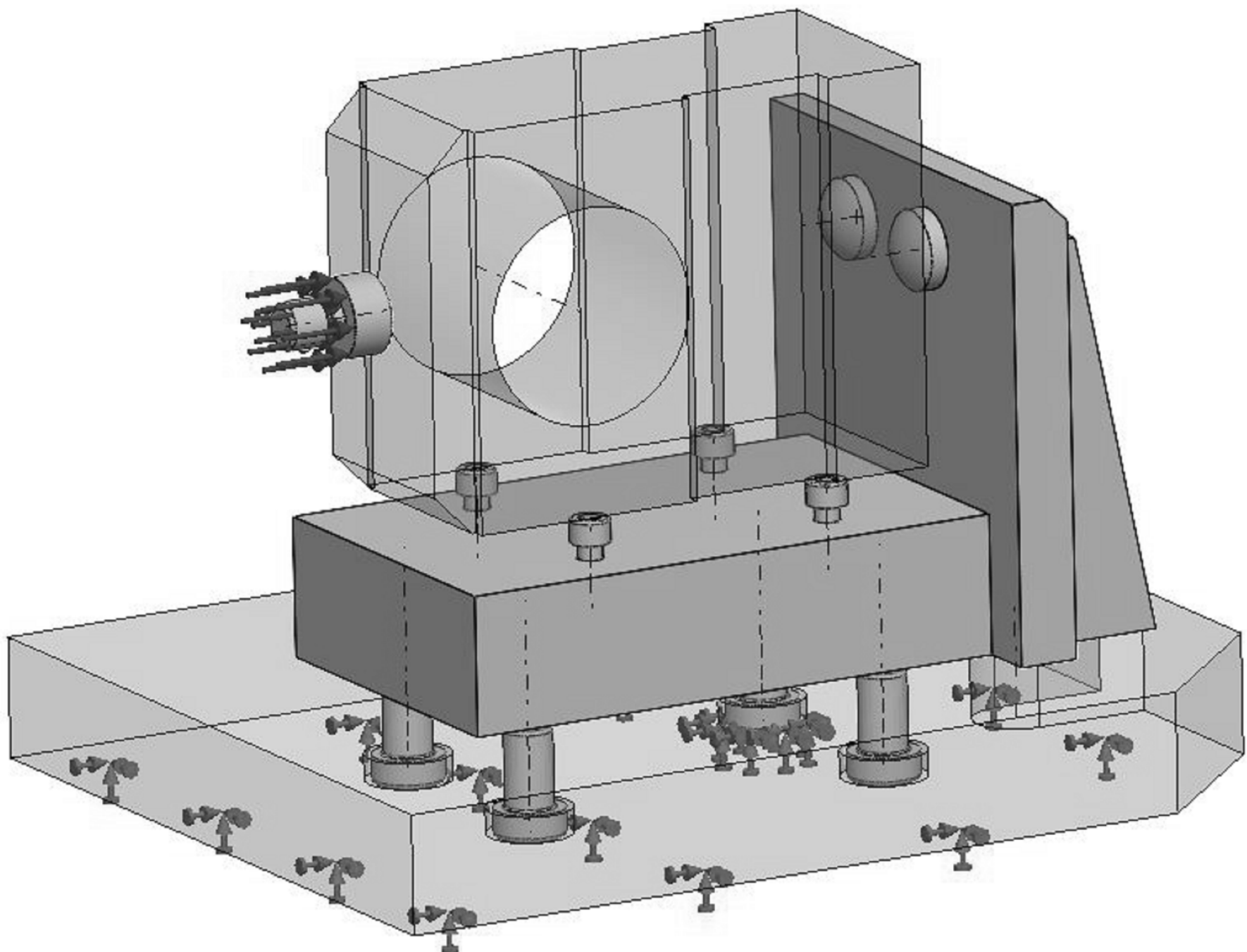
1. Пристрій використовується для обробки на верстаті 2М614.
2. *Розміри для довідок.
3. Пристрій підключається до стиснутого повітря тиском 0,6 МПа.

						МР.ПМК-015.04.00.000 СК					
						Пристрій розточний					
Зм.	Арж.	№ Доким.	Підп.	Дата		Лист	Маса		Масштаб		
Розроб.		Кицела				Н			1:1		
Перед.		Лікань									
Т.контр.		Лікань									
Реценз.						Аржш	3	Аржшб	6		
Н.контр.		Лікань				ІФНТУНГ					
Затв.		Панчук				ПМКМ-24-1					

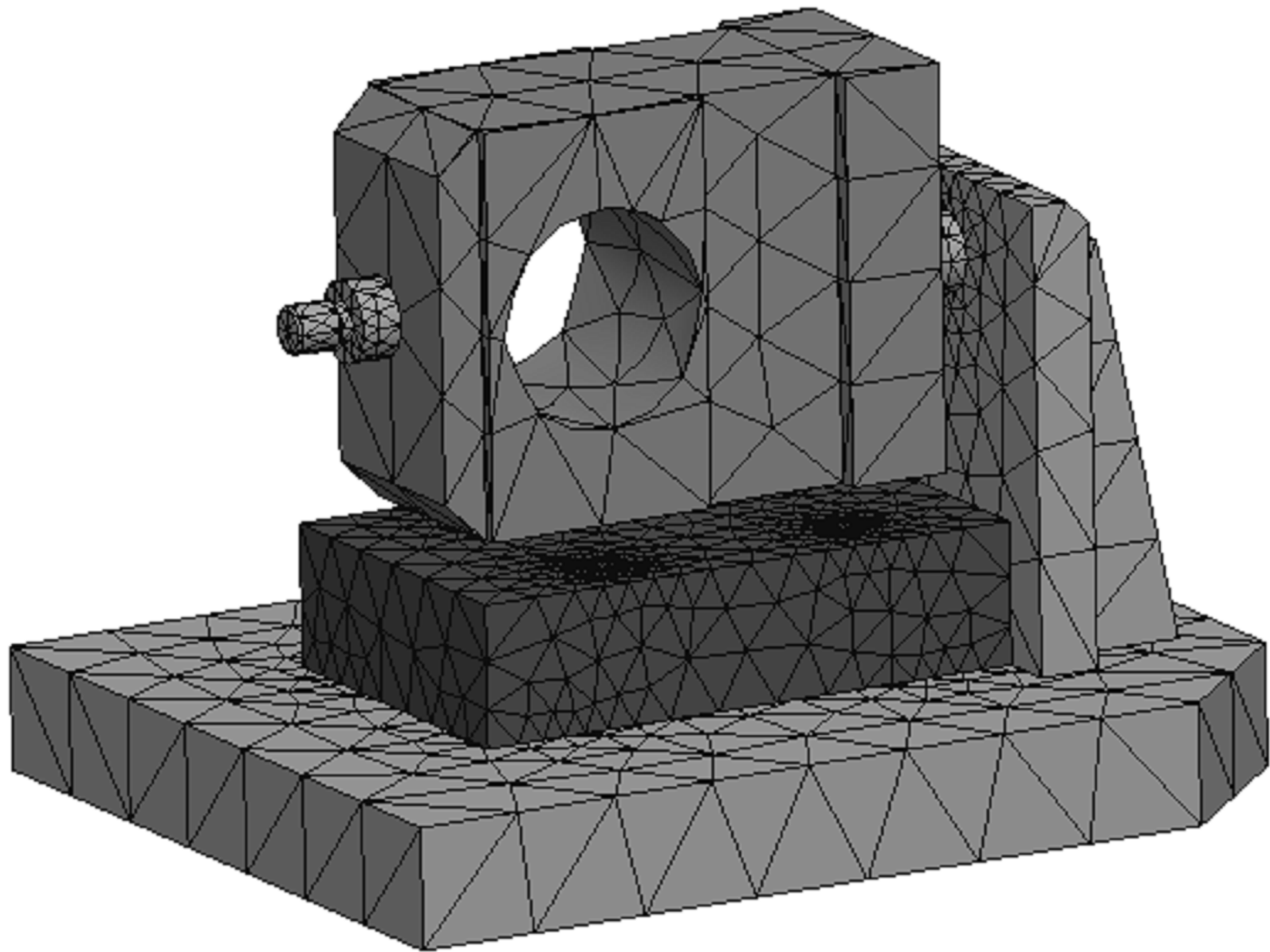


1 *Розмір для довідок
2 Допуск торцевого біття 0.1мм

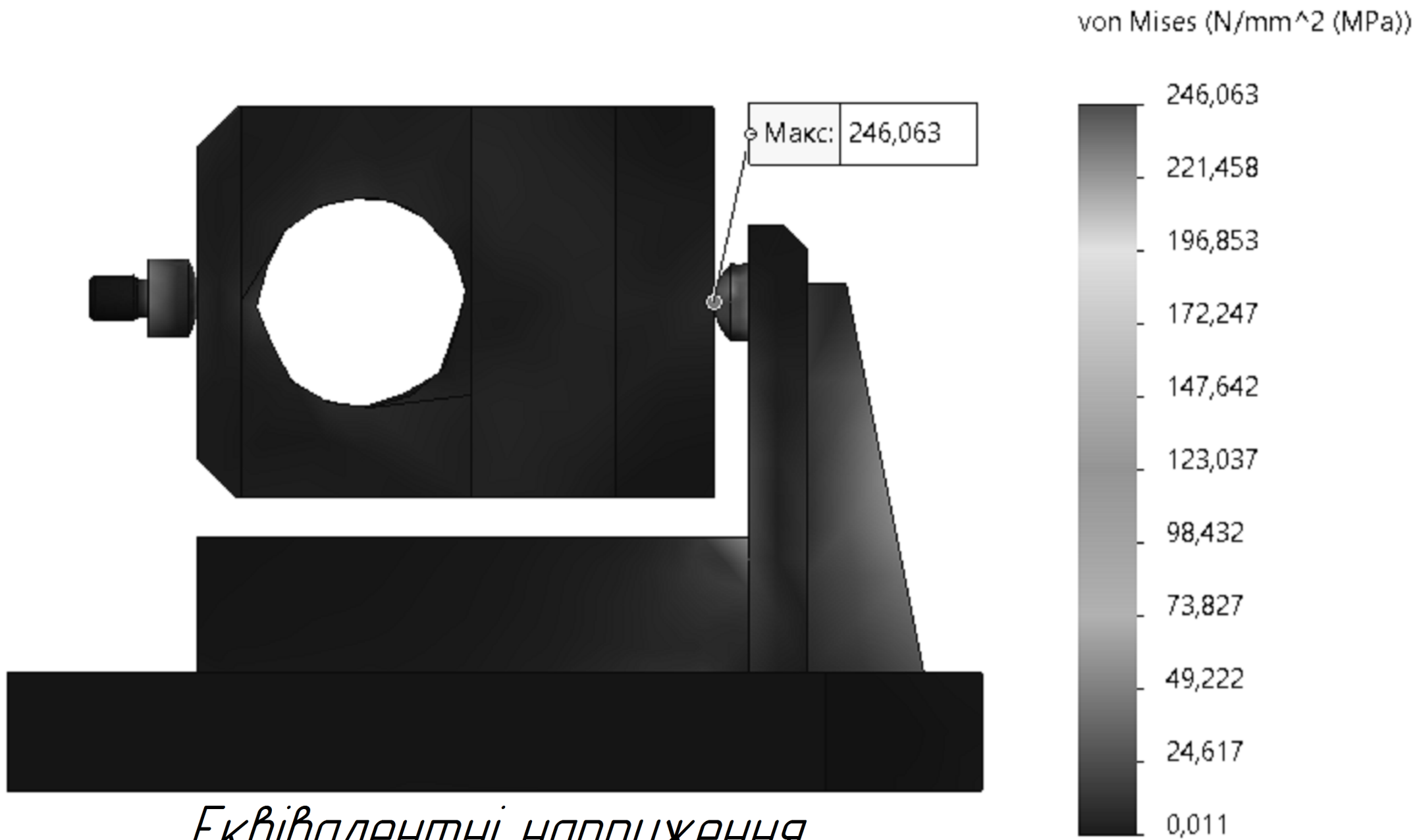
МР.ПМК-015.05.00.000 СК						Лист		
Пристрій контрольний						Н	Маса	21
Архив						7	Архив	6
ІФНТЧНГ						ПМКМ-24-1		
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата				
Розроб.		Кицелю						
Перев.		Лікань						
Т.контр.		Лікань						
Реценз.								
Н.контр.		Лікань						
Затв.		Лікань						



Розрахункова схема



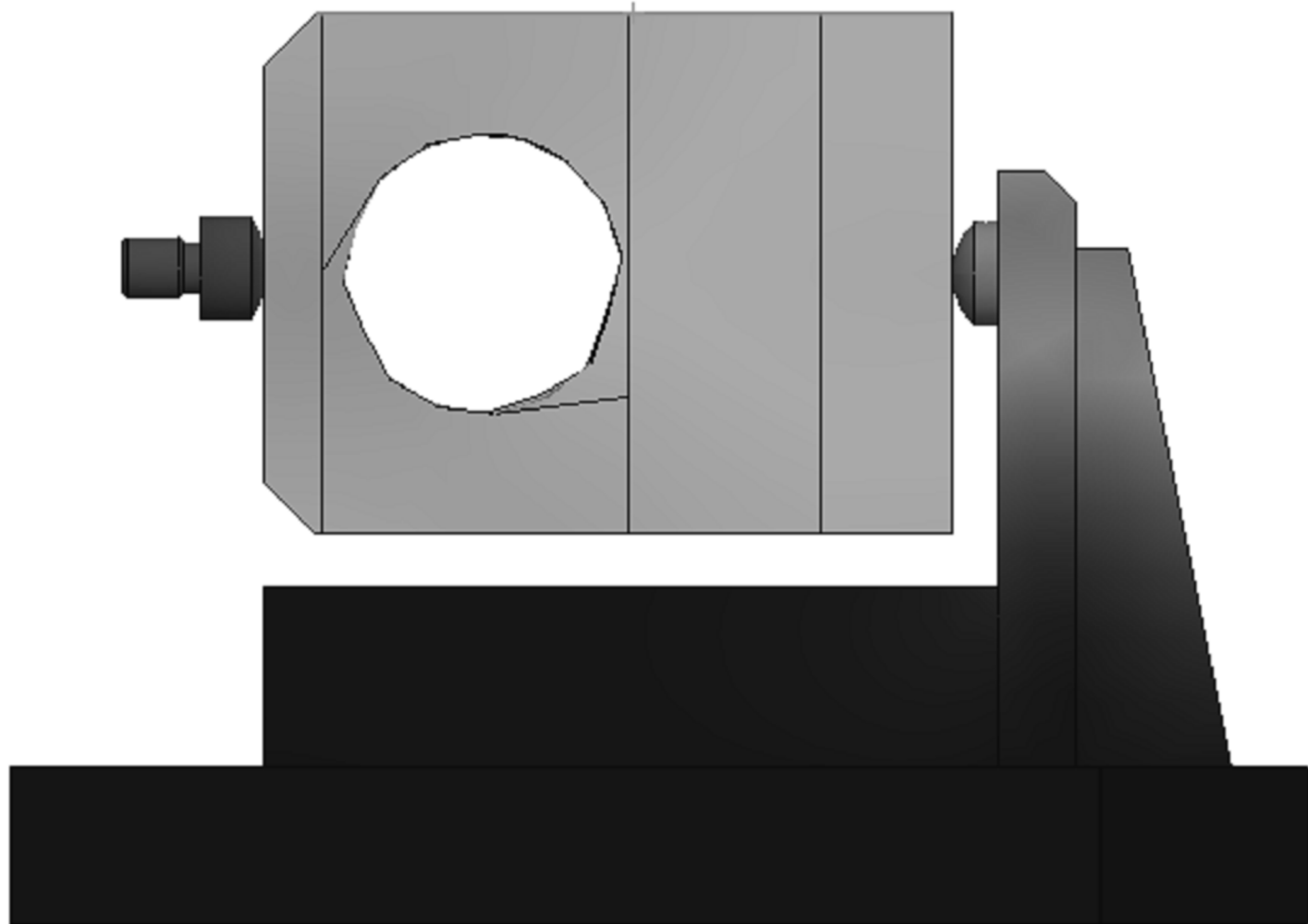
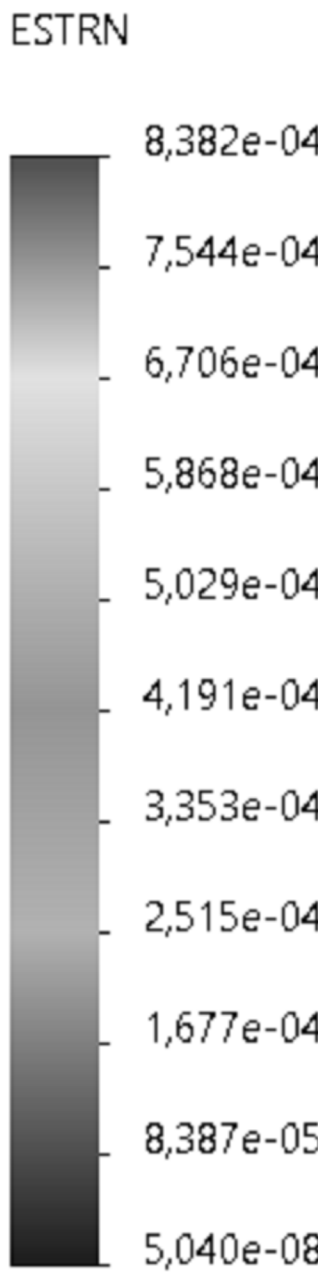
Сітка скінченних елементів



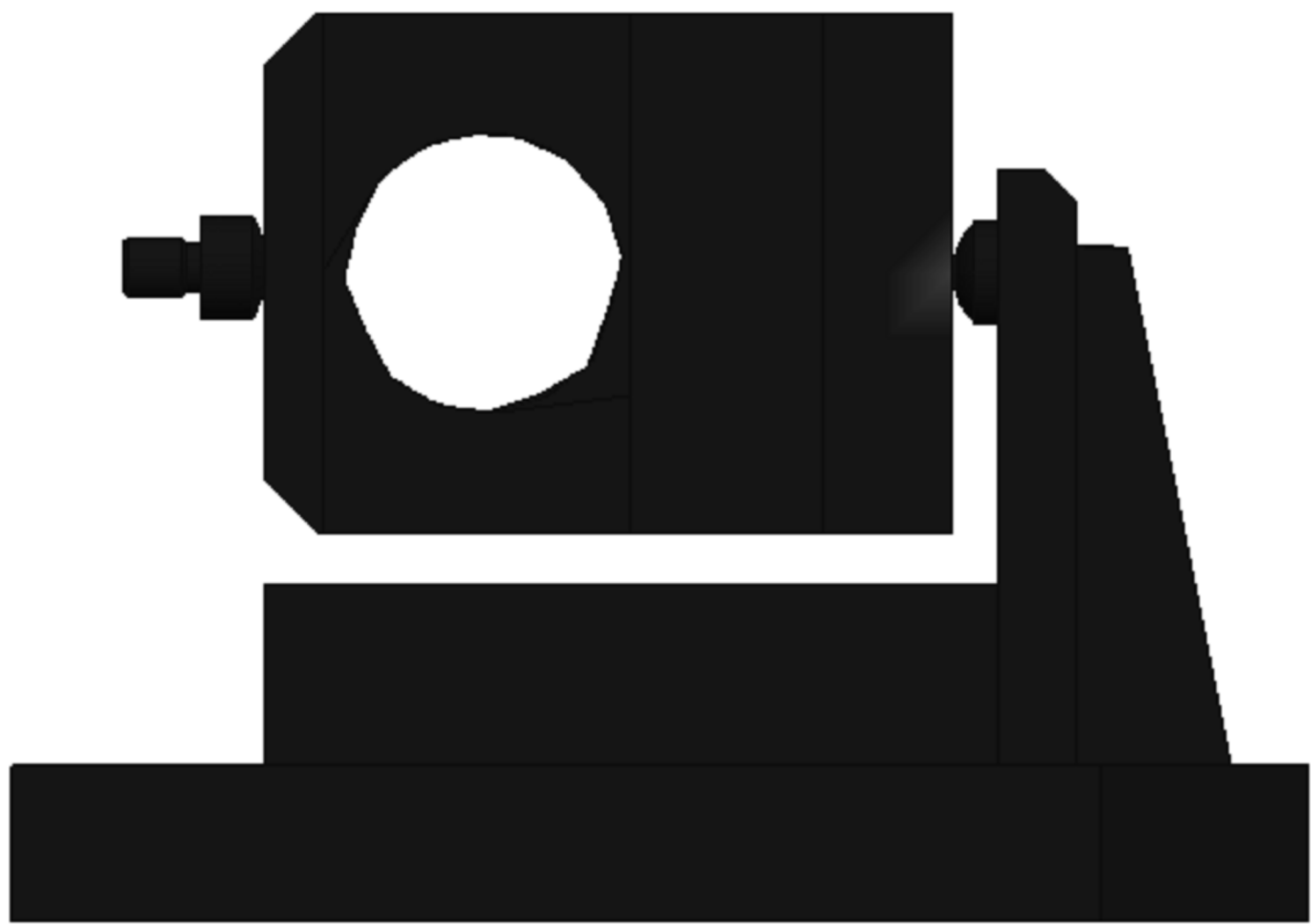
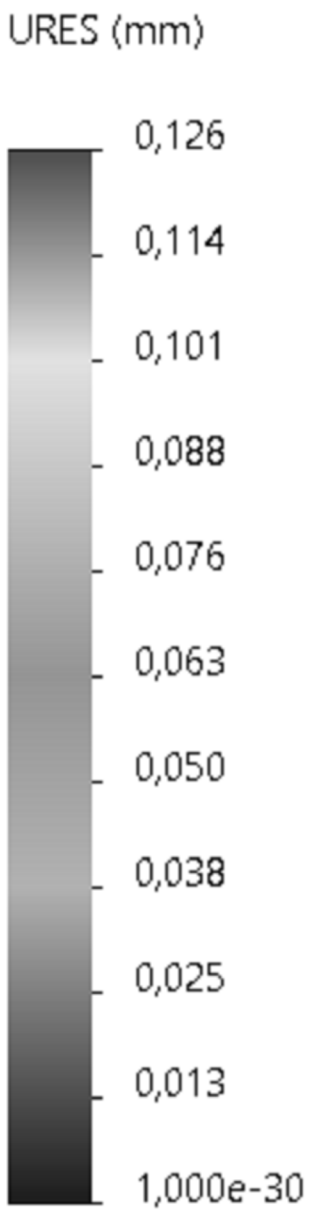
Еквівалентні напруження



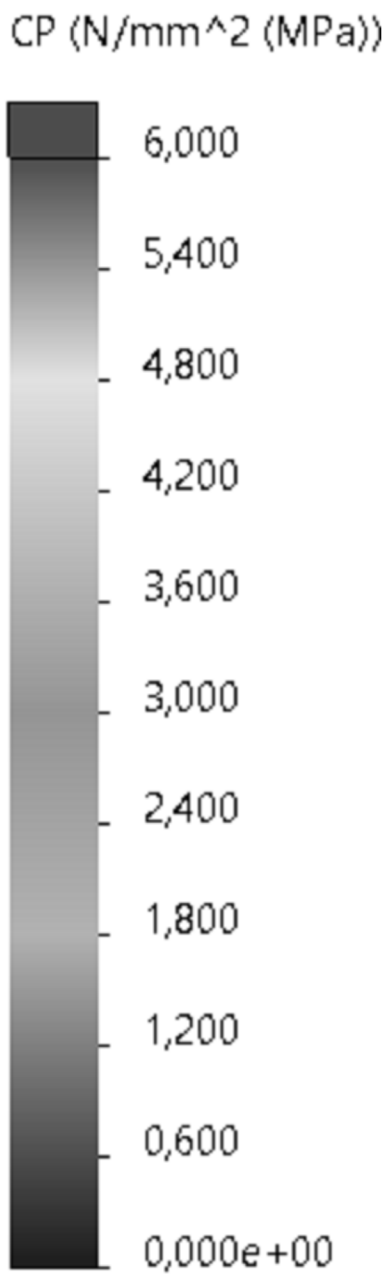
Деформація



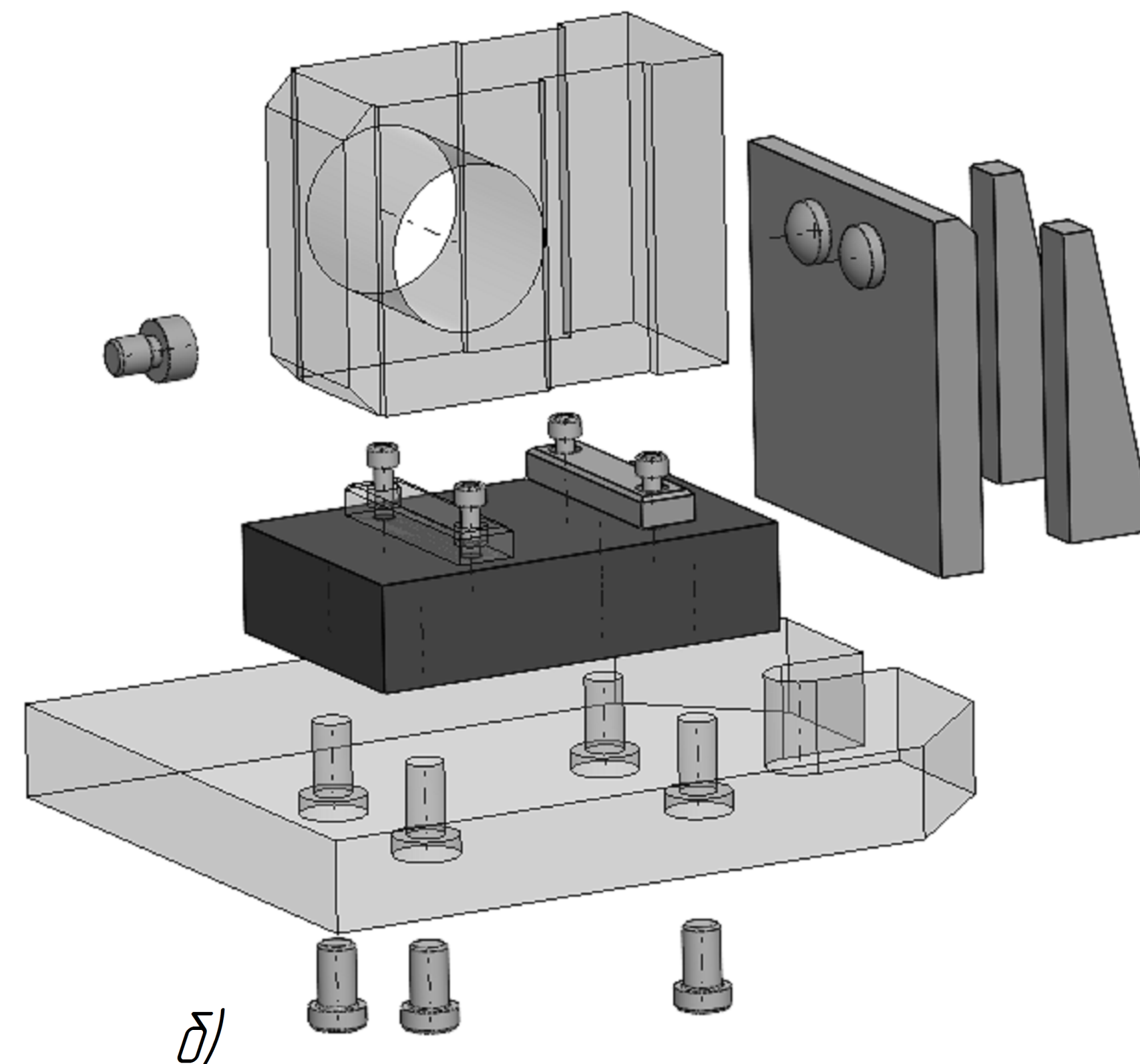
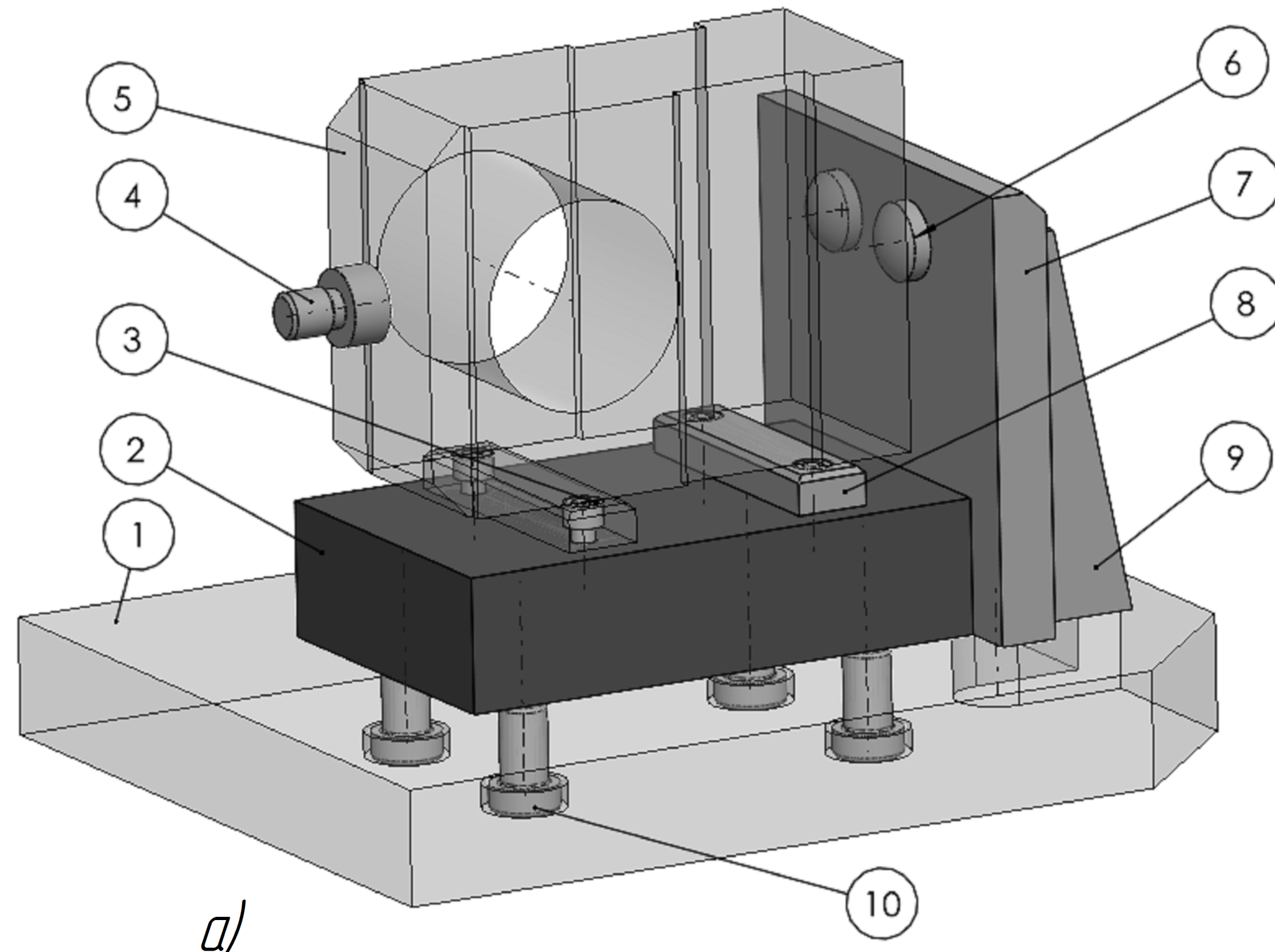
Переміщення



Розподіл контактного тиску



МР.ПМК-015.06.01.000 СХ						Лит	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата	Імітаційне дослідження	Н		-
Розроб.	Кицелю					Архив	Архив	1
Перев.	Лукань					ІФНТУНГ		
Т.контр.	Лукань					ПМКМ-24-1		
Н.контр.	Лукань							
Затв.	Лукань							



а) – модель у зібраному виді; б) – модель у рознесеному виді
1 – основа; 2 – пластина; 3 – гвинт; 4 – притискач; 5 – деталь; 6 – опора;
7 – пластина опорна; 8 – планка; 9 – ребро жорсткості; 10 – гвинт

MP.ПМК-015.06.02.000 СХ						Тришумірні моделі		
Зм.	Арк.	№ Док.	Підп.	Дата		Лит.	Маса	Масштаб
Разр.	Куцел					Н		–
Перев.	Лукач					Архив	Архив	1
Т.контр.	Лукач					ІФНТУНГ		
Н.контр.	Лукач					ПМКМ-24-1		
Затв.	Панчик							