

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Прокопів Ярослав Богданович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі

(назва роботи)

«Корпус СК 1166.23.01.00.00 СК» для умов серійного виробництва

Комп'ютеризовані та роботизовані технології машинобудування

(назва освітньої програми)

131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

Я.Б. Прокопів

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Одосій З.М., к.т.н., доц.

(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

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної магістерської роботи на тему: Удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі «Корпус СК 1166.23.01.00.00 СК» для умов серійного виробництва.

Розрахунково-пояснювальна записка складається з 64 сторінок формату А4 та містить: 11 рисунків, 15 таблиць, 10 посилання на літературу та додатки на 10 сторінках.

Графічна частина: 7 аркушів (6 формату А1, 1 формату А2).

Об'єкт дослідження – процес механічної обробки.

Предмет дослідження – деталь “Корпус СК 1166.23.01.00.00 СК”.

Мета роботи – розробити, на базі заводського технологічного процесу механічної обробки корпусу СК 1166.23.01.00.00 СК покращений проектний, який дозволить здешевити собівартість його виготовлення з дотриманням вимог креслення деталі щодо точності розмірів, форми та якості поверхонь, а також розробити конструкцію двох пристроїв, одного верстатного та одного контрольного, з підтвердженням їх працездатності розрахунками, та з допомогою програм САПР оптимізувати конструкцію притискної ланки верстатного пристрою.

Згідно завдання на магістерську роботу у роботі проведений аналіз технологічності конструкції деталі, аналіз заводського способу отримання заготовки та маршруту механічної обробки. Опираючись на результати аналізу та рекомендації технічної літератури, розроблено проектний маршрут механічної обробки корпусу, вибрано оптимальний спосіб отримання заготовки, пораховано та призначено припуски, режими різання та норми часу. Для закріплення деталі на свердлильному верстаті з ЧПК мод. 2P135Ф2 розроблено конструкцію спеціального верстатного пристрою, та у 2-му та 3-му розділах проведено розрахунки по підтвердженню його працездатності.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі.

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

Студент: Прокопів Я.Б.

SUMMARY

of the qualifying master's thesis on the topic: Improvement of the technological process of manufacturing the part “CK 1166.23.01.00.00 CK housing” for serial production conditions.

The explanatory note consists of 64 pages in A4 format and contains: 11 figures, 15 tables, 10 references to literature and appendices on 10 pages.

Graphical part: 7 sheets (6 in A1 format, 1 in A2 format).

The object of research is the mechanical processing process.

The subject of research is the part “CK 1166.23.01.00.00 CK housing”.

The aim of the work is to develop, on the basis of the factory technological process of mechanical processing of the SK 1166.23.01.00.00 SK body, an improved design that will reduce the cost of its manufacture while complying with the requirements of the part drawing in terms of dimensional accuracy, shape and surface quality, as well as to develop the design of two devices, one machine tool and one control device, confirming their performance with calculations, and using APS programs to optimise the design of the clamping link of the machine tool device.

In accordance with the master's thesis assignment, the work analyses the manufacturability of the part design, the factory method of obtaining the blank, and the machining route. Based on the results of the analysis and recommendations from technical literature, a design route for machining the body was developed, the optimal method for obtaining the blank was selected, and allowances, cutting modes and time norms were calculated and assigned. To secure the part on a NCP drilling machine mod. 2P135Φ2, a special machine tool device was designed, and in sections 2 and 3, calculations were performed to confirm its operability.

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

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

Student: Prokopiv Y.B.

Зміст

Вступ

1 Технологічна частина	
1.1 Конструкторсько-технологічний аналіз виробництва деталі	
1.1.1 Опис призначення та конструкції деталі	
1.1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі	
1.2 Визначення річної програми випуску та кількості деталей у партії.....	
1.3 Аналіз базового технологічного процесу	
1.3.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки	
1.3.2 Опис та аналіз базового техпроцесу	
1.3.3 Обґрунтування виробу проектного варіанту маршруту механічної обробки	
1.4 Розробка операційної технології	
1.4.1 Розрахунок припусків на механічну обробку і визначення технологічних розмірів	
1.4.2 Розрахунок режимів різання та уточнення моделей верстатів	
1.4.3 Розрахунки, пов'язані з підготовкою карти наладки і керуючої програми .	
1.4.4 Аналіз точності обробки програми	
1.4.5 Нормування технологічного процесу	
2 Конструкторська частина	
2.1 Свердлильний пристрій	
2.1.1 Опис і принцип роботи пристрою	
2.1.2 Інженерні розрахунки для підтвердження працездатності пристрою	
2.1.3 Розрахунок коефіцієнта уніфікації	
2.2 Контрольний пристрій	
2.2.1 Опис будови і роботи контрольного пристрою	
2.2.2 Розрахунок точності контрольного пристрою	

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Прокопів				Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.	Одосій						1	
Реценз.								
Н. Контр.	Одосій							
Затв.	Панчук							
						ІФНТУНГ, ПМКм-24-1		

2.2.3 Розрахунок рівня уніфікації

3 Імітаційне моделювання роботи притискної ланки верстатного пристрою

Висновки

Література

Додатки

					МП.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Одне із головних місць в розвитку економіки нашої країни належить галузі машинобудування, яка забезпечує матеріальну основу науково-технічного прогресу (НТП) всіх галузей народного господарства. Саме тому розвитку машинобудування надається велике значення.

Найважливішими умовами прискорення НТП є зростання продуктивності праці. Підвищення продуктивності суспільного виробництва та покращення якості продукції, вдосконалення технологічних методів виготовлення машин має при цьому першочергове значення. Якість машин, надійність, довговічність і економічність в експлуатації залежить не тільки від досконалості, але й від технології виробництва.

Використання прогресивних високопродуктивних методів обробки забезпечує високу точність і якість поверхонь деталей; методів зміцнення робочих поверхонь, які покращують ресурс роботи деталей і машин в цілому; ефективне використання металообробних верстатів, іншої нової техніки і застосування прогресивних форм організації виробничих процесів – все це спрямовано на вирішення головних завдань підвищення ефективності виробництва і якості продукції.

В наш час ринкові відносини підсилюють тенденцію випуску високоефективних машин і устаткування, оснащених роботизованими приладами та мікропроцесорами. В сучасних технологічних процесах передбачається: концентрація операцій з використанням багатомісних пристроїв, застосування каліброваного різального інструменту, багатошпindelних головок, високопродуктивного різального інструменту, виключення ручних робіт, застосування групової обробки, використання заготовок, які б максимально наближалися за формою до готового виробу, механізація і автоматизація збірних робіт, здійснення поточного контролю за якістю продукції.

Основні цілі магістерської роботи направлені на зниження трудоемкості виготовлення і собівартості продукції.

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Технологічна частина

1.1 Конструкторсько-технологічний аналіз виробництва деталі

1.1.1 Опис призначення та конструкції деталі

Деталь “Корпус СК 1166.23.01.00.00 СК” є виливкою циліндричної форми із сталі 35Л. Корпус СК1166.23.01.00.00 СК є складовою деталлю поворотного затвора який, в свою чергу, входить до складу котла. Корпус у повній комплектації виконує функцію засувки, що регулює подачу води у котел.

Поверхня (1) призначена для під'єднання корпусу до котла, а з другої сторони, до фланця труби, через яку подається вода. Для цього в торцевих лисках передбачено чотири отвори (15) з різьбою М16-6Н для вкручування шпильок, які з'єднують котел з корпусом з однієї сторони, а з другої - з фланцем труби.

В центральний отвір $\varnothing 110$ запресовується латунна втулка, на якій виточена внутрішня сферична поверхня для повороту шибера. На поверхні (1) на $\varnothing 122$ і $\varnothing 140$ виточені колові канавки. В отворі $\varnothing 16^{+0,027}$ кріпиться вісь, на якій знаходиться шибера для фіксування подачі води.

На поверхні (2) передбачений отвір (8) $\varnothing 3,8^{+0,1}$ для фіксування нижньої частини осі шибера. На поверхні (9) профрезеровані пази (10) для кута повороту шибера, також там знаходиться отвір (11) $\varnothing 4^{+0,12}$ для фіксування поворотного механізму. В отвір (7) $\varnothing 30^{+0,5}$ встановлюється нижня частина поворотного механізму - вал.

Для перевірки щільності і герметичності проводять випробування в закритому положенні водою під тиском 1,0 МПа послідовно з кожної сторони протягом 5 хвилин. Пропуск води через ущільнення шибера дозволяється не більше $0,35 \text{ см}^3/\text{хв}$. В інших випадках пропускання води не дозволяється.

Оскільки між корпусом і котлом встановлюються прокладки, то повинні бути підвищені вимоги щодо шорсткості поверхонь торців.

Матеріал, вибраний для даної деталі, є найбільш оптимальним, оскільки при невисокій вартості дозволяє досягнути поставлені конструктивні вимоги щодо

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечення герметичності, високих ливарних властивостей, легку оброблюваність різанням.

Докладна характеристика поверхонь корпусу приведена в таблиці 1.3. Дані про хімічний склад Сталі 35 Л і її механічні властивості приведені в таблицях 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.1 - Хімічний склад Сталь 35Л (ДСТУ 8781:2018).

Вміст вуглецю C, %	Вміст кремнію Si, %	Вміст марганцю Mn, %	Вміст сірки S, %	Вміст фосфору P, %
0,35-0,40	0,20-0,52	0,45-0,90	Не більше	
			0,040	0,040

Таблиця 1.2 - Механічні властивості Сталі 35Л (ДСТУ 8781:2018).

Густина ρ , кг/м ³	σ_B , Мпа	σ_T , Мпа
7830	540	343

Таблиця 1.3- Конструктивні характеристики поверхонь.

Номер групи поверхонь	Конфігурація і призначення поверхні	Розміри, мм	Квалітет точності, допуск, мм	Степінь точності форми і розміщення	Шорсткість
1	2	3	4	5	6
1	Площини торців. Для кріплення корпусу. Основні поверхні	Ø158	14 кв.т	-	Rz40
2	Торцеві поверхні. Основні поверхні	210,5	14 кв.т	-	Rz40
3	Внутрішня циліндрична поверхня. Для встановлення латунної втулки. Основна поверхня	Ø110	$\begin{matrix} +0.054 \\ +0.198 \\ +0.144 \end{matrix}$	-	Ra 1,25
4	Внутрішня циліндрична поверхня. Для встановлення вісі шибера.	Ø16	+0,027	Допуск співвісності 0,04	Ra 1,25
5	Фаска. Утворена при точінні Ø215 до Ø158	3x45		-	Rz40
6	Внутрішня циліндрична поверхня.	Ø17,5	±0,215	-	Rz40

					MP.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4	5	6
7	Внутрішня циліндрична поверхня.	Ø30	+0,5	-	Rz40
8	Внутрішня циліндрична поверхня штифтова.	Ø3.8 ^{+0.1}	+0,1	-	Rz20
9	Торцева поверхня	Ø57	-0,3	-	Rz80
10	Паз для фіксування поворотного механізму.	R3	+0,2	-	Rz80
11	Внутрішня циліндрична поверхня	Ø4	+0,12		Ra2,5
12	Фаска на циліндричній поверхні Ø30 ^{+0,5}	2×30°			Rz40
13	Фаска на переході поверхні Ø17,5±0,215 у поверхню Ø16 ^{+0,027}	2×30°			Ra1,25
14	Фаска на циліндричній поверхні Ø17,5±0,215	0,5×45°			Ra1,25
15	Внутрішня різьбова поверхня під шпильки	M16	6H		Rz20
16	Внутрішня циліндрична поверхня.	Ø18	14 кв.Т	-	Rz80
17	Фаска на переході поверхні Ø16 у поверхню Ø18	3×45°		-	Rz20
18	Торцева поверхня	52	-0,62	-	Rz80

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Корпус – відливок циліндричної форми з сталі 35Л, досить простий по конфігурації, але потребує використання стержневої формовки для утворення внутрішньої порожнини. Виходячи з формули:

$$L/d_{\max} \leq 0.5$$

він відноситься до класу дисків, переважаючими поверхнями яких є внутрішні і зовнішні поверхні обертання.

Розміри і розташування поверхонь корпусу дозволяє забезпечити його базування як з точки зору вибору чорнових баз, так і з точки зору вибору чистових баз, а також з можливістю дотримання принципів суміщення і постійності баз.

Основними оброблюваними поверхнями корпусу є поверхні циліндричних і різьбових отворів зі значною кількістю спеціальних виточок і фасок. Дану деталь можна обробити з допомогою існуючого в промисловості металорізального обладнання та інструменту. Всі оброблювані поверхні мають вільний доступ інструменту.

По відношенню до технологічності стосовно механічної обробки деталей має наступні недоліки:

- необхідність застосування точного позиціонування при обробці отвору $\varnothing 3,8^{+0,1}$ за умови дотримання віддалі $5 \pm 0,5$ мм;
- значне биття інструменту при обточуванні $\varnothing 57_{-0,3}$;
- обробка чотирьох пазів для фіксації поворотного механізму потребує спеціального пристрою з шаблоном під пази.

Конструкція деталі при середньосерійному типі виробництва дозволяє застосовувати верстати з ЧПК (наприклад для обробки отворів).

Всі оброблювані поверхні за показниками забезпечення точності взаємного розташування і шорсткості не представляють технологічних труднощів.

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Визначення річної програми випуску та кількості деталей у партії

Тип виробництва для проектованого технологічного процесу – середньо-серійний. Приймаємо коефіцієнт серійності $K_c=15$.

Річна програма випуску визначається за формулою:

$$N = \frac{F_g \cdot 60}{K_c \cdot T_{um.cer.}}; шт.$$

де $F_g=4029$ годин, фонд робочого часу при двозмінній роботі;

$T_{шт.сер.}$ – середній час затрачений на операції;

$$T_{um.cer.} = \frac{\sum T_{um.i.}}{K_{on}}; хв$$

де K_{on} – кількість операцій ;

$T_{шт.i.}$ – штучний час кожної операції (див. табл. 1.4)

Таблиця 1.4 – Норми штучного часу на виконання операцій механічної обробки деталі “Корпус”

№ операції	Назва операції	Штучний час $T_{шт.}$, хв
1	2	3
020	Фрезерна	3,6
030	Токарна	5,2
040	Токарна	2.02
050	Свердлильна	1,1
060	Токарна	3,6
070	Свердлильна	3,8
080	Токарна	4,2
090	Фрезерна	1,7
100	Свердлильна	1,5
110	Свердлильна	7.0
120	Слюсарна	2,0

$$\Sigma T_{шт} = 35.72 \text{ хв.}$$

$$T_{um.cer.} = \frac{35.72}{11} = 3.2 \text{ хв}$$

$$N = \frac{4029 \cdot 60}{15 \cdot 3.2} = 5036 \text{ шт.}$$

Приймаємо $N = 5000$ шт.

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість деталей у партії для одночасного запуску визначається за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{250}$$

де a – періодичність запуску у днях. Для середніх деталей $a = 6$ днів
250 – річний фонд робочого часу в днях.

$$n = \frac{5000 \cdot 6}{250} = 120 \text{ шт}$$

1.3 Аналіз базового технологічного процесу

1.3.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

Основним способом отримання заготовок корпусних деталей є ливарний, що складає приблизно 95% всіх заготовок.

Для корпусних деталей найчастіше використовують лиття в піщані форми. В умовах одиничного виробництва при виготовленні особливо складних виливок застосовують ручне формування, для великих виливок застосовують лиття в землю, а в інших випадках застосовують формування в парні опоки

Для малих і середніх виливок в серійному і масовому виробництві здійснюють машинне формування опок із застосуванням металевих чи дерев'яних моделей.

Лиття в кокіль застосовують для отримання виливок з кольорових сплавів, чавуну і сталі в умовах серійного і масового виробництва.

При цьому способі лиття отримують заготовки з точністю поверхонь за 12-11 квалітетом та шорсткістю Ra 10-5 мкм. Цей метод дозволить зменшити припуски і покращити конфігурацію деталі. Але із-за дороговизни обладнання він не виправдає вартість виробу.

Литтям під тиском отримують точні виливки корпусних деталей з кольорових сплавів за 14-11 квалітетом (окремі розміри можна отримати за 10-9 квалітетом) і шорсткістю Ra 5-1,25 мкм.

Лиття у виплавлені форми застосовують для малих за масою (до 50 кг) і габаритами заготовок в умовах серійного і масового виробництва. Забезпечує точність за 10 квалітетом, але аналогічно до литва в кокіль цей метод є дорогим.

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На підприємстві для невеликих партій використовують вирізання заготовки з листового прокату, але для середньосерійного виробництва даний спосіб не доцільний через велику трудомісткість.

Для середньо серійного виробництва доцільно використовувати як заготовку виливок у піщані форми, ніж інші методи литва, що дозволить зменшити припуски на механічну обробку, а значить і трудомісткість виготовлення, також він дешевший на відміну від інших.

Згідно існуючої технології заготовку отримують литвом в піщані форми, по класу точності 11 ДСТУ 8981:2020, що відповідає третьому класу точності виливка за ДСТУ 8981:2020. Вага заготовки становить $Q = 12,2$ кг, при вазі готової деталі $q = 10,4$ кг.

Собівартість такої заготовки визначається за формулою:

$$S_{загот} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_\mu \cdot k_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{відх.}}{1000}; \text{ (грн), де}$$

C_i – базова вартість однієї тони заготовок, $C_i = 26000$ грн;

$S_{відх.}$ – вартість однієї тони відходів, $S_{відх.} = 2400$ грн;

k_T – коефіцієнт, який враховує клас точності виливка, $k_T = 1$, згідно [1], стор.34;

k_C – коефіцієнт, який враховує групу складності, $k_C = 1$, згідно [1], табл.11, стор.34;

k_B – коефіцієнт, який враховує масу виливка, $k_B = 0,91$, згідно [1], табл.11, стор.35;

k_μ – коефіцієнт, який враховує матеріал заготовки, $k_\mu = 1$, згідно [1], стор.34;

k_n – коефіцієнт, який враховує групу серійності, $k_n = 1$, для третьої групи серійності, згідно [1], табл.12, стор.35;

$$S_{загот} = \left(\frac{26000}{1000} \cdot 12,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,91 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (12,2 - 10,4) \cdot \frac{2400}{1000} = 284,33 \text{ грн.}$$

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3.2 Опис та аналіз базового техпроцесу

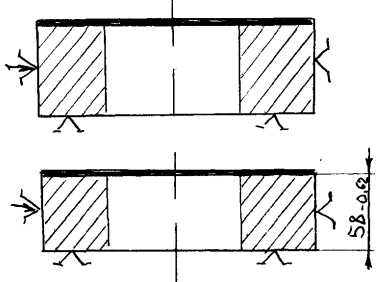
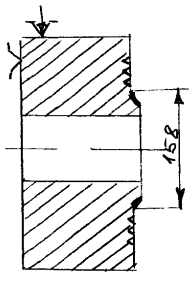
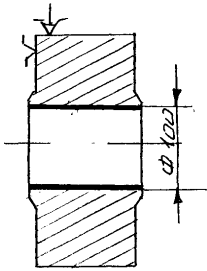
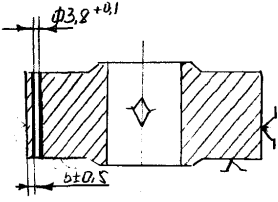
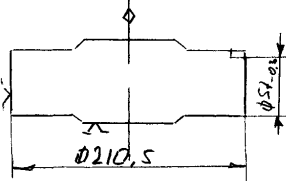
Базовий технологічний процес обробки “Корпусу” сприяє досягненню заданої конструктором точності і якості:

- в технологічному процесі забезпечено дотримання принципу єдності і суміщення баз. Після обробки чистових баз проводиться подальша обробка з використанням саме цих баз, що виходячи з конструкції деталі і послідовності її обробки сприяє досягненню заданої точності;
- обробка проводиться на спеціально оснащеному технологічному обладнанні, розташованому по технологічному принципу, який не відповідає заданому типу виробництва;
- пристрої, які використовуються для обробки даної деталі – спеціальні з низьким рівнем механізації (з ручним затиском – гвинтові та ексцентрикові) не можуть бути переналагоджені на обробку іншої деталі;
- необхідність такого взаємного розташування оброблюваних поверхонь змушує строго дотримуватись встановленої послідовності операцій;
- базовому технологічному процесі властивий низький рівень концентрації операцій, що не відповідає заданому типу виробництва через значні затрати на допоміжні операції (зняття і встановлення заготовки, налагодження верстату, міжопераційне транспортування);
- вимагає застосування значної кількості металорізального обладнання, що в свою чергу передбачає задіяння великої кількості верстатників і зайняття значної виробничої площі.

Інструмент, застосований для обробки корпусу з традиційних матеріалів ріжучої частини, придатних для обробки сталі – тверді сплави Т5К10, Т15К6 – ріжучі частини різців; швидкорізальна сталь Р6М5 – свердла, мітчики, розвертки.

					MP.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.5 - Маршрут механічної обробки деталі і зміст операцій

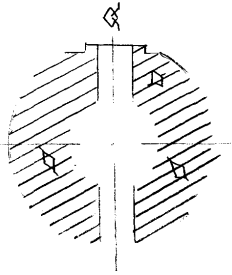
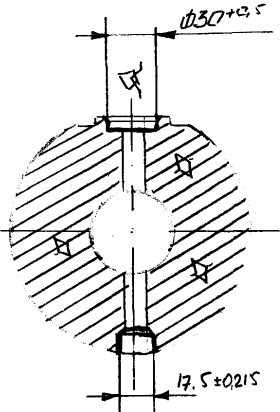
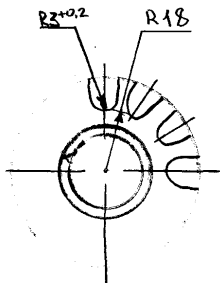
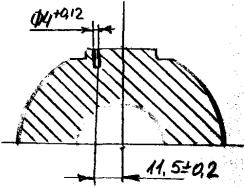
№ операції	Переходи механічної обробки даної деталі	Тип обладнання, оснастка	Схема базування
1	2	3	4
010	Заготівельна		
020	Фрезерна Фрезерувати торець з переустановкою в розмір $58_{-0,62}$	Вертикально-фрезерний верстат 6М11 Спеціальний пристрій	
030	Токарна Точити торець в розмір $52_{-0,62}$ до розміру $\varnothing 158$ та фаскою $3 \times 45^\circ$. Точити колові канавки глибиною $3 \times 90^\circ$ на $\varnothing 122$, $\varnothing 140$ з переустановкою	Токарний 1К62 Пристрій для токарної обробки корпуса	
040	Токарна Розточити отвір до розміру $\varnothing 100$ на прохід.	Токарний 1К62 Патрон 1100 ГОСТ2675-88	
050	Свердлильна Свердлити отвір $\varnothing 3,8^{+0,1}$ на прохід на відстані $5 \pm 0,5$ мм.	Вертикально-свердлильний верстат 2Н118 Кондуктор	
060	Токарна Точити уступ до розміру $\varnothing 57_{-0,3}$ на глибину 5 мм витримуючи розмір 210,5 мм	Токарний верстат 1К62 Пристрій для токарної обробки корпуса	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.5

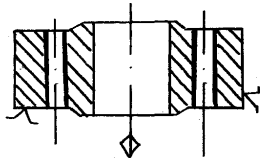
1	2	3	4
070	Свердлильна Свердлити отвір $\varnothing 16^{+0,027}$ на прохід Зенкерувати отв. $\varnothing 16^{+0,027}$ Розвернути отв. $\varnothing 16^{+0,027}$ Провернути деталь на 180° Свердлити отвір $\varnothing 16^{+0,027}$ на прохід Зенкерувати отв. $\varnothing 16^{+0,027}$ Розвернути отв. $\varnothing 16^{+0,027}$	Вертикально- свердлильний верстат 2Н118 Кондуктор	
080	Токарна Розточити отвір з $\varnothing 16^{+0,027}$ до $\varnothing 30^{+0,5}$ на глибину $10^{+0,1}$ з одночасною обробкою фаски $2 \times 30^\circ$. Переустановити. Розсвердлити отвір до $\varnothing 17,5 \pm 0,215$ на глибину $9 \pm 0,18$. Точити фаску $0,5 \times 45^\circ$	Токарний верстат 1К62 Пристрій для токарної обробки корпуса	
090	Фрезерна Фрезерувати 4 пази $R3^{+0,2}$ до розміру $R18_{-0,3}$	Вертикально- фрезерний верстат 6Р13 Поворотний стіл Пристрій для фрезерування пазів	Аналогічно до операції 080 
100	Свердлити отвір $\varnothing 4^{+0,12}$ на прохід на відстані $11,5 \pm 0,2$ мм	Вертикально- свердлильний верстат 2Н118 Кондуктор	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4
110	Свердлильна Свердли 4 отвори $\varnothing 16$ на прохід з подальшим нарізан- ням різьби M16-6H на глибину 26 мм Провернути деталь. Розсвердли отвір $\varnothing 16$ до $\varnothing 18$ на глибину 26 мм	Вертикально- свердлильний верстат 2Н118 Кондуктор	
120	Слюсарна	Верстак слюсарний	

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3.3 Обґрунтування вибору проектного варіанту маршруту механічної обробки

Оскільки при розробці проектного варіанту маршруту механічної обробки слід врахувати зміну типу виробництва з великосерійного на середньосерійне, то є необхідність збільшення рівня концентрації операцій, що доцільно провести використовуючи верстати з ЧПК. З аналізу базового технологічного процесу видно, що в проектній технології доцільно залишити без змін способи підготовки чистових баз.

Підвищені вимоги до точності і якості виконання поверхонь вимагає застосування більш точного верстату, а значні витрати допоміжного часу при обробці груп кріпильних отворів можна скоротити, впровадивши їх обробку з однієї установки.

В проектному технологічному процесі на відміну від базового доцільно об'єднати фрезерну операцію і токарні операції в одну автоматно-токарну операцію. Замість базових верстатів ми приймемо токарний вертикальний багатошпиндельний напівавтомат марки 1284.

Для свердління і розточування деяких отворів доцільно використовувати токарний верстат 1К62 для об'єднання цих операцій.

На операціях 060, 120 використовуємо верстат вертикально-свердлильний верстат марки 2Н118.

Слюсарну операцію залишаємо без змін.

Для фрезерування пазів використовуємо вертикально-фрезерний верстат марки 6М11, також цей верстат використовується в базовому технологічному процесі для фрезерування торців деталі з переустановкою.

Докладніше вище запропоновані інші зміни технологічного процесу обробки "Корпусу" відображено в таблиці 1.6

					МП.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

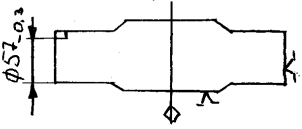
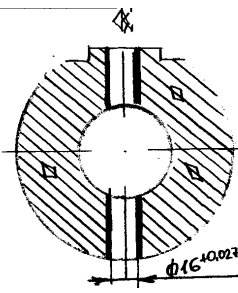
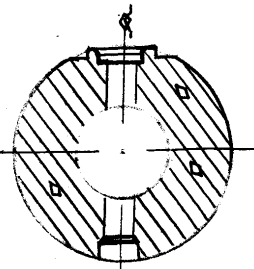
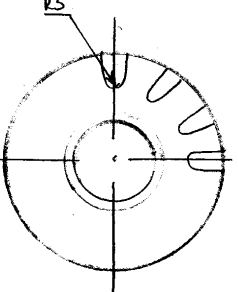
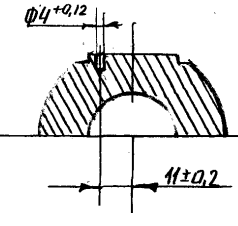
Таблиця 1.6 - Проектний маршрут механічної обробки деталі і зміст операцій

№ операції	Переходи механічної обробки даної деталі	Тип обладнання, оснастка	Схема базування
1	2	3	4
010	Заготівельна		
020	<p>Автоматно-токарна</p> <p>Позиція 1</p> <p>Встановити і закріпити деталь.</p> <p>Позиція 2</p> <p>Підрізати торець витримуючи розміри 58^{-0,62}</p> <p>Позиція 3</p> <p>Точити фаску 3x45 витримуючи розмір $\varnothing 158$</p> <p>Позиція 4</p> <p>Точити колові канавки 2x90 по розмірах $\varnothing 122$, $\varnothing 140$</p> <p>Позиція 5</p> <p>Розточити отвір витримуючи розмір $\varnothing 100^{+0,22}$ напрохід</p> <p>Позиція 1</p> <p>Зняти деталь. Повернути.</p> <p>Встановити і закріпити деталь.</p> <p>Позиція 2</p> <p>Підрізати торець витримуючи розміри 58^{-0,62}</p> <p>Позиція 3</p> <p>Точити фаску 3x45 витримуючи розмір $\varnothing 158$</p> <p>Позиція 4</p> <p>Точити колові канавки 2x90 по розмірах $\varnothing 122$, $\varnothing 140$</p> <p>Позиція 5</p> <p>Розточити отвір витримуючи розмір $\varnothing 104^{+0,22}$ на глибину 29^{+0,13}</p>	<p>Токарний багатопиндильний напівавтомат мод. 1284</p> <p>Патрон трикулачковий НЛ-1-11</p>	
030	<p>Вертикально-свердлильна з ЧПК</p> <p>Свердлити отвір $\varnothing 3,8^{+0,1}$ на прохід на відстані $5 \pm 0,5$ мм</p>	Вертикально-свердлильний верстат з ЧПК мод. 2P135Ф2	
040	<p>Вертикально-свердлильна з ЧПК</p> <p>1. Свердлити 4 отвори $\varnothing 16$ на прохід з подальшим нарізанням різьби М16-6Н на глибину 26 мм</p> <p>Провернути деталь.</p> <p>2. Розсвердлити отвір $\varnothing 16$ до $\varnothing 18$ на глибину 26 мм.</p>	<p>Вертикально-свердлильний верстат мод. 2P135Ф2</p> <p>Спеціальний пристрій</p>	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ

Арк.

050	Токарно-гвинторізна Точити уступ до розміру $\varnothing 57_{-0,3}$ на глибину 5 мм	Токарно-гвинторізний верстат 1К62 Пристрій для токарної обробки корпусу	
060	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити отвір $\varnothing 16^{+0,027}$ на прохід 2. Зенкерувати отв. $\varnothing 16^{+0,027}$ 3. Розвернути отв. $\varnothing 16^{+0,027}$ Провернути деталь на 180° 4. Свердлити отвір $\varnothing 16^{+0,027}$ на прохід 5. Зенкерувати отв. $\varnothing 16^{+0,027}$ 6. Розвернути отв. $\varnothing 16^{+0,027}$	Вертикально- свердлильний верстат 2Н118 Пристрій для свердлильної обробки корпусу	
070	Токарно-гвинторізна 1. Розточити отвір з $\varnothing 16^{+0,027}$ до $\varnothing 30^{+0,5}$ на глибину $10^{+0,1}$ з одночасною обробкою фаски $2 \times 30^\circ$. Переустановити. 2. Точити фаску $0,5 \times 45^\circ$ роз- свердлити отвір до $\varnothing 17,5 \pm 0,215$ на глибину $9 \pm 0,18$.	Токарний верстат 1К62 Пристрій для токарної обробки корпусу	
080	Вертикально-фрезерна Фрезерувати 4 пази $R3^{+0,2}$ до розміру $R18_{-0,3}$	Вертикально- фрезерний верстат Поворотній стіл Пристрій для фрезерування пазів	Аналогічно до операції 070 
090	Вертикально-свердлильна Свердлити отвір $\varnothing 4^{+0,12}$	Вертикально- свердлильний верстат 2Н118 Спеціальний пристрій	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ

Арк.

1.4 Розробка операційної технології

1.4.1 Розрахунок припусків на механічну обробку і визначення технологічних розмірів

Розрахунок припусків на механічну обробку $\varnothing 16^{+0,027}$ мм. Технологічний маршрут обробки даної поверхні складається з трьох переходів: свердління, зенкерування і розвертання з поступовим наближенням до діаметру отвору $\varnothing 16^{+0,027}$ мм.

Для розрахунку припусків складаємо таблицю, у яку послідовно записуємо технологічний маршрут обробки і всі значення елементів припуску.

Значення параметрів Rz і T, які характеризують якість поверхні заготовки, вибираємо по [4], решту параметрів Rz і T вибираємо по [4].

Таблиця 1.7 – Значення елементів припуску

Технологічні переходи обробки поверхні $\varnothing 16^{+0,027}$	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2Z_{min}$, мкм	Розрахунковий припуск φr , мм	Допуск δ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припуску, мм	
	Rz	T	Δ	ϵ				dmin	dmax	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
Свердління	100	70	10	80	-	15.424	270	15,15	15,42	-	-
Зенкерування	80	40	0,5	4	362	15.786	180	15,6	15,78	0.36	0.45
Розвертання	8	20	0,025	0,2	241	16.027	70	15,96	16,027	0.25	0.36

Сумарне значення просторових відхилень для заготовки даного типу визначається за формулою:

$$\Delta\epsilon = \sqrt{(L \cdot \Delta y)^2 + C_0^2}$$

де L - довжина отвору L = 52,5 мм

Δy – значення відводу осі свердла, $\Delta y = 0,0017$ мкм / мм ([4])

$C_0 = 10$ мкм ([4])

$$\Delta = ((52,5 \cdot 0,0017)^2 + 10^2)^{0,5} = 10,0 \text{ мкм / мм}$$

Величина залишкового просторового відхилення після свердління становить:

$$\Delta_1 = 0,05 \cdot \Delta = 0,05 \cdot 10 = 0,5 \text{ мкм / мм}$$

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Величина залишкового просторового відхилення після зенкерування становить :

$$\Delta_2 = 0,05 * \Delta_1 = 0,05 * 0,5 = 0,025 \text{ мкм/мм}$$

Похибка установки становить:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} \quad ([1], \text{ ст. 75})$$

де ε_6 – похибка базування,

ε_3 – похибка закріплення,

$\varepsilon_6 = 0$ мм, конструкторська і технологічна бази співпадають.

Похибка закріплення заготовки становить: $\varepsilon_3 = 0,08$ мм

([1], табл. 40, ст. 82)

Тоді похибка установки становить:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{0^2 + 0,08^2} = 0,08 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_1 = 80 \text{ мкм}$$

Залишкова похибка установки при зенкеруванні становить $\varepsilon_2 = 0,05 * 80 = 4$ мкм.

Залишкова похибка установки при розвертанні становить $\varepsilon_3 = 0,05 * 4 = 0,2$ мкм.

На основі вище розрахованих даних проводимо розрахунок мінімальних значень між операційних припусків, користуючись формулою:

$$2Z \min = 2(R_{z-1} + T_{t-1} + \sqrt{\Delta_{t-1}^2 + \varepsilon^2})$$

де R_{z-1} – висота нерівностей профілю на попередньому переході

T_{t-1} – глибина дефектного шару на попередньому переході

Мінімальний припуск під зенкерування:

$$2Z \min_2 = 362 \text{ мкм}$$

під розвертання:

$$2Z \min_3 = 241 \text{ мкм}$$

Визначаємо розрахункові значення розмірів.

$$dp_2 = d - 2Z \min_3 = 16,027 - 0,241 = 15,786 \text{ мм}$$

$$dp_1 = dp_2 - 2Z \min_2 = 15,786 - 0,362 = 15,424 \text{ мм}$$

Значення допусків для кожного переходу приймаємо згідно [4], у відповідності з квалітетом того чи іншого виду обробки.

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільші граничні розміри визначаємо відніманням допуску від округленого найбільшого граничного розміру

$$d_{\min_{\text{CB}}} = d_{\max_{\text{CB}}} - \delta_{\text{CB}} = 15.42 - 0.27 = 15.15 \text{ мм}$$

$$d_{\min_1} = d_{\max_1} - \delta_{\text{зен}} = 15.78 - 0.18 = 15.6 \text{ мм}$$

$$d_{\min_2} = d_{\max_2} - \delta_{\text{роз}} = 16.03 - 0.07 = 15.96 \text{ мм}$$

Визначаємо граничні значення припусків:

для розвертання

$$2Z_{\max_3} = d_{\min_2} - d_{\min_1} = 15.96 - 15.6 = 0.36 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min_3} = d_{\max_2} - d_{\max_1} = 16.03 - 15.78 = 0.25 \text{ мм}$$

для зенкерування

$$2Z_{\min_2} = d_{\max_1} - d_{\max_{\text{CB}}} = 15.78 - 15.42 = 0.36 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max_2} = d_{\min_1} - d_{\min_{\text{CB}}} = 15.6 - 15.15 = 0.45 \text{ мм}$$

Загальний припуск $2Z_{\min}$ і $2Z_{\max}$ визначаємо сумуючи проміжні припуски:

$$2Z_{\min} = 0.36 + 0.25 = 0.61 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max} = 0.45 + 0.36 = 0.81 \text{ мм}$$

Загальний номінальний припуск:

$$2Z_{\text{НОМ}} = 2Z_{\min} + E_{\text{сду}} - E_{\text{сд}_{\text{ДТ}}} [3]$$

$$2Z_{\text{НОМ}} = 0.61 + 0.135 - 0.07 = 0.675 \text{ мм}$$

Проводимо перевірку правильності виконання розрахунків.

$$2Z_{\max_2} - 2Z_{\min_2} = 0.45 - 0.36 = 0.09$$

$$\delta_1 - \delta_2 = 0.27 - 0.18$$

$$2Z_{\max_3} - 2Z_{\min_3} = 0.36 - 0.25 = 0.11$$

$$\delta_2 - \delta_3 = 0.18 - 0.07 = 0.11$$

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

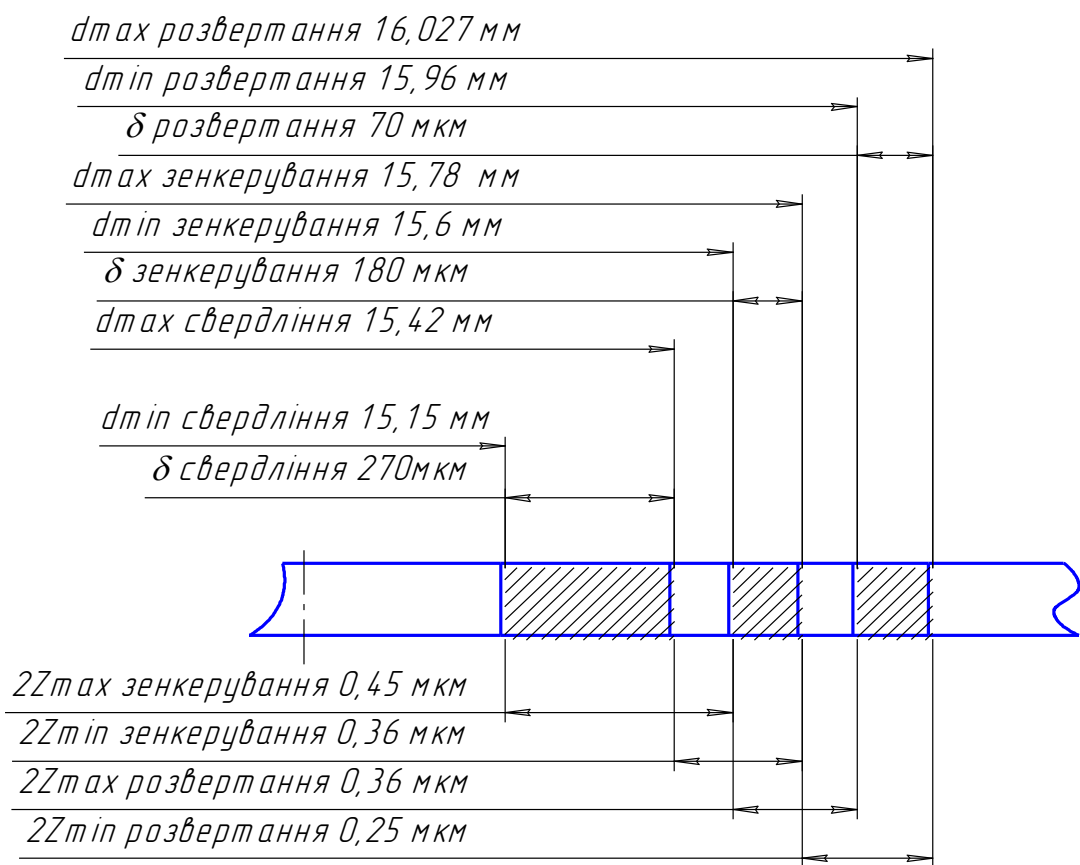


Рисунок 1.1 – Схема розташування полів припусків та допусків

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4.2 Розрахунок режимів різання та уточнення моделей верстатів

Визначення розрахунковим методом режимів різання для обробки поверхні в $\varnothing 57_{-0,3}$

Вихідні дані:

Верстат – мод. 1К62;

Інструмент – різець токарний 2103-0711 Т15К6 по ГОСТ 20872-80.

$\alpha = 8$, $\varphi = 45$, $y = 8$, $A \times B = 25 \times 25$;

Довжина різання $L = 5$ мм.

Діаметр оброблюваної поверхні – $57_{-0,3}$ мм.

Матеріал ріжучої частини різця Т15К6.

Матеріал заготовки Сталь 35Л ДСТУ 8781:2018.

Режими різання:

Глибина різання $t = 5$ мм, подача $S = 0,30$ мм/об. Швидкість різання визначається за формулою:

$$V = \frac{C_V \cdot K_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}, \text{ м/хв. [4]}$$

C_V – постійний коефіцієнт, $C_V = 360$ ([4])

m , x , y – показники степеня ([4])

$m = 0.20$; $x = 0.15$; $y = 0.20$

T – період стійкості інструменту, хв.

K_V – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання:

$$K_V = K_{mv} K_{nv} K_{uv} K_{\varphi v} K_{\varphi 1v}$$

K_{mv} - коефіцієнт впливу оброблюваного матеріалу ([4])

$$K_{mv} = C_M \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

n_v – показник степеня, $n_v = 1.75$, $C_M = 1.00$

$$K_{mv} = 1 \left(\frac{750}{540} \right)^{1.75} = 1.75$$

$K_{nv} = 0,80$ - коефіцієнт впливу поверхні заготовки ([4]);

$K_{uv} = 1,00$ - коефіцієнт впливу інструментального матеріалу ([4]);

$K_{\varphi v} = 1,00$ - коефіцієнт впливу головного кута в плані ([4]);

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{\phi_{lv}} = 0,87$ - коефіцієнт впливу допоміжного кута в плані ([4]);

$$K_v = 1.75 \cdot 0.8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.87 = 1.218$$

Швидкість різання становить:

$$V = \frac{360 \cdot 1.218}{60^{0.2} \cdot 5^{0.15} \cdot 0.3^{0.2}} = 193.2 \text{ м/хв.};$$

Сила різання визначається за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t_{xp} \cdot S_{yp} \cdot V_{np} \cdot k_p ; \text{ Н ([4])}$$

де C_p - постійний коефіцієнт ([4]), $C_p = 300$

X_p , Y_p , n_p - показник степеня ([4])

$$X_p = 1,00, \quad Y_p = 0,75, \quad n_p = -0,15$$

K_p – поправочний коефіцієнт:

$$K_p = K_{MP} K_{\phi P} K_{YP} K_{\lambda P} K_{rP}$$

K_{MP} - коефіцієнт що враховує якість оброблюваного матеріалу

де n_p - показник степеня, $n_p = 0,75$.

$$K_{MP} = \left(\frac{540}{750} \right)^{0.75} = 0.78$$

$K_{\phi P}, K_{YP}, K_{\lambda P}, K_{rP}$ - поправочні коефіцієнти на геометричні параметри інструменту

([4])

$$K_{\phi P} = 1.00, \quad K_{YP} = 1.00, \quad K_{\lambda P} = 1.00,$$

$$K_p = 0.78 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.86$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 5 \cdot 0.3^{0.75} \cdot 193.2^{-0.15} \cdot 0.78 = 1152 \text{ Н}$$

Частота обертання шпинделя верстату:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

Частота обертання становить:

$$n = \frac{1000 \cdot 193.5}{3.14 \cdot 215} = 286 \text{ хв}^{-1}$$

Ефективна потужність різання:

$$Ne = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}; \text{ кВт ([4])}$$

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_e = \frac{1152 \cdot 193.5}{1020 \cdot 60} = 3.64 \text{ кВт}$$

Потужність приводу головного руху:

$$N = \frac{N_e}{\eta} \text{ кВт}$$

де η - коефіцієнт корисної дії.

На даній операції використовується токарно-гвинторізний верстат 1К62.

Таблица 1.8 – Паспортні дані верстату 1К62

Частота обертання шпинделя, хв. ⁻¹	12.5 - 2000
Подача, мм/об	0.07 – 4.16
Потужність електродвигуна, кВт	10
Коефіцієнт корисної дії, %	0,80

$$N = \frac{3.64}{0.8} = 4.55 \text{ кВт}$$

приймаємо частоту обертання $n = 315 \text{ хв}^{-1}$;

Дійсна швидкість різання становить:

$$V = \frac{3.14 \cdot 215 \cdot 315}{1000} = 212.6 \text{ хв}^{-1}$$

Основний технологічний час на обробку поверхні:

$$T_o = \frac{L_{px}}{S \cdot n}$$

де L_{px} - довжина робочого ходу:

$$L_{px} = L_o + L_1 + L_2$$

де L_o - довжина точіння, $L_o = 5 \text{ мм}$;

L_1 - довжина врізання, $L_1 = 2.0 \text{ мм}$ ([4]);

L_2 - довжина перебігу інструменту, $L_2 = 1.0 \text{ мм}$ ([4]);

$$L_{px} = 5 + 2 + 1 = 8 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{8}{0.3 \cdot 315} = 0.07 \text{ хв}$$

					MP.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Визначення розрахунковим методом режимів різання для
обробки поверхні $\varnothing 16^{+0,027}$**

Вихідні дані:

Верстат – мод. 1К62

Інструмент - свердло спіральне, $D = 15.8$ мм.

Матеріал ріжучої частини Р6М5

Матеріал заготовки Сталь 35Л ДСТУ 8781:2018.

Режими різання:

- глибина різання $t = 7,9$ мм. Подача $S = 0,34$ мм/об ([4]).
- швидкість різання визначається за формулою:

$$V = \frac{C_V \cdot D^{q_v}}{T^m \cdot t^x \cdot S^{y_v}}, \text{ м/хв.}$$

C_V – постійний коефіцієнт, $C_V = 7.0$ ([4])

m, q, y – показники степеня ([4])

$m = 0.20; q = 0.40; y = 0.70; x = 0;$

T – період стійкості інструменту, $T = 45$ хв.

K_V – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання:

$$K_V = K_{mv} K_{uv} K_{iv} K_{sv}$$

K_{mv} - коефіцієнт впливу оброблюваного матеріалу ([4])

$$K_{mv} = C_M \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

n_v – показник степеня, $n_v = 0.90, C_M = 1.00$

$$K_{mv} = 1 \left(\frac{750}{540} \right)^{0.90} = 1.34$$

K_{uv} - коефіцієнт впливу інструментального матеріалу ([4])

$K_{uv} = 1,00;$

K_{iv} - коефіцієнт впливу глибини свердління ([4])

$K_{iv} = 0,85;$

K_{sv} - коефіцієнт впливу заточки свердла ([4])

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{sv} = 0,75;$$

$$K_v = 1.34 \cdot 1 \cdot 0.85 \cdot 0.75 = 0.85$$

Швидкість різання становить:

$$V = \frac{7 \cdot 16^{0.40} \cdot 0.85}{45^{0.2} \cdot 0.34^{0.7}} = 18.24 \text{ м/хв.};$$

Частота обертання шпинделя верстату:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

Частота обертання становить:

$$n = \frac{1000 \cdot 18.24}{3.14 \cdot 16} = 363 \text{ хв}^{-1} \text{ приймаємо } n = 400 \text{ хв}^{-1}$$

Визначаємо крутний момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad ([4])$$

де $C_M = 0,345$ - постійний коефіцієнт ([4])

q і y – показники степеня

$$q = 2,00 \text{ } y = 0,80$$

K_p – поправочний коефіцієнт

$$K_p = K_{mp}$$

K_{mp} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{np}$$

де $n_p = 0.75$ – показник степеня ([4])

$$K_{mp} = \left(\frac{540}{750} \right)^{0.75} = 0.78$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0.0345 \cdot 16^2 \cdot 0.34^{0.8} \cdot 0.78 = 29 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначаємо осьову силу різання:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

де C_p - постійний коефіцієнт

$$C_p = 68,00;$$

q і y – показники степеня

$$q = 1,00; \text{ } y = 0,70;$$

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 16^1 \cdot 0.34^{0.7} \cdot 0.78 = 3988.03 \text{ Н};$$

Визначаємо ефективну потужність при свердлінні:

$$Ne = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{29 \times 400}{9750} = 1,2, \text{ кВт}$$

На даній операції використовується токарно-гвинторізний верстат 1К62.

Таблиця 1.9 – Паспортні дані верстату 1К62.

Частота обертання шпинделя, хв. ⁻¹	12.5 - 2000
Подача, мм/об	0.07 – 4.16
Потужність електродвигуна, кВт	10
Коефіцієнт корисної дії, %	0,80

приймаємо частоту обертання $n = 400 \text{ хв}^{-1}$;

Дійсна швидкість різання становить:

$$V = \frac{3.14 \cdot 16 \cdot 400}{1000} = 20.09 \text{ хв.}^{-1}$$

Основний технологічний час на обробку поверхні

$$T_o = \frac{L_{px}}{S_M} \quad ([4])$$

де L_{px} - довжина робочого ходу,

$$L_{px} = L + (L_1 + L_2)$$

де L - довжина свердління, $L = 54 \text{ мм}$;

$(L_1 + L_2)$ - довжина врізання інструменту і перебігу;

$$(L_1 + L_2) = 6 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{54 + 6}{62.5} = 0.96 \text{ хв}$$

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення розрахунковим методом режимів різання для обробки поверхні

Ø14,8 мм для нарізання різьби М16-6Н

Вихідні дані:

Верстат – мод. 2Р135Ф2;

Інструмент - свердло спіральне $D = 14.8$ мм.;

Матеріал ріжучої частини Р6М5;

Матеріал заготовки Сталь 35Л ДСТУ 8781:2018;

Режими різання:

Глибина різання $t = 7,4$ мм.

Подача $S = 0,34$ мм/об ([4]).

Швидкість різання визначається за формулою:

$$V = \frac{C_V \cdot D^{q_v}}{T^m \cdot t^x \cdot S^{y_v}}, \text{ м/хв.}$$

C_V = постійний коефіцієнт, $C_V = 7.0$ ([4])

m, q, y – показники степеня ([4])

$m = 0.20; q = 0.40; y = 0.70; x = 0;$

T – період стійкості інструменту, $T = 45$ хв.

K_V – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання:

$$K_V = K_{mv} K_{uv} K_{iv} K_{sv}$$

K_{mv} - коефіцієнт впливу оброблюваного матеріалу ([4])

$$K_{mv} = C_M \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

n_v – показник степеня, $n_v = 0.90, C_M = 1.00$

$$K_{mv} = 1 \left(\frac{750}{540} \right)^{0.90} = 1.34$$

$K_{uv} = 1,00$ - коефіцієнт впливу інструментального матеріалу ([4]);

$K_{iv} = 0,85$ - коефіцієнт впливу глибини свердління ([4]) ;

$K_{sv} = 0,75$ - коефіцієнт впливу заточки свердла ([4])

$$K_V = 1.34 \cdot 1 \cdot 0.85 \cdot 0.75 = 0.85$$

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Швидкість різання становить:

$$V = \frac{7 \cdot 14.8^{0.40} \cdot 0.85}{45^{0.2} \cdot 0.34^{0.7}} = 17.52 \text{ м/хв.};$$

Частота обертання шпинделя верстату:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

Частота обертання становить:

$$n = \frac{1000 \cdot 17.52}{3.14 \cdot 14.8} = 377 \text{ хв}^{-1} \text{ приймаємо } n = 400 \text{ хв}^{-1}$$

Визначаємо крутний момент:

$$M_{kp} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

де $C_M = 0,345$ - постійний коефіцієнт ([4])

$$C_M = 0,345$$

q і y – показники степеня ([4])

$$q = 2,00 \text{ } y = 0,80$$

K_p – поправочний коефіцієнт ([4])

$$K_p = K_{mp}$$

K_{mp} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу ([4]):

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{np}$$

де $n_p = 0.75$ – показник степеня ([4]).

$$K_{mp} = \left(\frac{540}{750} \right)^{0.75} = 0.78$$

$$M_{kp} = 10 \cdot 0.0345 \cdot 14.8^2 \cdot 0.34^{0.8} \cdot 0.78 = 28.6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначаємо осьову силу різання:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

де C_p - постійний коефіцієнт ([4])

$$C_p = 68,00;$$

q і y – показники степеня ([4])

$$q = 1,00; \text{ } y = 0,70;$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 14.8^1 \cdot 0.34^{0.7} \cdot 0.78 = 3982.03 \text{ Н};$$

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо ефективна потужність при свердлінні:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}; \text{кВт}$$

$$N_e = \frac{28.6 \cdot 400}{9750} = 1.2 \text{ кВт}$$

На даній операції використовується токарно-гвинторізний верстат мод. 1К62.

Таблиця 1.10 – Паспортні дані верстату 1К62

Частота обертання шпинделя, хв. ⁻¹	12.5 - 2000
Подача, мм/об	0.07 – 4.16
Потужність електродвигуна, кВт	4
Коефіцієнт корисної дії, %	0,80

приймаємо частоту обертання $n = 400 \text{ хв}^{-1}$;

Дійсна швидкість різання становить:

$$V = \frac{3.14 \cdot 14.8 \cdot 400}{1000} = 18.5 \text{ хв}^{-1}$$

Основний технологічний час на обробку поверхні

$$T_o = \frac{L_{px}}{S_M} \quad ([4])$$

де L_{px} - довжина робочого ходу,

$$L_{px} = L + (L_1 + L_2)$$

де L - довжина свердління, $L = 58 \text{ мм}$;

$(L_1 + L_2)$ - довжина врізання інструменту і перебігу ([4]);

$$(L_1 + L_2) = 6 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{58 + 6}{62.5} = 1.39 \text{ хв}$$

На решту операцій режими різання зведемо в таблицю 1.11.

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змін.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	

МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ

Арк.

Таблиця 1.11 – Нормативні значення режимів різання

№ операції № переходу	Назва і зміст операції	Модель верстату	Діаметр	Ширина	Довжина різання	Довжина врізання і виходу інструменту	Довжина робочого ходу	Число проходів	Глибина різання	Подача таблична	Швидкість різання таблична	Частота обертання таблична	Подача фактична	Швидкість різання фактична	Частота обертання фактична	Потужність	Основний час
020	Автоматно-токарна	1284	215	-	10	3	20	1	5	0,30	202,5	744	0,30	201,3	630	0,56	0,45
	Підрізати торець витримуючи розмір 58 _{0,62}																
	Точити фаску витримуючи Ø158																
	Точити колові канавки 2×90° на Ø122 і Ø140																
	Розточити отвір до Ø110																
	Підрізати і точити торець витримуючи розмір Ø58 _{0,62}																
	Точити фаску витримуючи Ø158																
	Точити колові канавки 2×90° на Ø122 і Ø140																
030	Вертикально-свердлильна	2Н118	3,8	-	18	3	21	2	3,35	0,11	30,5	144,9	0,11	26,3	1250	1,8	0,31
	Свердлити отвір Ø3,8 на прохід																
040	Вертикально-свердлильна	2Р135Ф2	2,5	-	2,5	1	3,5	5	2,5	0,20	26,0	1783	0,20	25,1	1600	0,85	0,06
	Центрувати 4отв Ø2,5																
	Свердлити 4отвори Ø14,8																
	Нарізати різьбу М16-6Н																
050	Токарно-гвинторізна	1К62	57	-	5	2	8	1	20	0,4	31,0	300	0,4	30,5	300	0,76	0,7
	Точити уступ Ø57 _{0,3}																
060	Вертикально-свердлильна	2Н118	15,42	-	52	2	21,0	1	1,5	0,10	36,0	836	0,10	43,0	600	1,00	0,23
	Свердлити отвір Ø15,42																
	Зенкерувати до Ø 15,78																
	Розвертати до Ø 16 ^{0,027}																
070	Токарно-гвинторізна	1К62	16	-	10	2	21,0	1	1,5	0,10	36,0	836	0,10	43,0	600	1,00	0,23
	Зенкувати з Ø 16 ^{0,027} до Ø30 ^{+0,5}																
	Розсвердлити з Ø 16 ^{0,07} до Ø17,5 ^{+0,5}																
080	Вертикально-фрезерна	6М11	3	3	10	3	31	1	1,25	0,30	38,0	744	0,30	41,0	630	0,75	0,95
	Фрезерувати 4 пази																
090	Вертикально-свердлильна	2Н118	4	-	5	2	19,0	1	3	0,20	25,0	1326	0,20	23,6	1250	0,85	0,08
	Свердлити Ø4 ^{+0,12}																

1.4.3 Аналіз точності обробки

Розвертають циліндричний отвір $\varnothing 16^{+0,027}$. Матеріал деталі сталь 35Л. Інструмент розвертка суцільна з конічним хвостовиком 2363-3436 ГОСТ1675-80.

Похибки що виникають в процесі розвертання і впливають на точність розміру наступні:

Δ_i – похибка від розмірного спрацювання інструменту, береться зі знаком “-“, систематична, закономірно змінна це похибка залежить від розмірного спрацювання розверток:

$$\Delta_i = U_o \cdot (1 + V \cdot T / 100)$$

T – час обробки, хв. змінна величина.

U_o – відносне спрацювання поверхні зуба $U_o = 5$ мкм/км

V = 8,79 м/хв швидкість різання.

Таблиця 1.12 – Значення похибки розмірного спрацювання в залежності тривалості обробки

T, хв.	0	2	4	6	8	10	12	15	20	25	40	501
Δ_i	-5,000	-5,0888	-5,176	-5,264	-5,352	-5,440	-5,527	-5,659	-5,879	-6,099	-6,758	-27,02

$\Delta_{ін}$ – допуск на виготовлення розвертки.

$$\Delta_{ін} = 0,008 \text{ мм} = 8 \text{ мкм}$$

$\Delta_{нн}$ – похибка миттєвого розсіяння розміру з урахуванням похибки від температурного розширення інструменту. Дана похибка визначена на основі експериментальних даних і залежить при розвертанні в основному від кількості проходів і величини припуску.

Для одинарного розвертання $\Delta_{нн} = 0,04 \text{ мм} = 4 \text{ мкм}$.

Допуск на виготовлення отвору T = 0,07 мм.

На основі встановлених похибок обробки будуємо діаграму похибок обробки. З теоретичної діаграми точності визначаємо стійкість інструменту

$$T_T = 501 \text{ хв. при } T_e = 25 \text{ хв.}$$

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Економічна стійкість $T_e = 60$ хв. то T_T менше T_e , а значить загальна похибка обробки рівна:

$$T_{\text{сум}} = \Delta_{\text{ін}} + \Delta_i + \Delta_{\text{мн}} = 0,008 + 0,04 + 0,06099 = 0,054 \text{ мм}$$

Кількість деталей оброблених до вимушеної зміни розвертки:

$$N_{\text{дет}} = \frac{T_e}{T_o} \quad N_{\text{дет}} = \frac{25}{0,15} = 167 \text{ шт.}$$

Питомий вклад первинних похибок обробки в загальну похибку визначаємо за формулою: $C_j = \frac{\Delta_j}{\Delta_{\text{сум}}}$

де Δ_j – величина j-тої похибки;

Результати розрахунку заносимо в таблицю на основі яких будуємо гістограму похибок обробки.

Таблиця 1.13 – Результати розрахунку питомого вкладу первинних похибок.

Позначення похибок Δ_j	$\Delta_{\text{ін}}$	Δ_i	$\Delta_{\text{мн}}$
Значення похибки Δ_j , мм	0,008	0,006	0,04
C_j , %	15	11	74

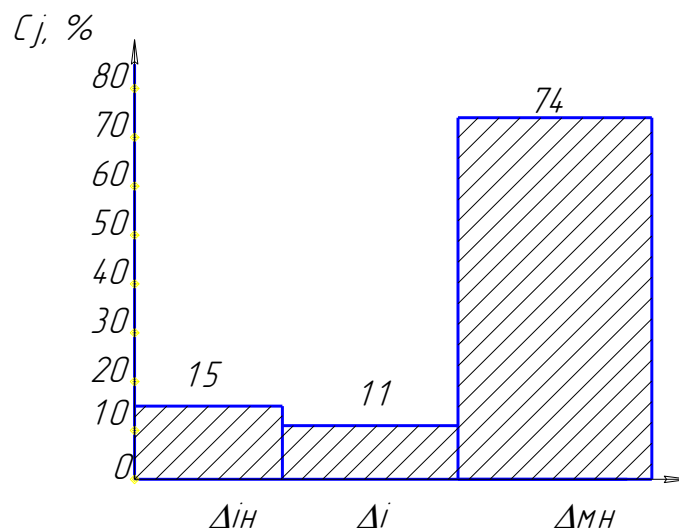


Рисунок 1.2 – Гістограма похибок обробки

Висновок: з гістограми похибок встановлено, що домінуючою похибкою є похибка миттєвого настроювання, що залежить в основному від числа проходів і величини припуску. Можливі основні заходи по підвищенню надійності забезпечення точності обробки – раціональний підбір режимів різання.

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4.4 Розрахунки, пов'язані з підготовкою карти наладки і керуючої програми

Проводиться обробка отворів у торці деталі Корпус на вертикально-свердлильному верстаті з ЧПК моделі 2P135Ф2.

Базування деталей здійснюють по ступені Ø110 на площину виточки. Пристрій механізований, оснащений пневмоприводом. Оскільки свердління проводиться без застосування кондукторних втулок вводимо перехід – центрування.

Для закріплення свердла і зенківки використовуємо трьох кулачковий самоцентруючий патрон. Для кріплення мітчика використовуємо спец патрон за ДСТУ ГОСТ 14077:2008. Перехідна втулка для кріплення мітчика вибирається по ГОСТ 15536-70.

Для центрування використовуємо центроване свердло Ø 2.5. ГОСТ 6694 – 72 Для свердління чотирьох отворів Ø16 використовуємо свердло - 035-2300-1253 ГОСТ 21120-1-80.

Нарізання різьби в отворах проводиться мітчиком 0.35-2620-0528
ГОСТ 22152-1-74.

Систему координат верстату (СКВ) вибираємо відповідно з ДСТУ ГОСТ 21611:2014 Станки вертикально-свердлильні с числовим програмним управлінням і прив'язуємо її з системою координат деталей (СКД) в початку координат – кут деталі сумістивши НД з технологічною базою – точка НД знаходиться на торці деталі в центрі.

Графічна схема налагодження і прив'язки СКВ, СКД і НД показана на рисунку 1.3

Визначення координат опорних точок в даній системі ЧПК (Координатна С70) зводиться до визначення необхідних координатних переміщень інструментів відносно початку координат.

Всю необхідну геометричну і технологічну інформацію, потрібну для налагодження верстату і складання керуючої програми (КП) оформляємо у вигляді розрахунково-технологічної карти (РТК) табл. 1.14.

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

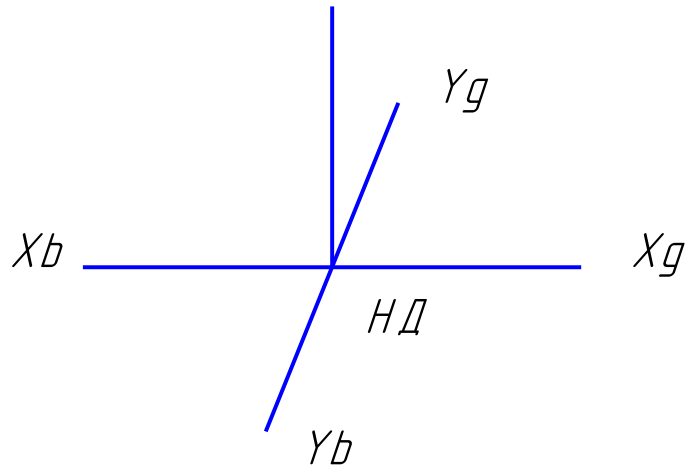


Рисунок 1.3 - Схема прив'язки системи координат

Схема розмірного налагодження показана в графічній частині роботи.

Таблиця 1.14 – Розрахунково-технологічна карта

Деталь		Операція			Верстат				Система ЧПК			
Корпус		Операція 040			2P135Ф2				Координата С-70			
Геометрична інформація					Технологічна інформація							
№ точки	Діляна траєкторії	X ₁ мм	Y ₁ мм	Z ₁ мм	S _o , об/хв	S _м , мм/хв	V ₁ , м/хв	n ₁ , хв. ⁻¹	Напрям обертання	МОР	№ інструменту	№ коректора
0	0	0	0	+120	-	-	-	1600	-	-	Пі1	L1
0 ₁	-	-30	0	+80	-	2400	-	1600	Пр	-	Пі1	L1
1	-	-30	0	+26	-	2400	-	1600	Пр	+	Пі1	L1
1 ₁	-	-30	0	+19	0,2	320	25,2	1600	Пр	+	Пі1	L1
0 ₁ ^I	-	-30	0	+80	-	2400	-	1600	Пр	-	Пі1	L1
1 ^I	-	+30	0	+26	-	2400	-	1600	Пр	+	Пі1	L1
1 ₁ ^I	-	+30	0	+19	0,2	320	25,1	1000	Пр	+	Пі1	L2
2	-	-30	0	+26	-	2400	-	1000	Пр	+	Пі1	L2
2 ₁	-	-30	0	+4	0,2	200	25,2	1000	Пр	+	Пі2	L2
0 ₁ ^{III}	-	+30	0	+65	-	2400	-	1000	Пр	-	Пі2	L2
2	-	+30	0	+26	-	2400	-	1000	Пр	+	Пі2	L2
2 ₁ ^I	-	+30	0	+4	0,2	200	52,2	630	Пр	+	Пі2	L2
0 ₁ ^{IV}	-	0	0	+65	-	2400	-	630	Пр	-	Пі2	L3
0 ₁ ^V	-	0	0	+60	-	2400	-	630	Пр	-	Пі4	L4
4	-	0	0	+25	-	2400	-	630	Пр	+	Пі4	L4
4 ₁	-	0	0	-30	0,2	800	23,7	630	Пр	+	Пі4	L4
0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

1.4.5 Нормування технологічного процесу

Тип виробництва – середньо-серійний.

Партія деталей $n=120$ шт.

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

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

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

n – число деталей у партії, шт.

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

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

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

$T_{вим}$ – час на вимірювання, хв.;

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

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

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

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

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

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

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

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

Результати розрахунку по операціях заносимо результати в таблицю 1.15.

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.15 – Нормування технологічного часу

№ операції	Назва операції	T_0 , хв.	T_∂ , хв.	$П_{обс} + П_{пер}$, %	$T_{ум}$, хв.	$T_{п.з}$, хв.	$T_{ш.к}$, хв.
020	Автоматно-токарна	1,23	4,51	8	6,2	25	6,41
030	Вертикально-свердлильна	0,31	0,71	8	1,1	15	1,23
040	Вертикально-свердлильна	0,56	5,69	12	7	18	7,15
050	Токарно-гвинторізна	0,7	2,57	10	3,6	15	3,73
060	Вертикально-свердлильна	0,38	3,14	8	3,8	20	3,97
070	Токарно-гвинторізна	1,67	2,18	9	4,2	15	4,33
080	Вертикально-фрезерна	0,95	0,72	8	1,8	25	2,01
090	Вертикально-свердлильна	0,08	6,86	8	7,5	18	7,65

					МП.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Конструкторська частина

2.1 Свердлильний пристрій

2.1.1 Опис і принцип роботи пристрою

Пристрій призначений для установки і закріплення деталі при обробці її на свердлильному верстаті мод. 2P135Ф2.

При обробці деталі в даному пристрої необхідно забезпечити обробку отворів Ø16 з міжцентровою відстанню $l = 180$.

Привід пристрою – пневматичний, циліндр двохсторонньої дії.

Пристрій складається з корпусу, в якому встановлюється установочна гільза, та пневмопривід із системою важелів, прихватів.

Деталь базується по циліндричній поверхні діаметром Ø110гб.

При подачі стисненого повітря у штокову порожнину шток рухається ввєрх і діє на два штовхачі, які в свою чергу діють на прихвати і закріплюють деталь. Прихвати виконані таким чином, що при підніманні їх на певну висоту все-одно неможливо витягнути деталь, тому вони при виході на певну висоту повертаються на 90°, що і дає змогу зняти деталь з пристрою і продовжити технологічний процес обробки даної деталі. На самому пристрої деталь базується в гільзі, а притискачі тільки закріплюють цю деталь в даній гільзі, в вертикальному положенні.

При подачі стисненого повітря у штокову порожнину шток рухається вниз причому штовхачі через передаюче коромисло передає зусилля на штовхачі 5 (дві штуки), а штовхачі - на прихвати 3, які безпосередньо затискають деталь. Всі сили від циліндра до деталі передаються під прямим кутом, що значно зменшує некорисні витрати сили і більшу доцільність пристрою. Пристрій живиться стиснутим повітрям, яке поступає в циліндр. На даному пристрої циліндр один, але його сила розподіляється рівномірно на два штовхачі, а ті, в свою чергу, послідовно передають силу на прихвати, за винятком втрати сили на тертя. Циліндр на цьому пристрої спроектований двосторонньої дії, тобто для затиску і розтиску деталі в гільзі. Сам пристрій кріпиться безпосередньо на верстат за допомогою болтів, які входять в пази на столі верстату і закріплюються гайками на пристрої, що досить зручно і доцільно в даному випадку. Штовхачі кріпляться

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

до коромисла і прихватів за допомогою різьбового з'єднання, для того, щоб при поломці можливо було зробити заміну, і чисто з технологічної сторони складання пристрою. Деталь на даному пристрої встановлюється безпосередньо в гільзу. Пристрій встановлюється на верстаті таким чином, щоб лінія перетину двох свердл була перпендикулярною до лінії перетину прихватів. Сила затиску достатня для цього.

Конструкція пристрою надійна у роботі і безпечна в експлуатації, що нам і потрібно.

2.1.2 Інженерні розрахунки для підтвердження працездатності пристрою

Розрахунок сили затиску і визначення основних параметрів пристрою

При обробці деталі на даній операції сила буде виникати при безпосередньому дотику свердла до деталі, знімаючи при цьому шар металу і формуючи відповідну форму деталі. Отвори, які потрібно виконати на даній операції і при допомозі даного пристрою, мають такі параметри: діаметр їхній $\varnothing 14.8$, відстань між їхніми центрами 180 мм, лінія їх перетину проходить через центр деталі, що дозволяє зменшити похибку їхнього одержання. Розрахунок сили затиску проводимо по силі різанні, яка виникає при виконанні даної операції.

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K = 1.5 \cdot 1.2 \cdot 1.2 = 2.15$$

$$W = \frac{2.15 \cdot 28.6}{2 \cdot 0.25 \cdot 0.1} = 729.8 \text{ Н}$$

Штовхаюче зусилля на штоку пневмоциліндра:

$$W = \frac{\Pi}{4} \cdot D^2 \cdot \eta \cdot P \quad [7]$$

звідси:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\Pi \cdot P \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 729.8}{3.14 \cdot 50 \cdot 0.85}} = 112.3 \text{ мм}$$

Приймаємо пневмоциліндр $D = 12,5$ см із зусиллям на штоку $W = 700$ Н згідно ISO 6432

Розрахунок слабкої ланки на міцність

Слабкою ланкою пристрою є штанга 5, яка передає зусилля від коромисла розподілювача сил до прихвата, і особливо в тому місті де виконано заточення на різьбу. Найбільші зусилля виникають під час затиску деталі у вісі виникають дотичні напруження, що можуть привести до зрізу матеріалу штанги. Проведемо розрахунок діаметра штанги виходячи з умови міцності на зріз

$$\tau_{зр} = \frac{4 \cdot W}{\Pi \cdot D^2} \leq [\tau_{зр}]$$

де $\tau_{зр}$ - дотичні напруження зрізу, що виникають при затиску деталі в штанзі, МПа;

$[\tau_{зр}]$ - допустимі напруження зрізу матеріалу штанги .

Для сталі 35 після нормалізації $[\tau_{зр}] = 74$ МПа

Отже:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\Pi \cdot [\tau_{зр}]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 700}{3.14 \cdot 74}} = 8.68 \text{ мм}$$

В даному пристрої ця штанга спроектована з діаметром $D = 14$ мм, який виконаний із запасом, тому ми його приймемо остаточним.

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок пристрою на точність

Допустиму точність виготовлення пристрою (допуск на розмір, що з'єднує елемент пристрою, який визначає положення деталі з виконавчою або установчою поверхнею пристрою) $[\varepsilon_{\text{пр}}]$ визначаємо за формулою

$$[\varepsilon_{\text{пр}}] = T/2 - \sqrt{(0.85 \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + (0.85w)^2}, \text{ мкм}$$

де ε_6 - похибка базування заготовки в пристрої;

ε_3 - похибка закріплення деталі в пристрої;

w – економічна точність обробки.

$\varepsilon_6 = 0.126$ мм див. пункт 1.6.1.2

$\varepsilon_3 = 70$ мкм [1] ст.82табл.4.10

w = 40 мкм

T = 0.125 мм допуск на розмір 65, на який впливає пристрій.

$$[\varepsilon_{\text{пр}}] \leq 0.18/2 - \sqrt{(0.85 \cdot 0.126)^2 + 0.07^2 + (0.85 \cdot 0.040)^2}$$

$$[\varepsilon_{\text{пр}}] \leq 0.018 \text{ мм}$$

Для визначення допуску на розмір від осі установчої гільзи до осі обробляючого отвору у формулу підставляємо допуск на розмір який задає відносне положення даних отворів деталі, тобто $45h14_{(-0.74)}$.

Тоді:

$$[\varepsilon_{\text{пр}}] \leq 0.74/1.2 - \sqrt{(0.85 \cdot 0.126)^2 + 0.07^2 + (0.85 \cdot 0.040)^2}$$

$$[\varepsilon_{\text{пр}}] \leq 0.059 \text{ мм}$$

2.1.3 Розрахунок коефіцієнта уніфікації

Коефіцієнт уніфікації визначаємо за формулою

$$K_y = \frac{C}{K} \cdot 100\%$$

де C = 12 – кількість стандартних деталей у пристрої

K = 29 – загальна кількість деталей у пристрої.

$$K_y = \frac{12}{29} \cdot 100\% = 41\%$$

					MP.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Контрольний пристрій

2.2.1 Опис будови і роботи контрольного пристрою

Пристрій призначений для перевірки відхилення від перпендикулярності торця деталі до її осі.

Установчим елементом пристрою є корпус у формі пробки, на яку також кріпиться індикатор із стійкою.

При установці деталі на стіл, після того як було знято покази індикатора при вимірюванні еталона, порівнюємо одержані покази, визначаємо їх різницю і здійснюємо поділ на нормальні і браковані деталі. Браковані деталі відправляємо на доопрацювання, якщо це можливо, а інакше просто в брак.

Вимірювання проводиться індикатором. Кожного разу при вимірюванні ми відводимо наконечник індикатора, встановлюємо у пристрій деталь і відпускаємо наконечник. Дивимося на покази індикатора і порівнюємо з показами еталона. При необхідності величину перпендикулярності можна контролювати в кількох січеннях, повертаючи індикатор навколо своєї осі.

2.2.2 Розрахунок точності контрольного пристрою

Допуск на перпендикулярність $T = 0.04$ мм;

Пристрій забезпечить точність вимірювання при дотримання умови:

$$T_{\text{пер}} \geq (1.2 - 1.3)\varepsilon_{\text{к}};$$

де $\varepsilon_{\text{к}}$ – похибка контрольного пристрою;

$$\varepsilon_{\text{к}} = 1.2 \cdot \sqrt{K \cdot \varepsilon_{\text{б}}^2 + \varepsilon_{\text{к.н.}}^2 + \varepsilon_{\text{з}}^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2};$$

де $\varepsilon_{\text{б}}$ - похибка базування; $\varepsilon_{\text{б}} = 0$ – технологічна і вимірна база співпадають;

K – коефіцієнт, що враховує відхилення закону розподілу похибки базування від нормального, $K = 0.8$;

$\varepsilon_{\text{к.н.}}$ - кінематична похибка вимірювання приладу (індикатор ИЧ.02 ДСТУ ГОСТ 577:2009); $\varepsilon_{\text{к.н.}} = 0.012$ мм

$\varepsilon_{\text{з}}$ - похибка яка виникає у результаті зазорів контрольного приладу ;

$\varepsilon_{\text{п}} = 0$ – зазор відсутній;

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ε_n - похибка, пов'язана з передавальним відношенням ланок між контрольним приладом і вимірювальною деталлю; $\varepsilon_n = 0$ мм.

$$\varepsilon_k = 1.2 \cdot \sqrt{0.8 \cdot 0^2 + 0.012^2 + 0^2} = 0.012 \text{ мм};$$

$$T = 1.2 \cdot 0.012 = 0.01 \text{ мм};$$

Пристрій забезпечує точність вимірювання.

2.2.3 Розрахунок рівня уніфікації

Визначаємо рівень уніфікації і стандартизації пристрою за формулою

$$K_y = \frac{C}{K} \cdot 100\%$$

де $C = 4$ – кількість стандартних деталей у пристрої.

$K = 11$ – загальна кількість деталей у пристрої.

$$K_y = \frac{4}{11} \cdot 100\% = 36\% .$$

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Імітаційне моделювання роботи притискної ланки верстатного пристрою

Імітаційне моделювання є одним із ключових методів сучасної інженерної практики, що забезпечує можливість дослідження поведінки конструкцій під дією різних експлуатаційних навантажень без виготовлення фізичних прототипів. Програмний комплекс **SolidWorks Simulation** реалізує метод скінченних елементів (МСЕ), який дозволяє отримати кількісні характеристики напружено-деформованого стану, переміщень та контактних взаємодій у складних механічних системах.

У процесі моделювання здійснюється дискретизація геометрії конструкції на скінченні елементи, що забезпечує можливість розрахунку локальних напружень, деформацій та переміщень. Застосування МСЕ у SolidWorks Simulation дозволяє враховувати граничні умови, матеріальні характеристики та контактні взаємодії між деталями. Це забезпечує високу точність прогнозування міцності та жорсткості конструкцій.

До основних напрямів застосування імітаційного моделювання у SolidWorks Simulation належать:

- **Статичний аналіз** для визначення напружень і деформацій у пружній області;
- **Аналіз контактних взаємодій**, що дозволяє оцінити розподіл контактного тиску та можливі зони концентрації навантажень;
- **Динамічний та модальний аналіз**, спрямований на дослідження вібраційних характеристик та стійкості конструкцій;
- **Тепловий аналіз**, що дає змогу оцінити вплив температурних полів на міцність та працездатність виробу;
- **Оптимізація конструкції**, яка базується на пошуку раціональних параметрів геометрії та матеріалів з метою зменшення маси при збереженні необхідного запасу міцності.

Для дослідження розроблено 3D-модель пристрою (рис. 3.1).

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До штока прикладено навантаження величиною 729 Н. На схемі відсутня опора для деталі 1, натомість її дію замінено відповідним обмеженням.

На рисунку 3.3 подано сітку скінченних елементів.

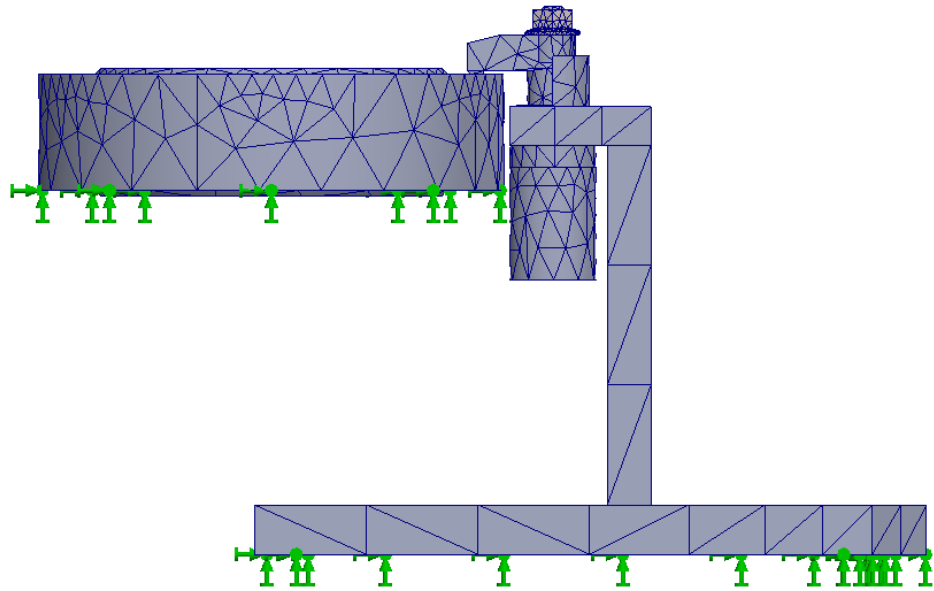


Рисунок 3.3 – Сітка скінченних елементів

Матеріали деталей, з яких складається пристрій мають такі характеристики:

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

На рисунках 4-7 наведено результати моделювання.

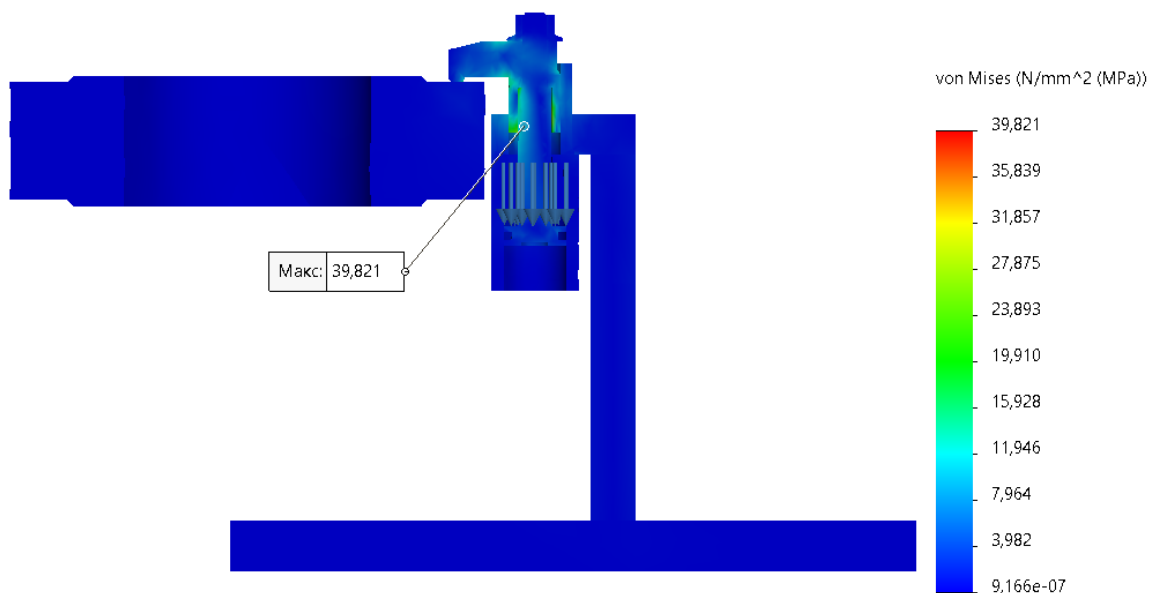


Рисунок 3.4 – Еквівалентні напруження

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Максимальне значення еквівалентних напружень за критерієм Мізеса, отримане в результаті моделювання 39.821 МПа. Це значення є суттєво меншим за межу текучості матеріалу 450 МПа, що свідчить про роботу конструкції у пружній області без ризику виникнення пластичних деформацій. Коефіцієнт запасу міцності становить:

$$K=450/39.821 \approx 11.3$$

Такий запас вважається надмірним для більшості стаціонарних навантажувальних режимів, що відкриває можливості для конструктивної оптимізації.

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

Таким чином, конструкція є міцною в даних умовах навантаження та не потребує додаткового підсилення. За необхідності зменшення маси або вартості виробу можна оптимізувати окремі елементи, зберігаючи запас міцності на рівні $K \approx 1.5-2$, що є прийнятним для більшості інженерних застосувань.

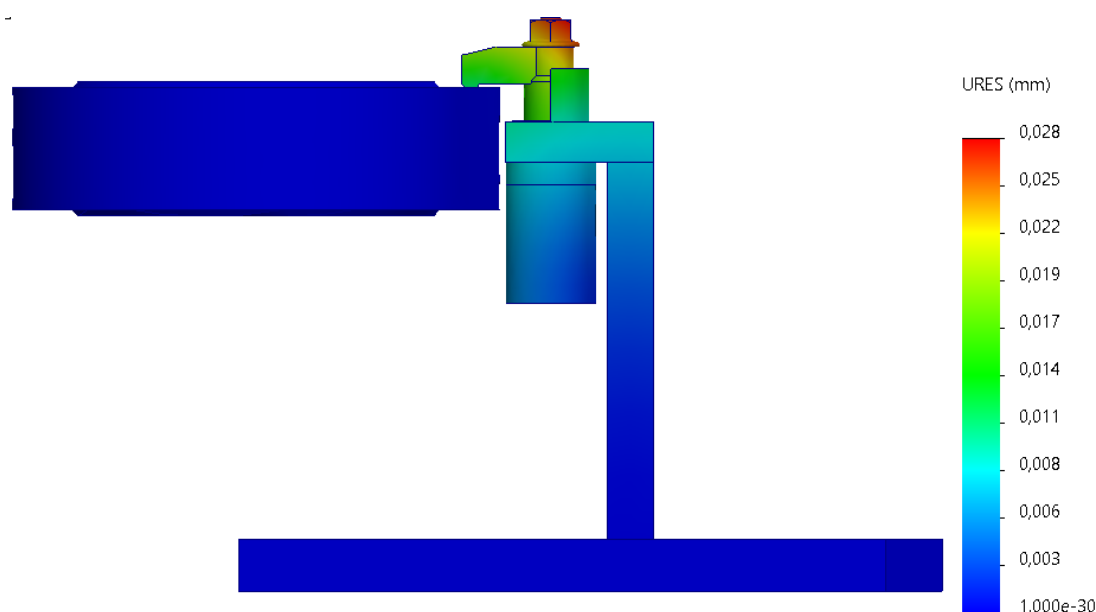


Рисунок 3.5 – Переміщення

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Максимальне значення переміщень, отримане в результаті моделювання, становить **0.028 мм**. Це свідчить про незначну деформацію конструкції під дією навантаження, що відповідає високій жорсткості системи. Зона максимальних переміщень локалізована у верхній частині конструкції, що відповідає очікуваному напрямку деформації при прикладеному навантаженні. Розподіл переміщень є плавним, без різких градієнтів, що свідчить про коректну геометрію та адекватну жорсткість опорних елементів. Відсутність надмірних переміщень підтверджує правильний вибір матеріалу та конструктивної схеми. Конструкція не потребує додаткового підсилення або жорсткісної оптимізації. За потреби зменшення маси або вартості виробу можна локально зменшити товщину окремих елементів, зберігаючи допустимий рівень переміщень ≤ 0.05 мм для більшості стандартних режимів експлуатації.

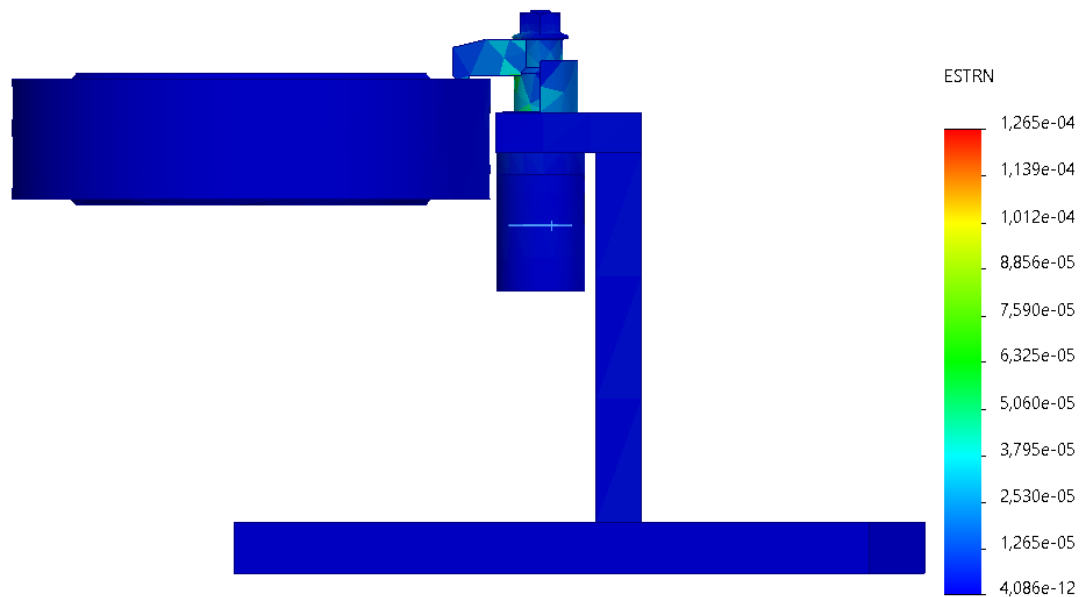


Рисунок 3.6 – Деформація

Максимальне значення деформації, отримане в результаті моделювання, становить 1.265×10^{-4} . Це свідчить про малу пружну деформацію конструкції під дією навантаження, що відповідає високій жорсткості матеріалу та правильному розподілу навантаження.

Зона максимальних деформацій локалізована у верхній частині конструкції, поблизу точки прикладання навантаження. Розподіл деформацій є плавним, без

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

різких локальних піків, що свідчить про коректну геометрію, відсутність концентраторів деформацій та адекватну жорсткість опорних елементів.

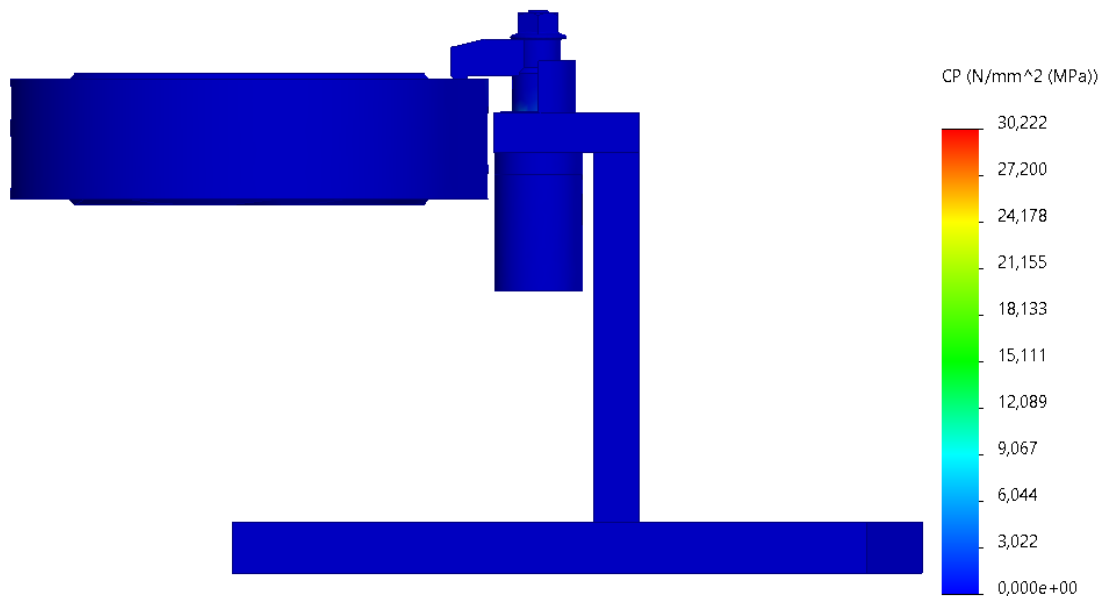


Рисунок 3.7 – Контактний тиск

Максимальне значення контактної тиску, отримане в результаті моделювання, становить **30.222 МПа**. Це значення відповідає зоні локального контакту між елементами конструкції, де спостерігається найбільша концентрація навантаження. Такий рівень тиску є допустимим для більшості сталевих матеріалів, особливо за умови відсутності повторюваних.

Розподіл контактної тиску є локалізованим — більшість поверхні перебуває в області низьких значень (від 0 до 6 МПа), що свідчить про рівномірне прикладання навантаження та відсутність надмірних піків по всій площі контакту. Зона максимального тиску має обмежену площу, що знижує ризик зносу або пластичної деформації.

Контактна взаємодія реалізована коректно:

- немає проривів або втрати контакту;
- тиск розподілений плавно;
- геометрія сприяє рівномірному навантаженню.

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок.

Конструкція демонструє високу міцність, жорсткість і стабільність при заданих умовах навантаження. Всі ключові показники знаходяться в межах допустимих значень, що підтверджує правильність вибору матеріалу, геометрії та граничних умов.

Додаткове підсилення не потрібне. За потреби оптимізації можна зменшити матеріалосмність окремих елементів, зберігаючи запас міцності на рівні $K \approx 1.5-2$ та допустимий рівень переміщень ≤ 0.05 мм.

					MP.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

В результаті виконання магістерської роботи проведено детальний аналіз базового заводського технологічного процесу механічної обробки корпусу СК 1166.23.01.00.00 СК і запропоновано ряд змін з метою зниження трудомісткості обробки. Спроектовано покращений технологічний процес механічної обробки корпусу з врахуванням зміни типу виробництва, у якому впроваджено більш ефективне обладнання (верстат автомат і верстат з ЧПК), швидкодіючі пристрої із пневмоприводом затискної ланки. Це дозволило зменшити собівартість виготовлення деталей.

Результати роботи можуть бути використані на виробництві.

					MP.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Література

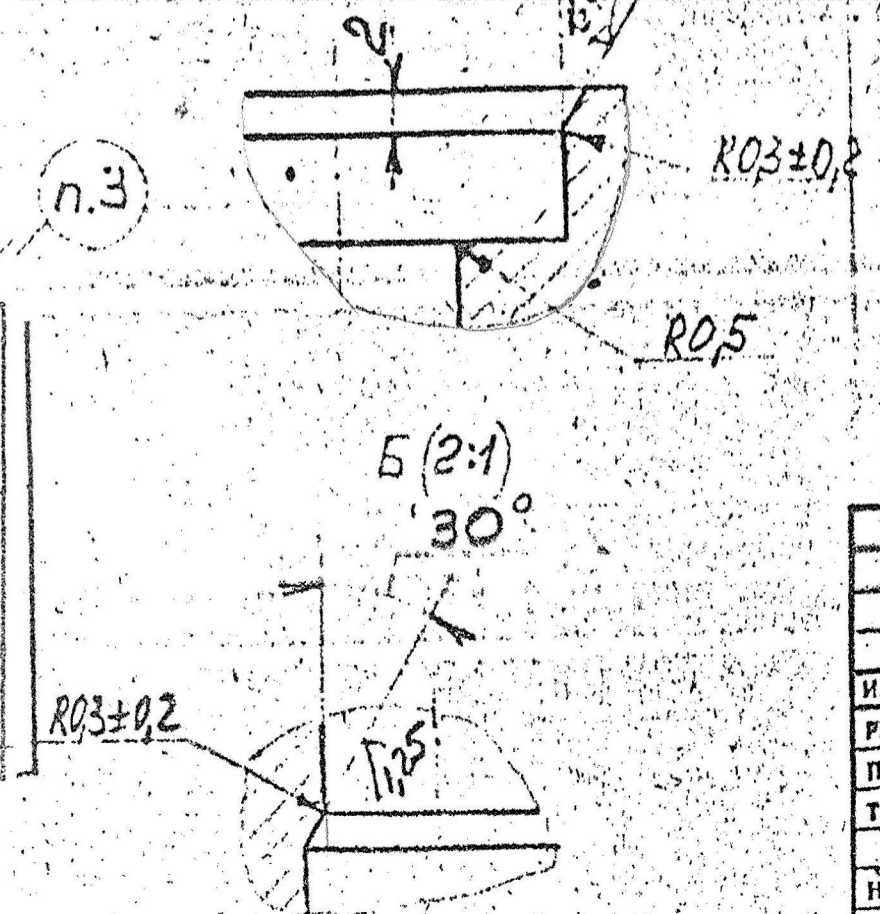
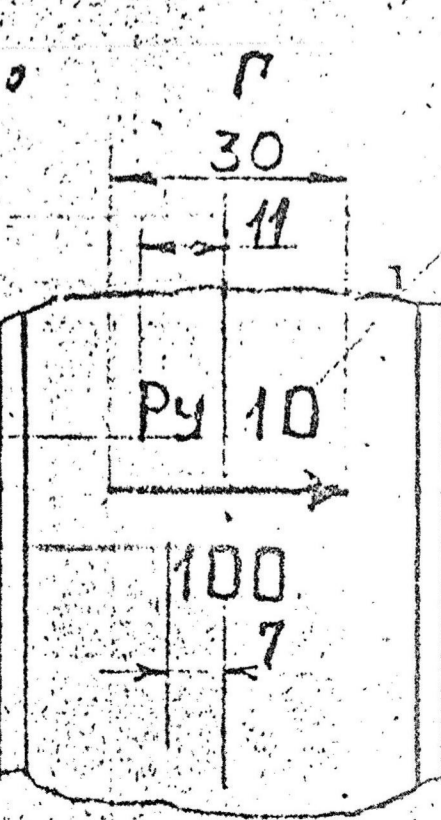
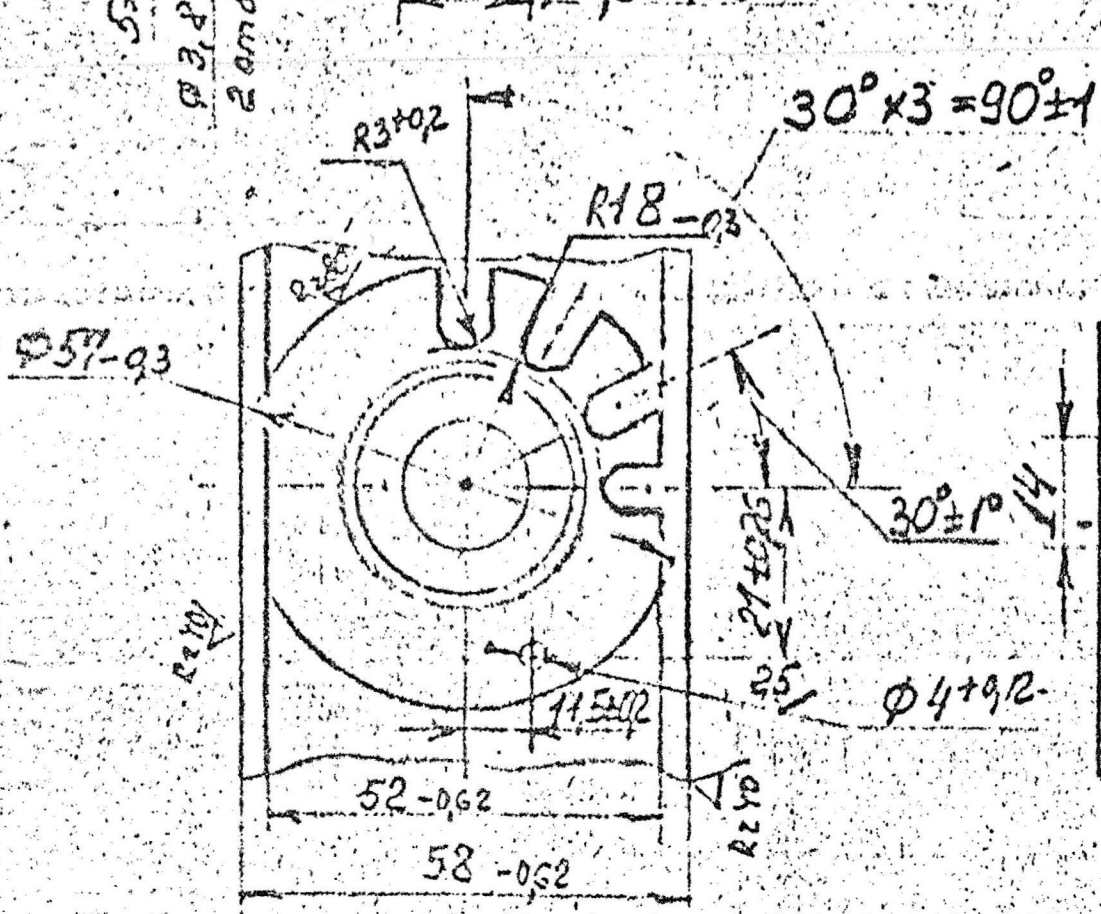
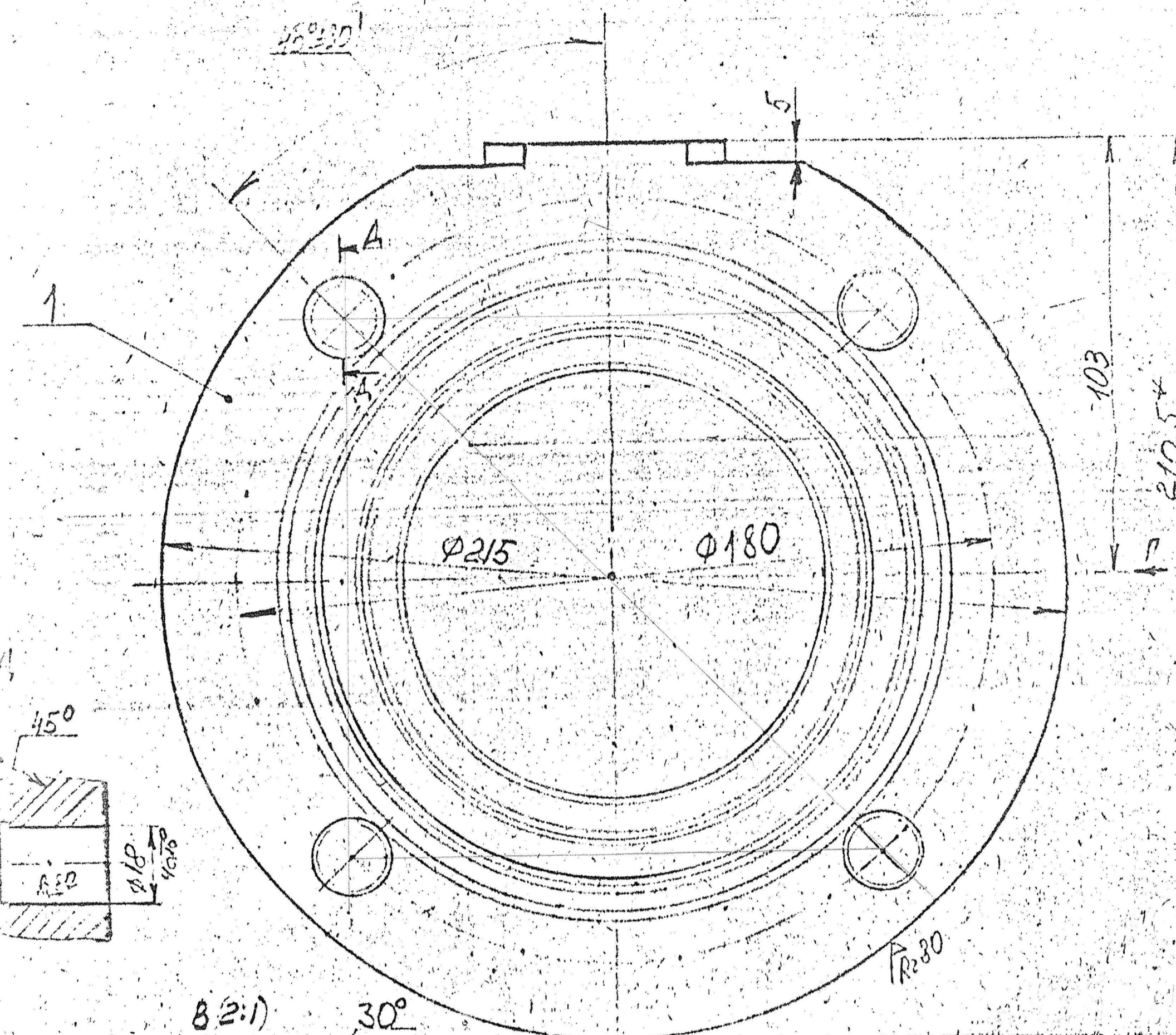
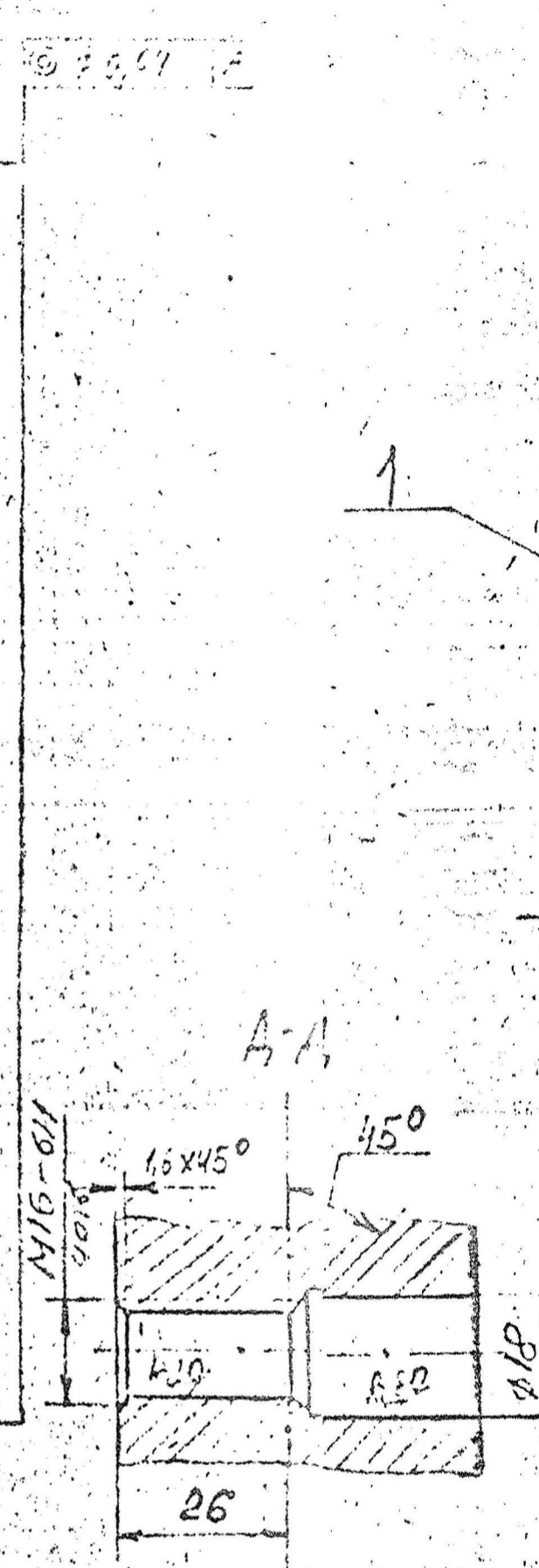
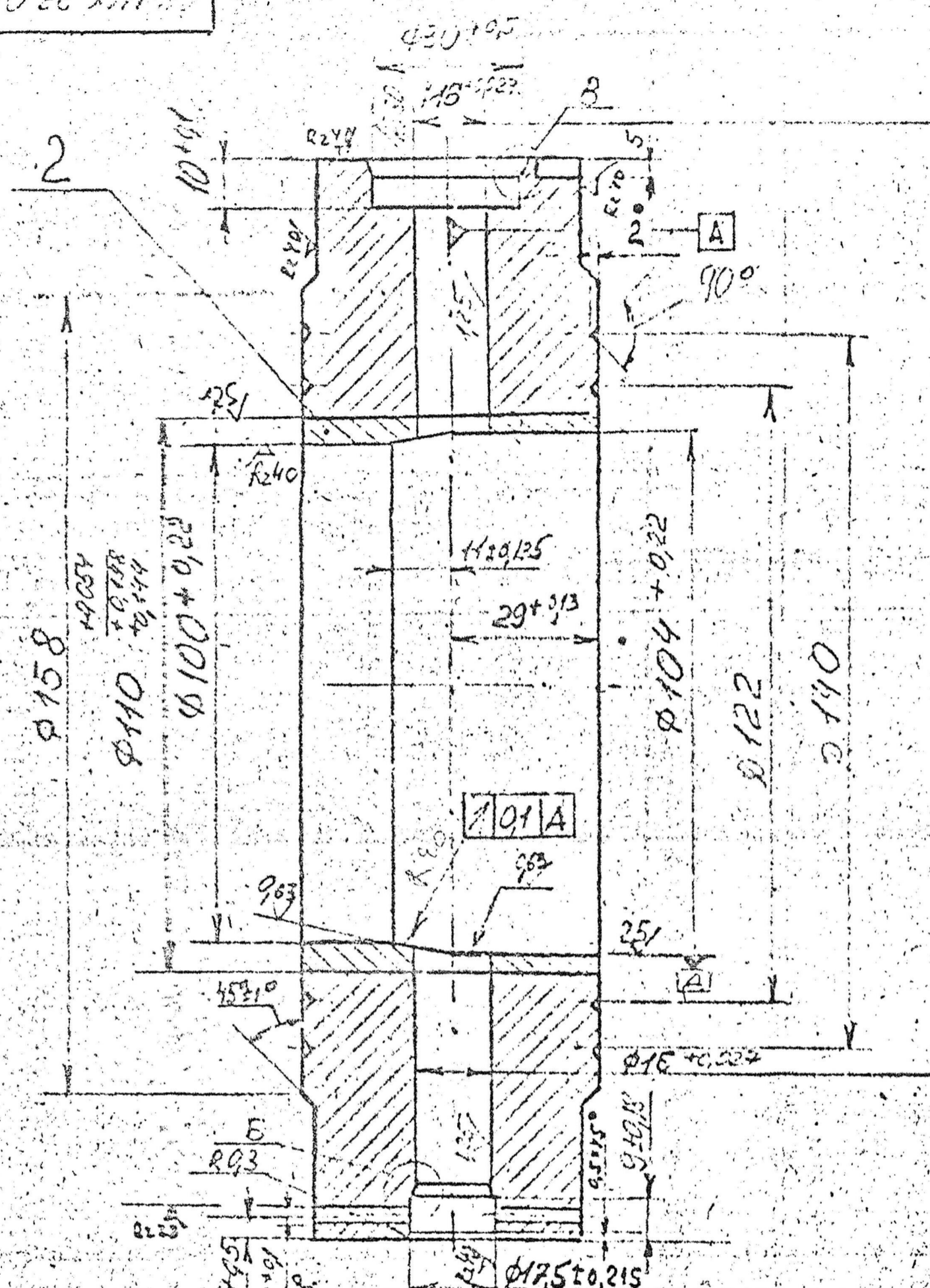
1. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Выш. школа, 1985, 256 с
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.1/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова - 4-е изд. перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985,496с.
3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.2/ Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова - 4-е изд., перераб. и доп.-М.: Машиностроение, 1985, 496 с.
- 4 Горбатюк Є.О., Мазур М.П., Зенкін А.С., Каразей В.Д. Технологія машинобудування: Навчальний посібник – Львів: «Новий Світ-2000», 2009. –358с.
5. Руденко П.А., Харламов Ю.А., Плескач В.М. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. – К.: Вища школа, 1991, - 247с.
6. 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
7. Карпик Р. Т. Технологічна оснастка. Методичні вказівки / Р. Т. Карпик, Б. Д. Сторож. – Івано-Франківськ: Факел, 2010. – 80 с.
8. Основи технології виробництва машин: навчальний посібник / Г. П. Кремнев, В. М. Колеснік, Ф. В. Новіков, В. О. Жовтобрюх. Дніпро : ЛІРА, 2022. - 136 с.
9. 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
10. 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.; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: pdf - 12,8 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 232 с.

					МР.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки

					MP.ПМК-022.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СК 1166.23.01.00.0000

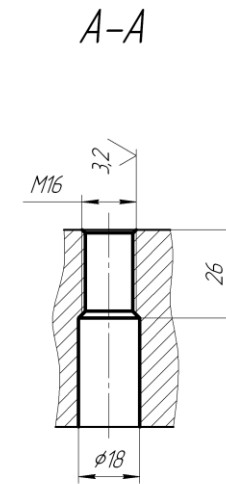
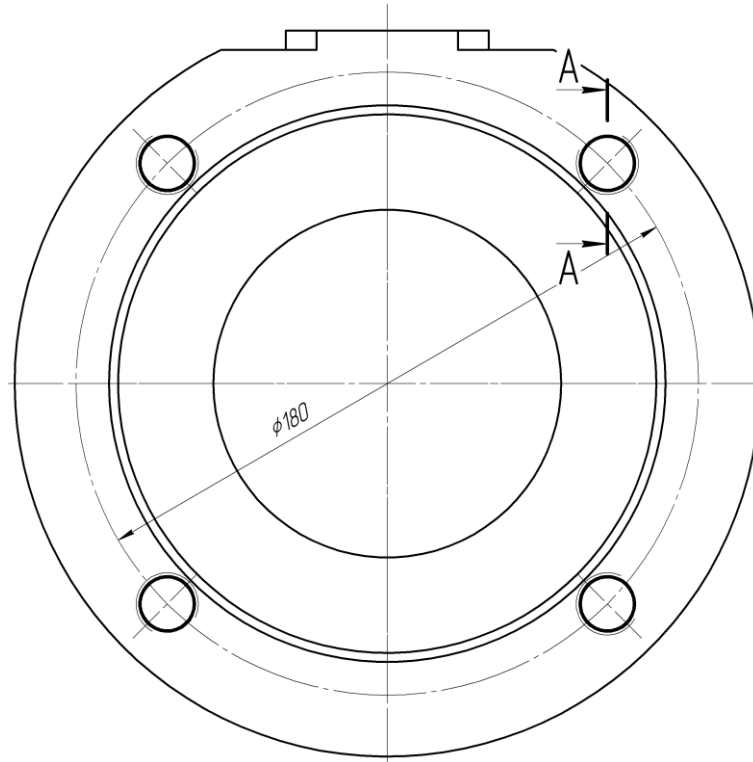


1. Н14, 614, ± 114
2. Розміри для довідок.
3. Маркувати шрифтом 7-П-3 ГОСТ 26.020-80.
4. Покриття: Ц12хр.
5. Покриття: грунт ГФ-021 ГОСТ 25129-82, емаль ПФ-115 з срібно матова ТУ УБ-00204625.018-95, крил внутрішніх покривати.

СК 1166.23.01.00.0000			
Корпус			
Литера	Маса	Масу	
А	7,16		
Лист			
63 КС			

Перевірив: []
 Схитав: А []
 Інж. А. А. []
 Інж. В. В. []
 Інж. Г. Г. []
 Інж. Д. Д. []
 Інж. Е. Е. []
 Інж. З. З. []
 Інж. И. И. []
 Інж. К. К. []
 Інж. Л. Л. []
 Інж. М. М. []
 Інж. Н. Н. []
 Інж. О. О. []
 Інж. П. П. []
 Інж. Р. Р. []
 Інж. С. С. []
 Інж. Т. Т. []
 Інж. У. У. []
 Інж. Ф. Ф. []
 Інж. Х. Х. []
 Інж. Ц. Ц. []
 Інж. Ч. Ч. []
 Інж. Ш. Ш. []
 Інж. Щ. Щ. []
 Інж. Ъ. Ъ. []
 Інж. Ы. Ы. []
 Інж. Ь. Ь. []
 Інж. Э. Э. []
 Інж. Ю. Ю. []
 Інж. Я. Я. []

Дубл.														
Взамін.														
Підпис										Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата
												1	1	
Розробив	Прокопів			ІФНТУНГ	СК 1166.23.01.00.00 СК							20146.00005		
Перевірів	Одосій													
Н. контр.	Одосій			Корпус								Н		040



Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						<u>Документація</u>			
					MP.ПМК-022.03.00.000 СК	Складальне креслення			
						<u>Складальні одиниці</u>			
Справ. №				1	MP.ПМК-022.03.00.001	Плита	1		
						<u>Деталі</u>			
				2	MP.ПМК-022.03.00.002	Стійка ліва	1		
				3	MP.ПМК-022.03.00.003	Стійка права	1		
				4	MP.ПМК-022.03.00.004	Стіл	1		
				5	MP.ПМК-022.03.00.005	Прихват	2		
				6	MP.ПМК-022.03.00.006	Циліндр	2		
				7	MP.ПМК-022.03.00.007	Кришка циліндра	2		
				8	MP.ПМК-022.03.00.008	Поршень	2		
				9	MP.ПМК-022.03.00.009	Гільза	1		
				10	MP.ПМК-022.03.00.010	Плита під деталь	1		
				11	MP.ПМК-022.03.00.011	Вал	1		
				12	MP.ПМК-022.03.00.012	Втулка	8		
				13	MP.ПМК-022.03.00.013	Шайба	2		
				14	MP.ПМК-022.03.00.014	Шайба	2		
						<u>Стандартні деталі</u>			
				15		Паз	4		
				16		Болт М16х4.0.58			
						ГОСТ 7798-70	2		
		MP.ПМК-022.03.00.000 ПЗ							
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
		Разраб.	Прокопів				Лит.	Лист	Листов
		Пров.	Одосію				Н	1	2
		Н.контр.	Одосію				ІФНТУНГ		
		Утв.	Панчук				ПМКм-24-1		

Ескіз обробки

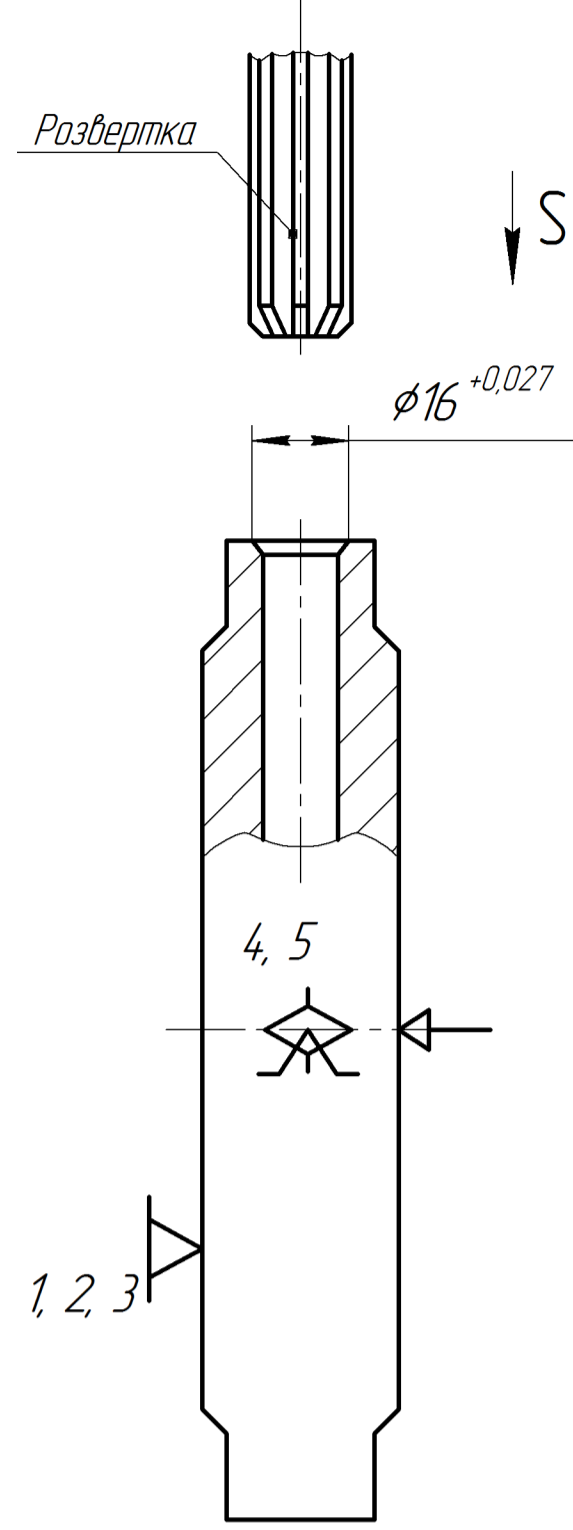
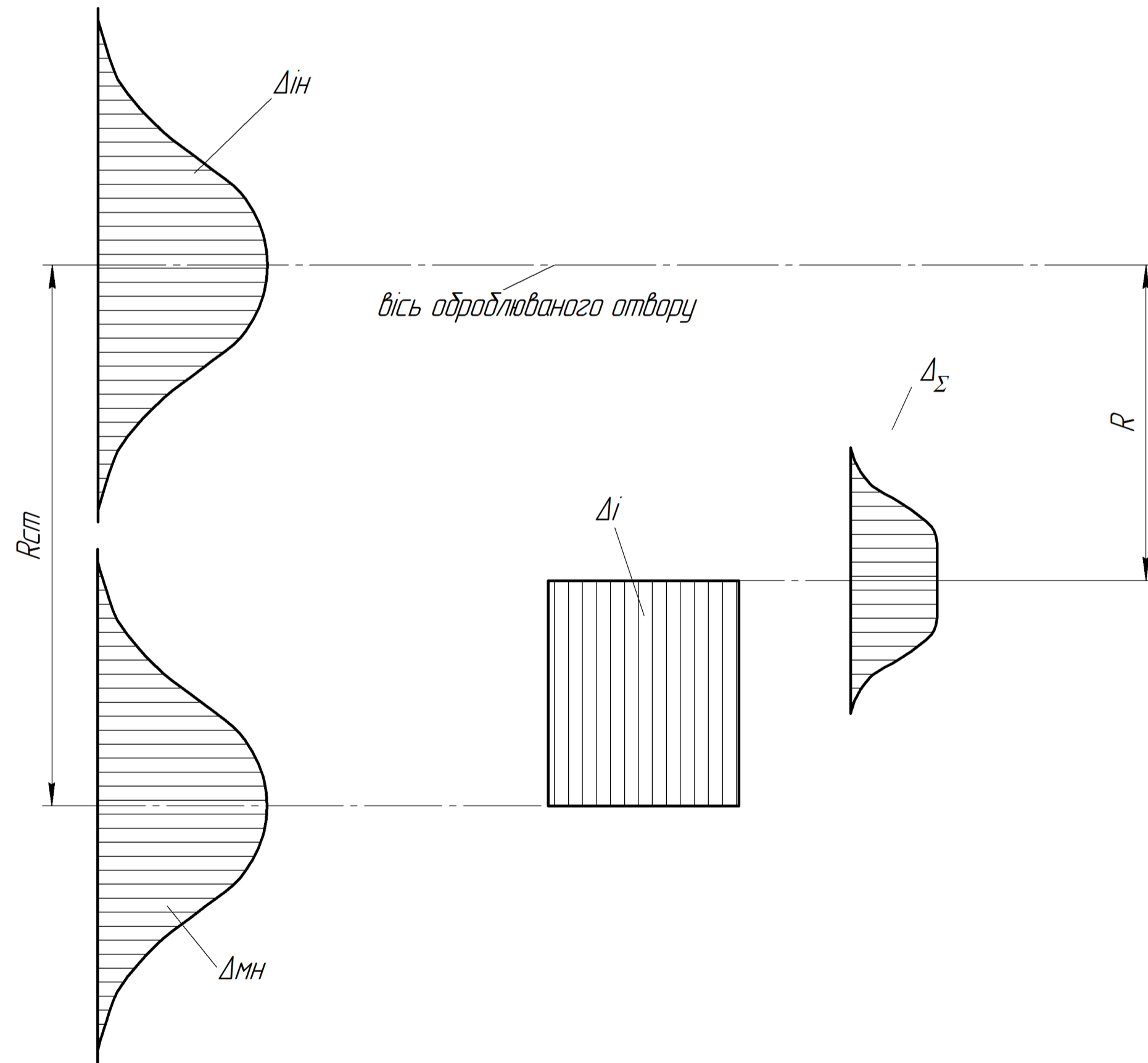
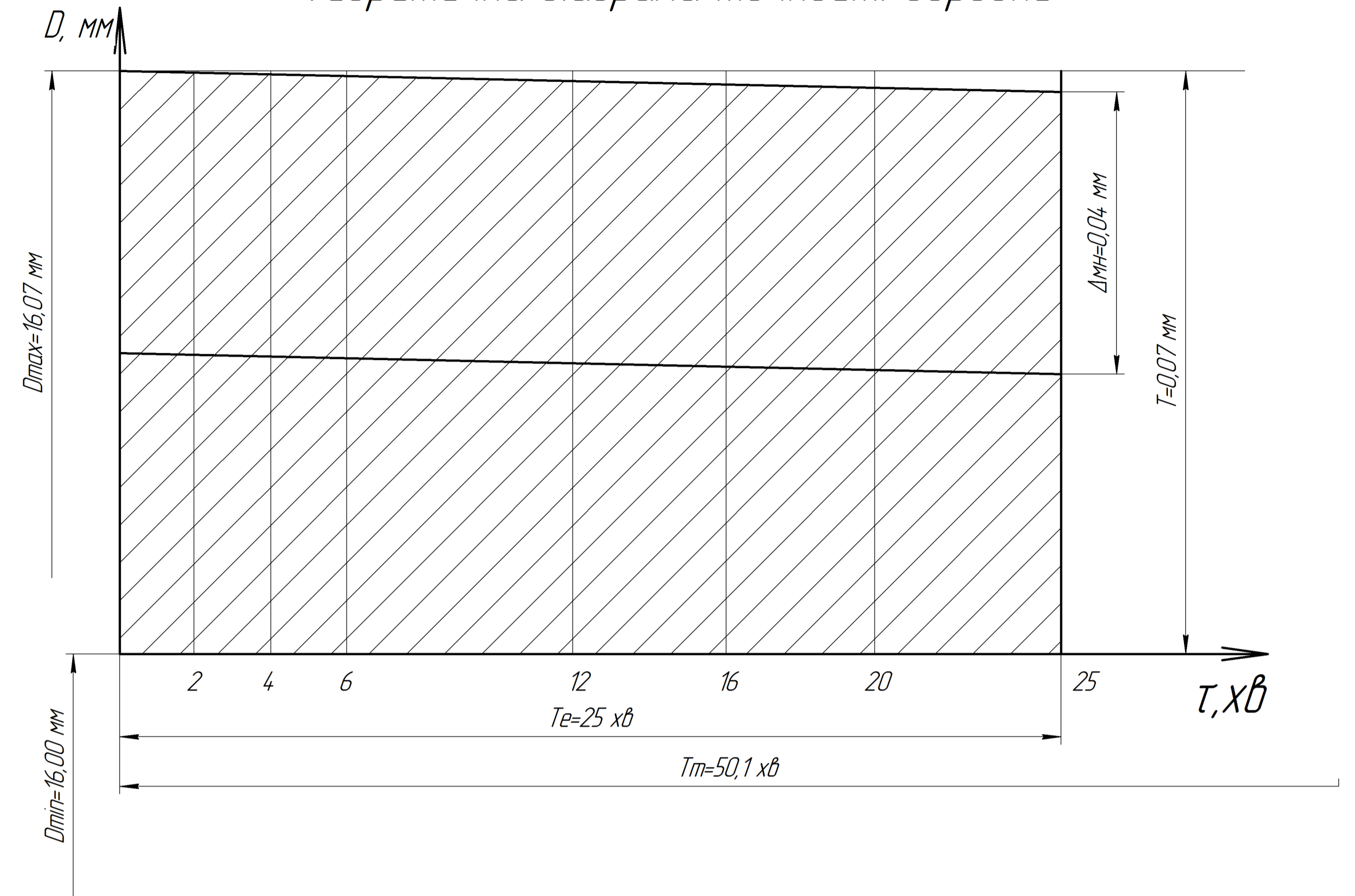


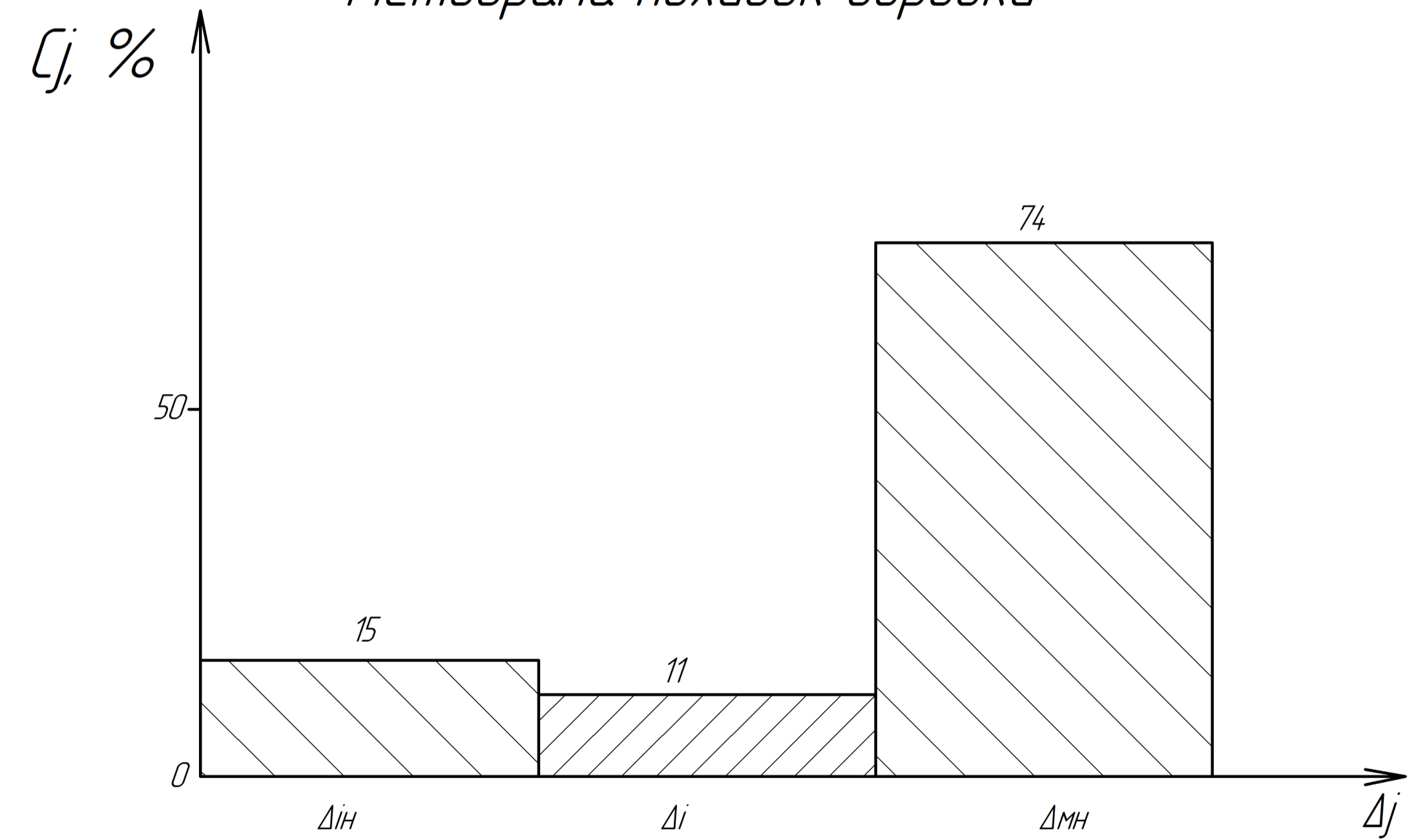
Схема технологічного розмірного ланцюга



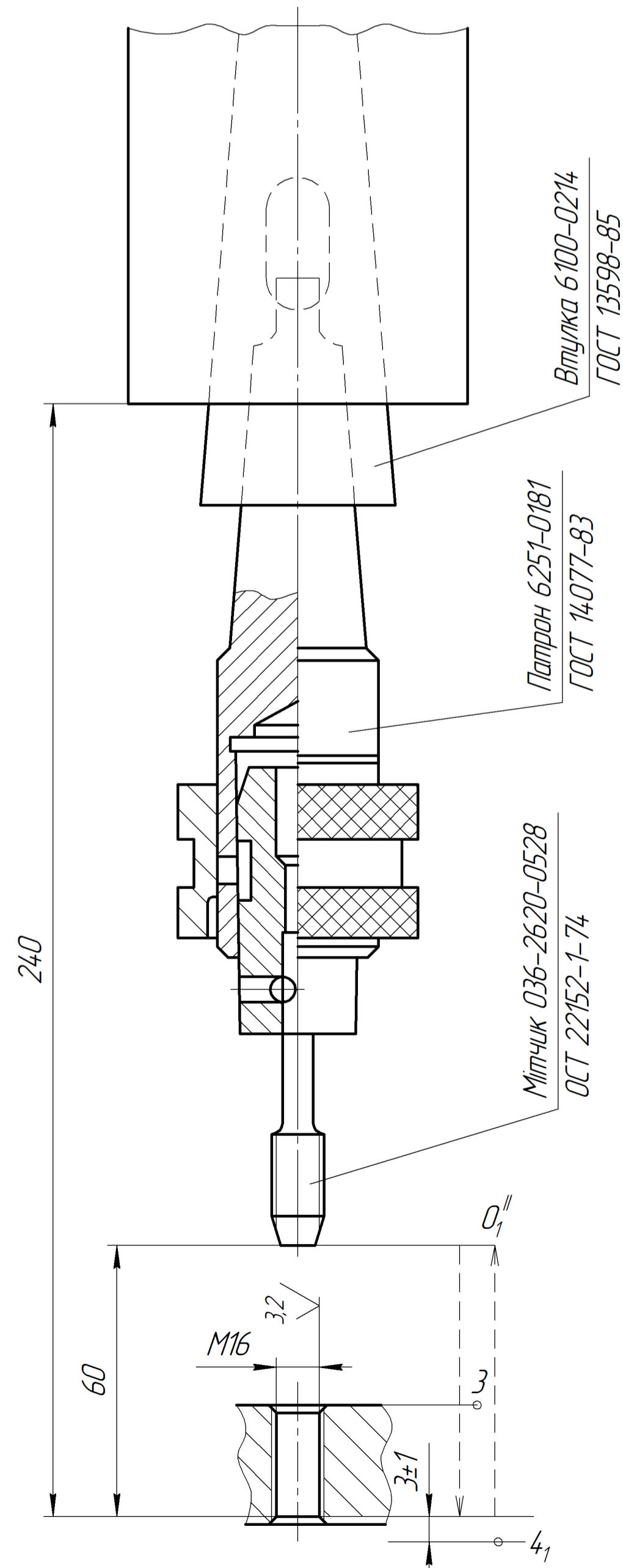
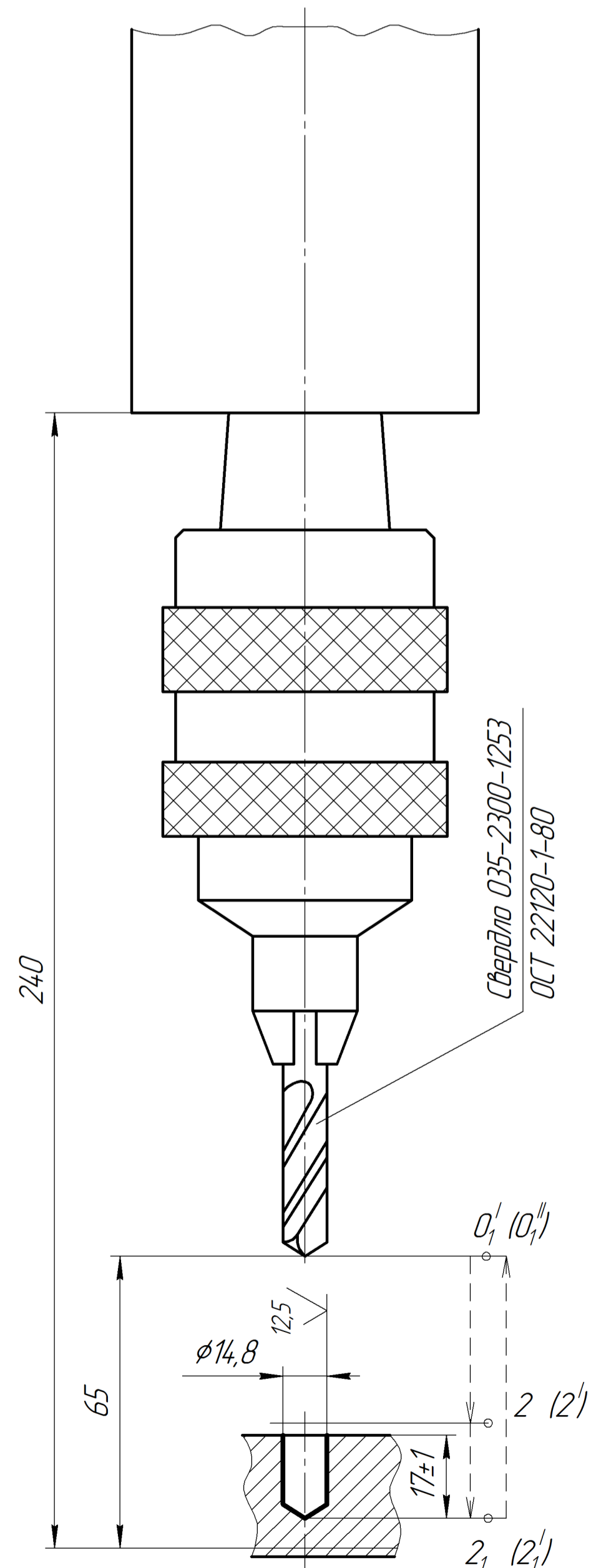
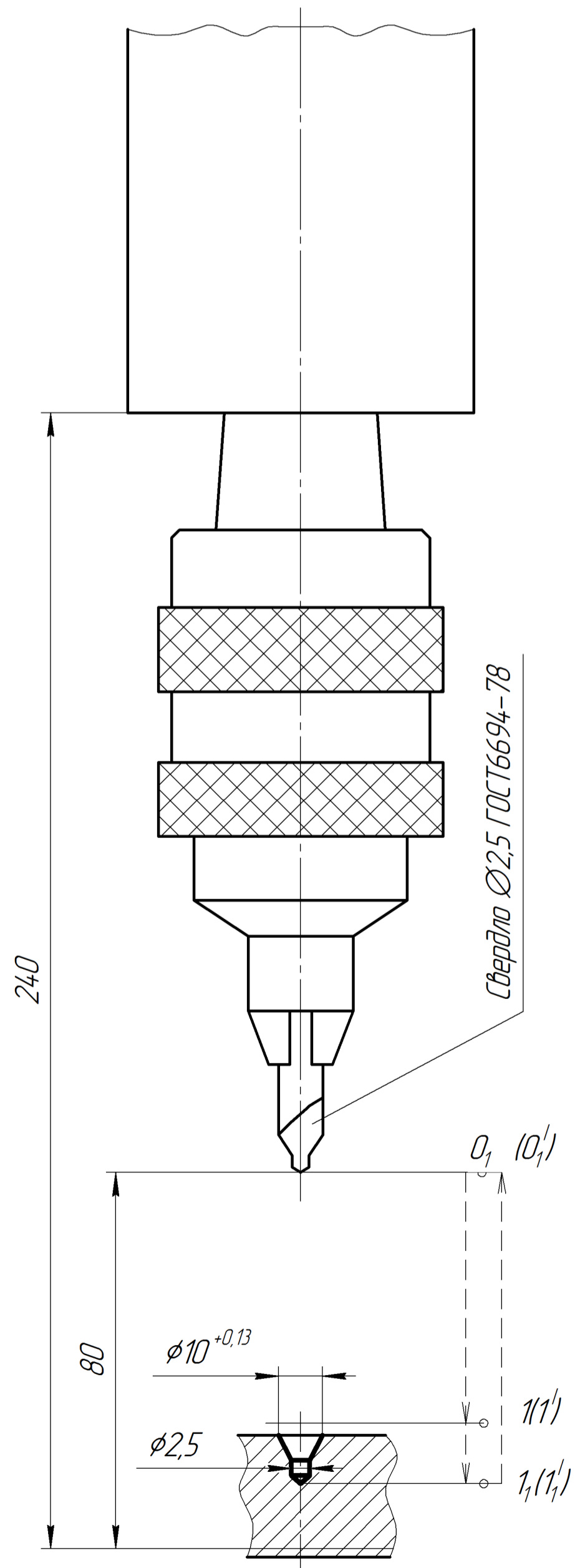
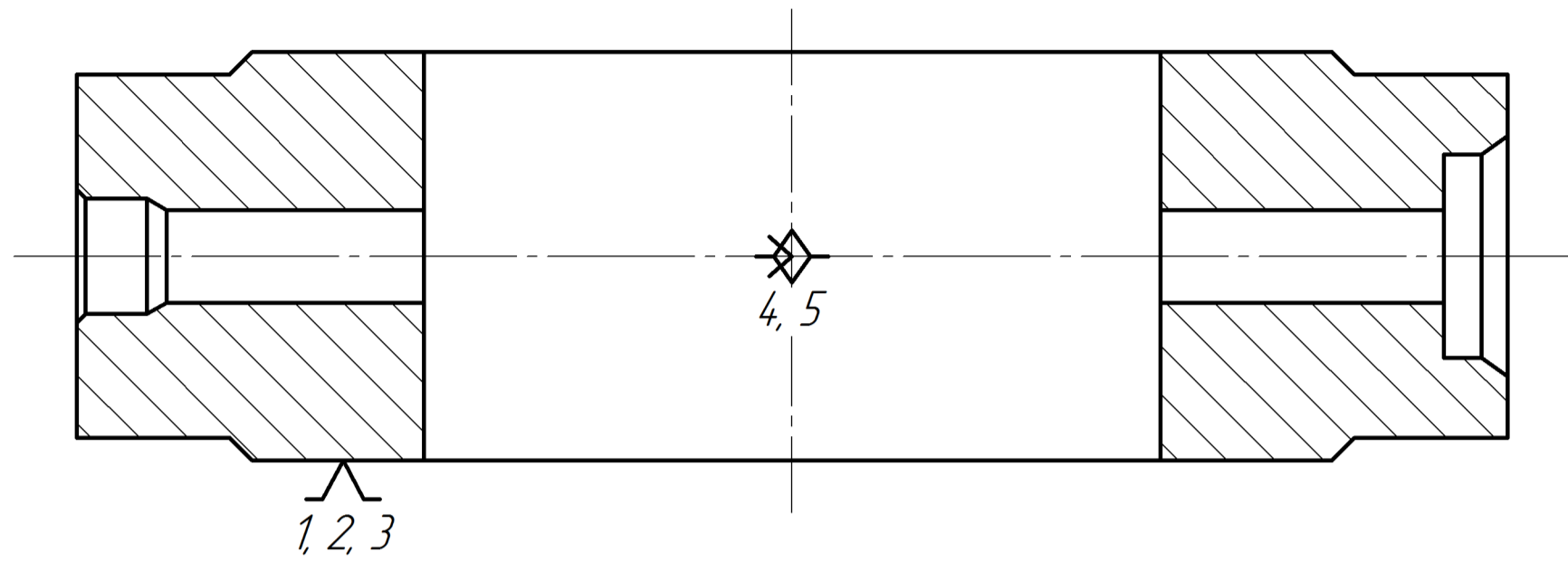
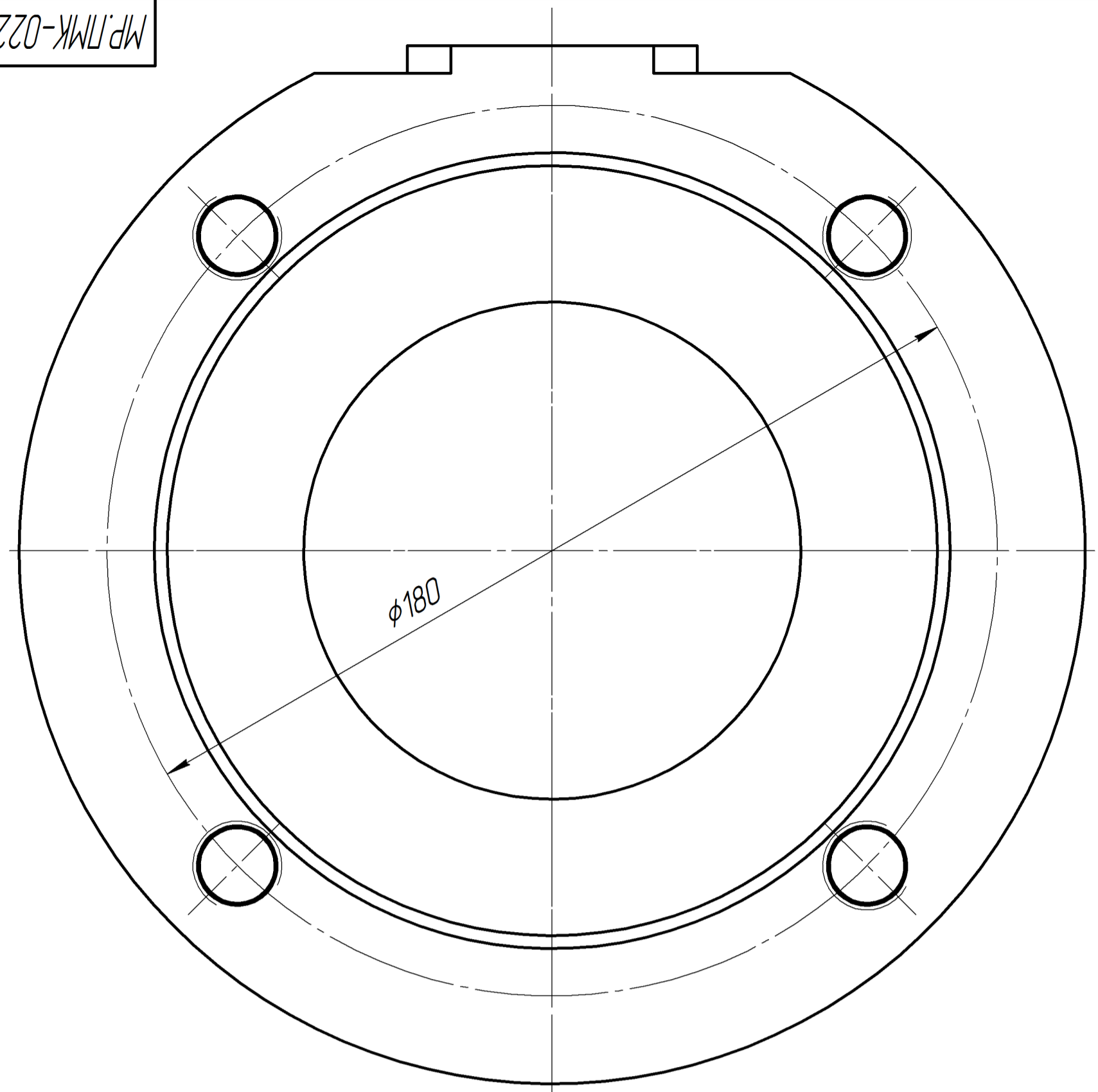
Теоретична діаграма точності обробки



Гістограма похибок обробки



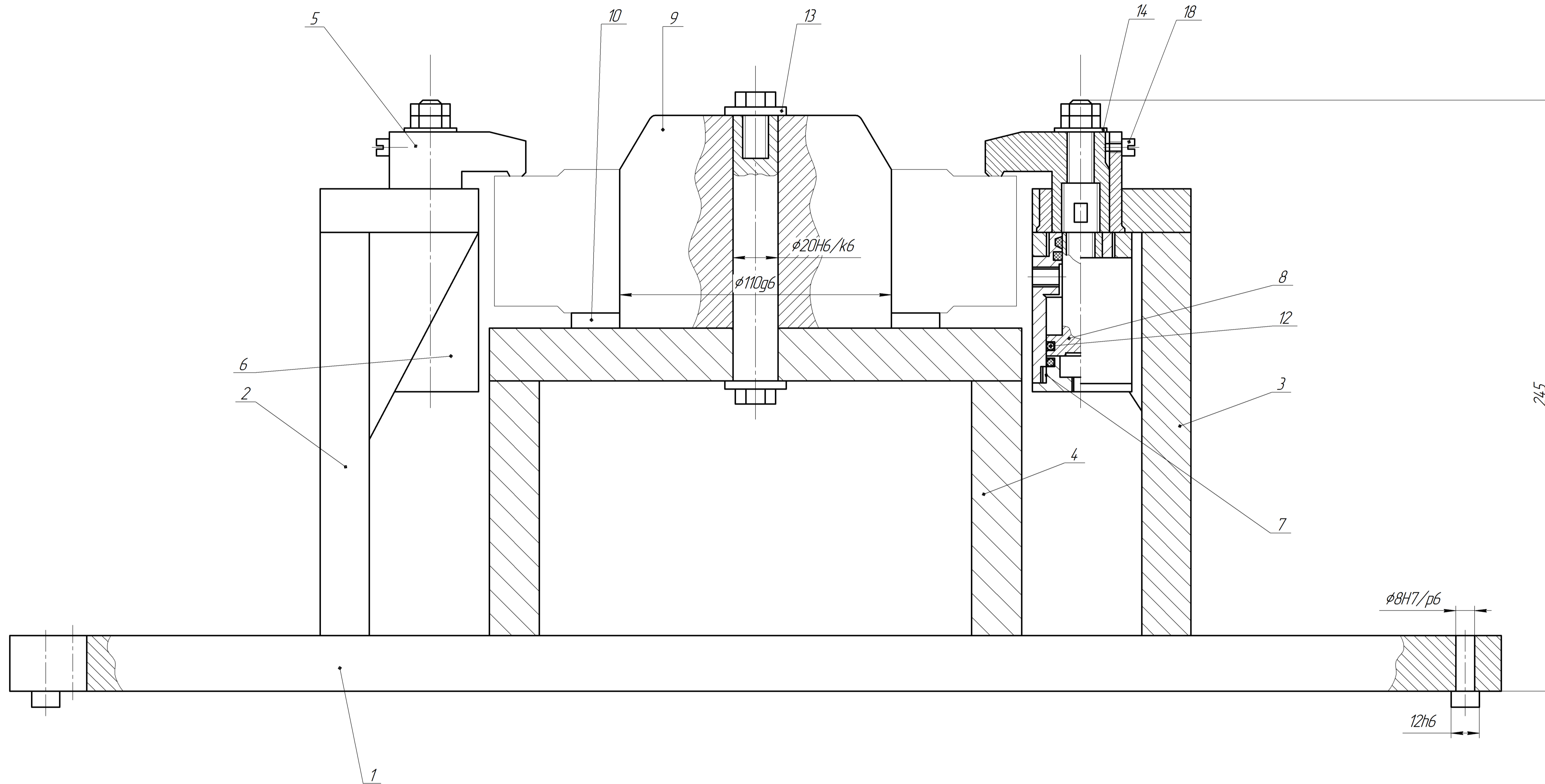
МР.ПМК-022.01.00.000 СХ				Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата	Аналіз точності обробки розверткою	
Разр.	Прок.	Одос.			Архив	Архив 1
Перев.	Одос.				ІФНТЧНГ	
Т.контр.	Одос.				ПМКМ-24-1	
Н.контр.	Одос.					
Затв.	Панч.					



Розрахунково-технологічна карта

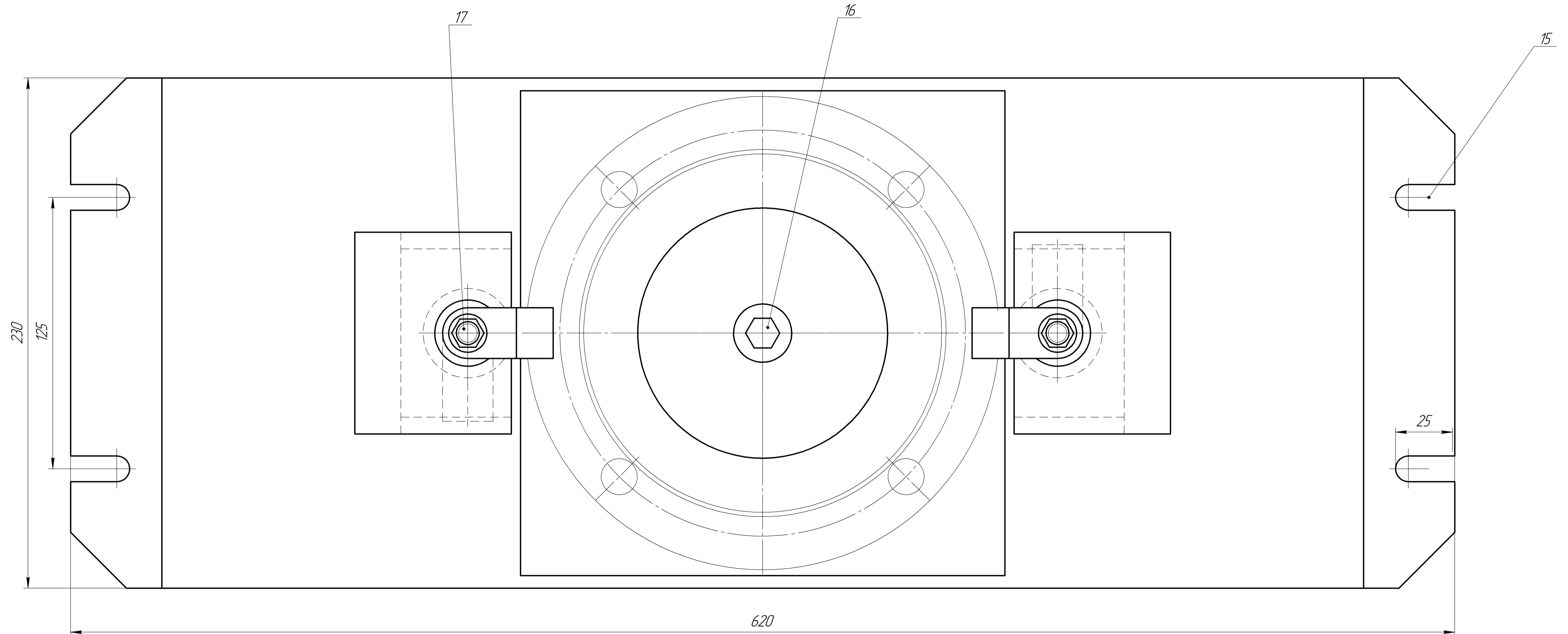
Деталь		Операція		Верстат				Система ЧПК					
Корпус		№40		2Р135Ф2				Координата (-70)					
Геометрична інформація				Технологічна інформація									
№ точки	Ділянка проекту	Y, мм	X, мм	Z, мм	t, мм	Sa, мм/об	Sm, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	Напр. одерт	МОР	№ інстр	№ кор
0	0	0	0	+120	-	-	-	-	-	-	-	П11	L1
0 ₁	-	0	-30	+80	-	-	2400	-	1600	Пр	-	П11	L1
1	-	0	-30	+26	-	-	2400	-	1600	Пр	+	П11	L1
1 ₁	-	0	-30	+19	2,5	0,2	320	25,1	1600	Пр	+	П11	L1
0 ₁ '	-	0	-30	+80	-	-	2400	-	1600	Пр	-	П11	L1
1 ₁ '	-	0	+30	+24	-	-	2400	-	1600	Пр	+	П11	L1
1 ₁ '	-	0	+30	+19	2,5	0,2	320	25,1	1600	Пр	+	П11	L1
0 ₁ ''	-	0	-30	+65	-	-	2400	-	1000	Пр	-	П12	L2
2	-	0	-30	+26	-	-	2400	-	1000	Пр	+	П12	L2
2 ₁	-	0	-30	+4	4	0,2	200	25,1	1000	Пр	+	П12	L2
0 ₁ '''	-	0	+30	+65	-	-	2400	-	1000	Пр	-	П12	L2
2	-	0	+30	+26	-	-	2400	-	1000	Пр	+	П12	L2
2 ₁ '	-	0	+30	+40	4	0,2	200	25,1	1000	Пр	+	П12	L2
0 ₁ ''''	-	0	0	+60	-	-	2400	-	630	Пр	-	П14	L4
4	-	0	0	+25	-	-	2400	-	630	Пр	+	П14	L4
4 ₁	-	0	0	-30	1,25	-	800	-	630	Пр	+	П14	L4
0	-	0	0	0	-	-	-	-	-	Пр	-	-	-

МР.ПМК-022.02.00.000 СХ				Лит	Маса	Масштаб
Карта налагодження				Н		-
Архив				Архив 1		
ІФНТЧНГ				ПМКМ-22-1		



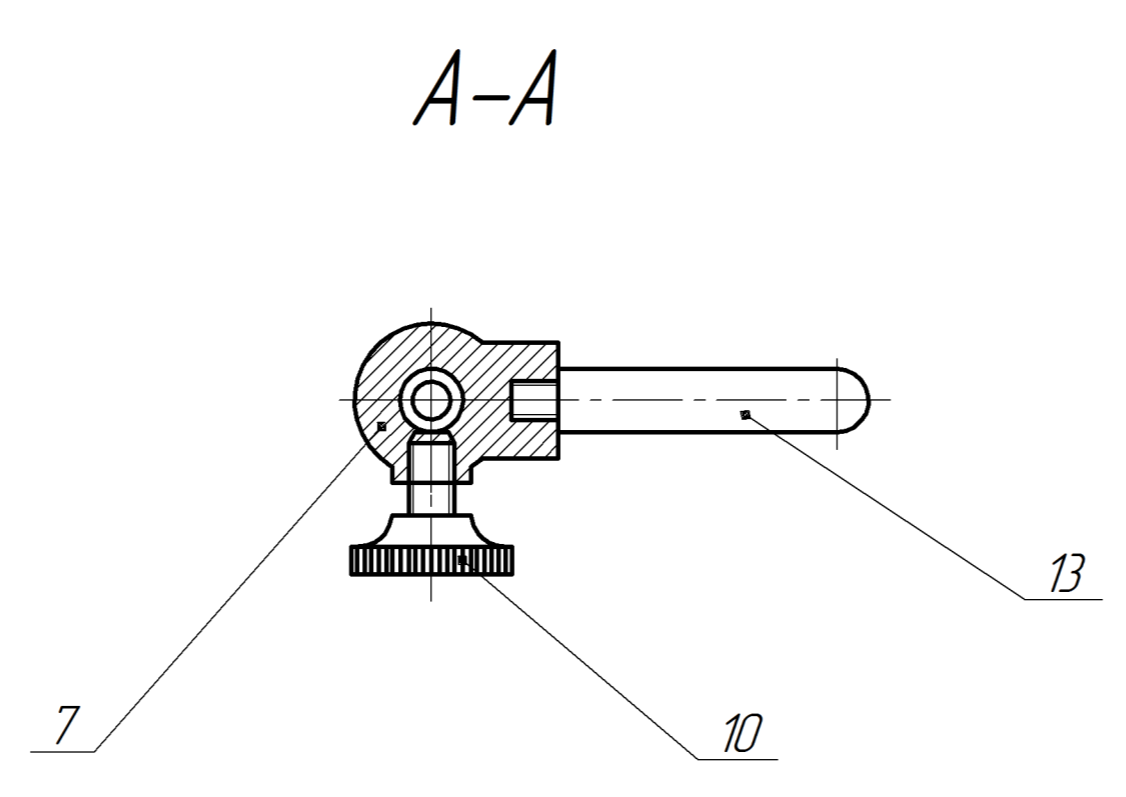
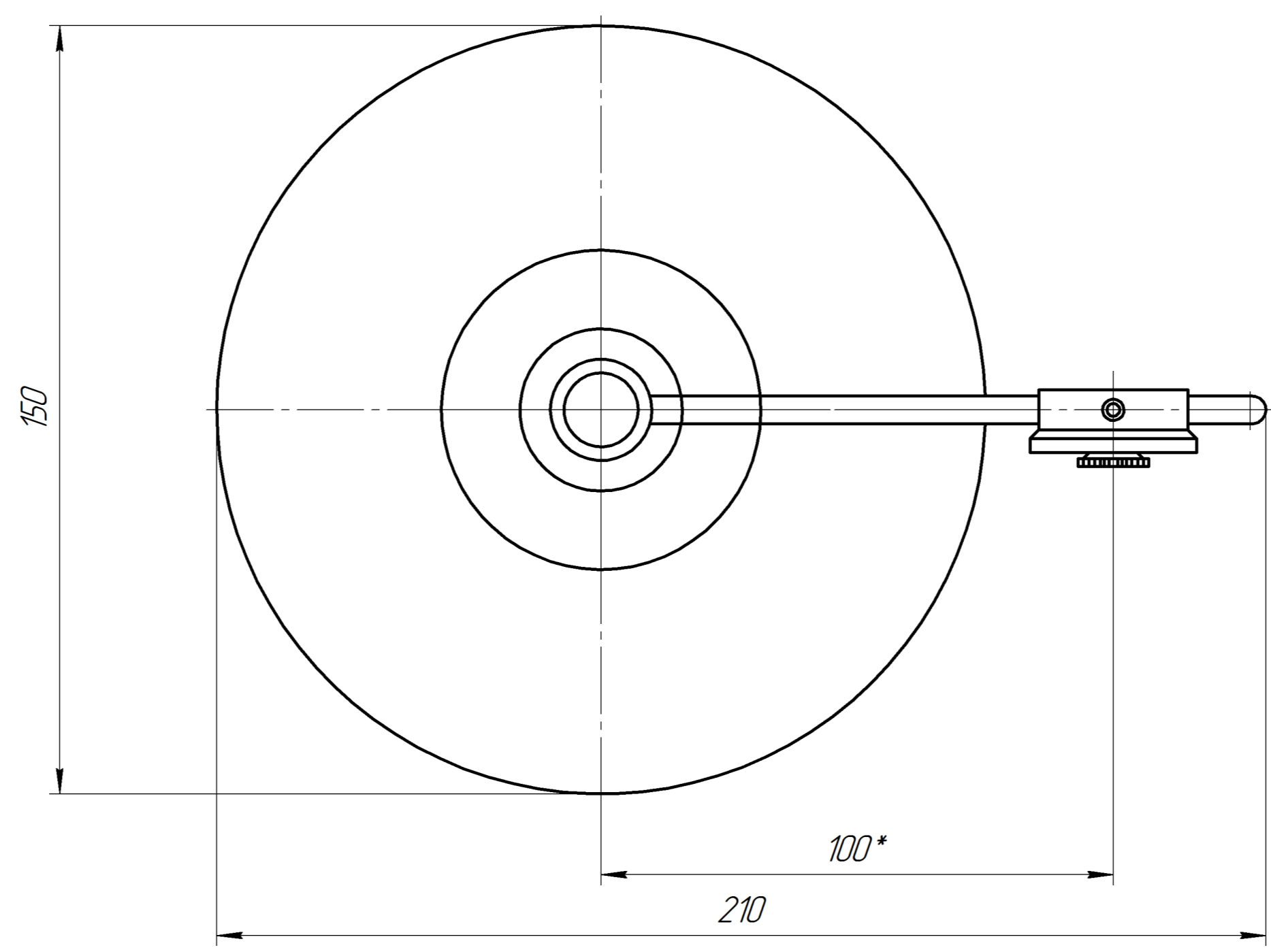
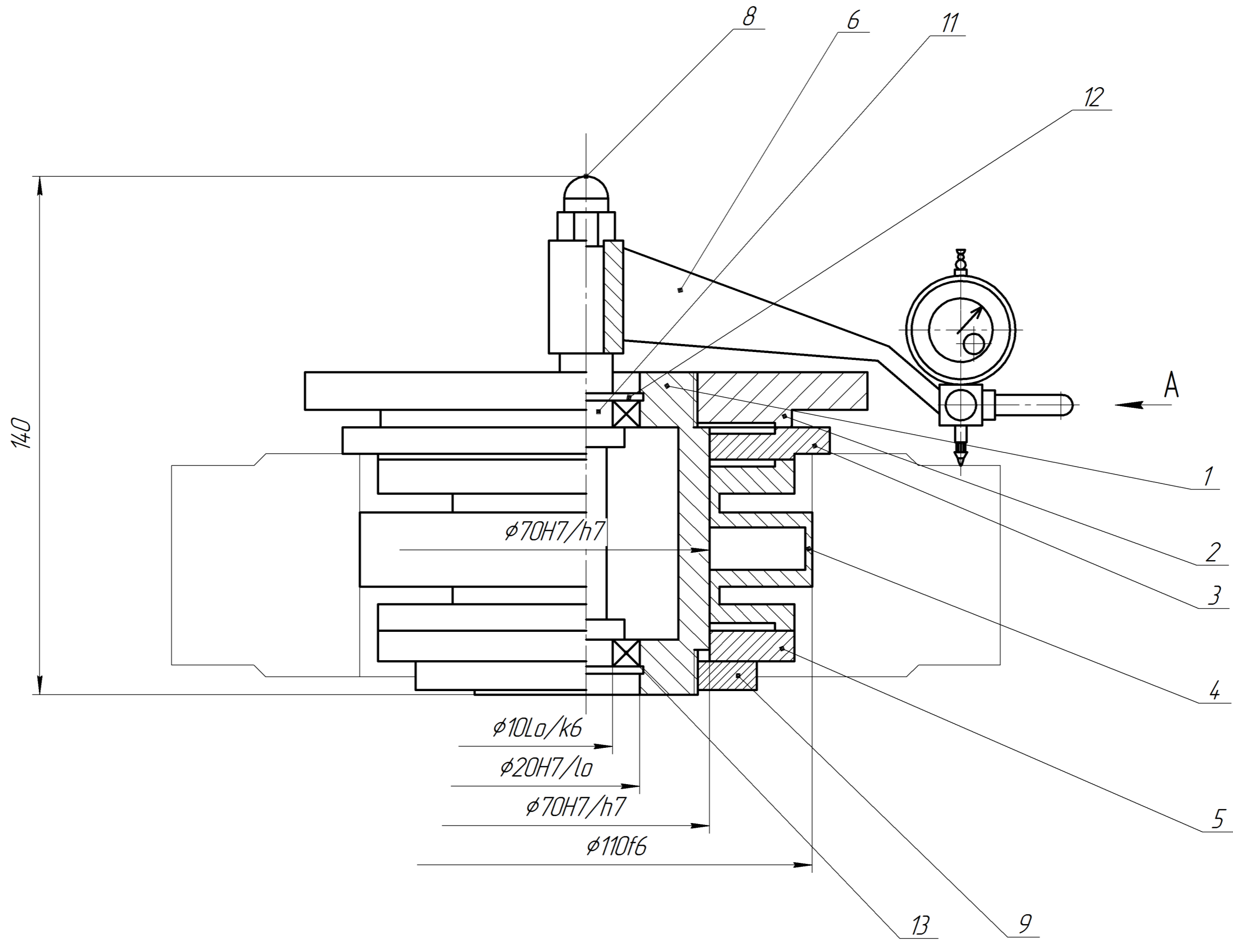
- 1. Розміри для довідок
- 2. Технічні вимоги для пневмоциліндра по нормах МН 3454-62
- 3. Робочий тиск 0,6 МПа

MP.ПМК-022.03.00.000 СК					Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ Доким.	Підп.	Дата	Пристрій свердильний		1:1
Розраб.	Прокапб						
Перев.	Одасі						
Т.контр.	Одасі						
Н.контр.	Одасі				Архив	Архив	1
Затв.	Панчик				ІФНТУНГ		ПМКМ-24-1



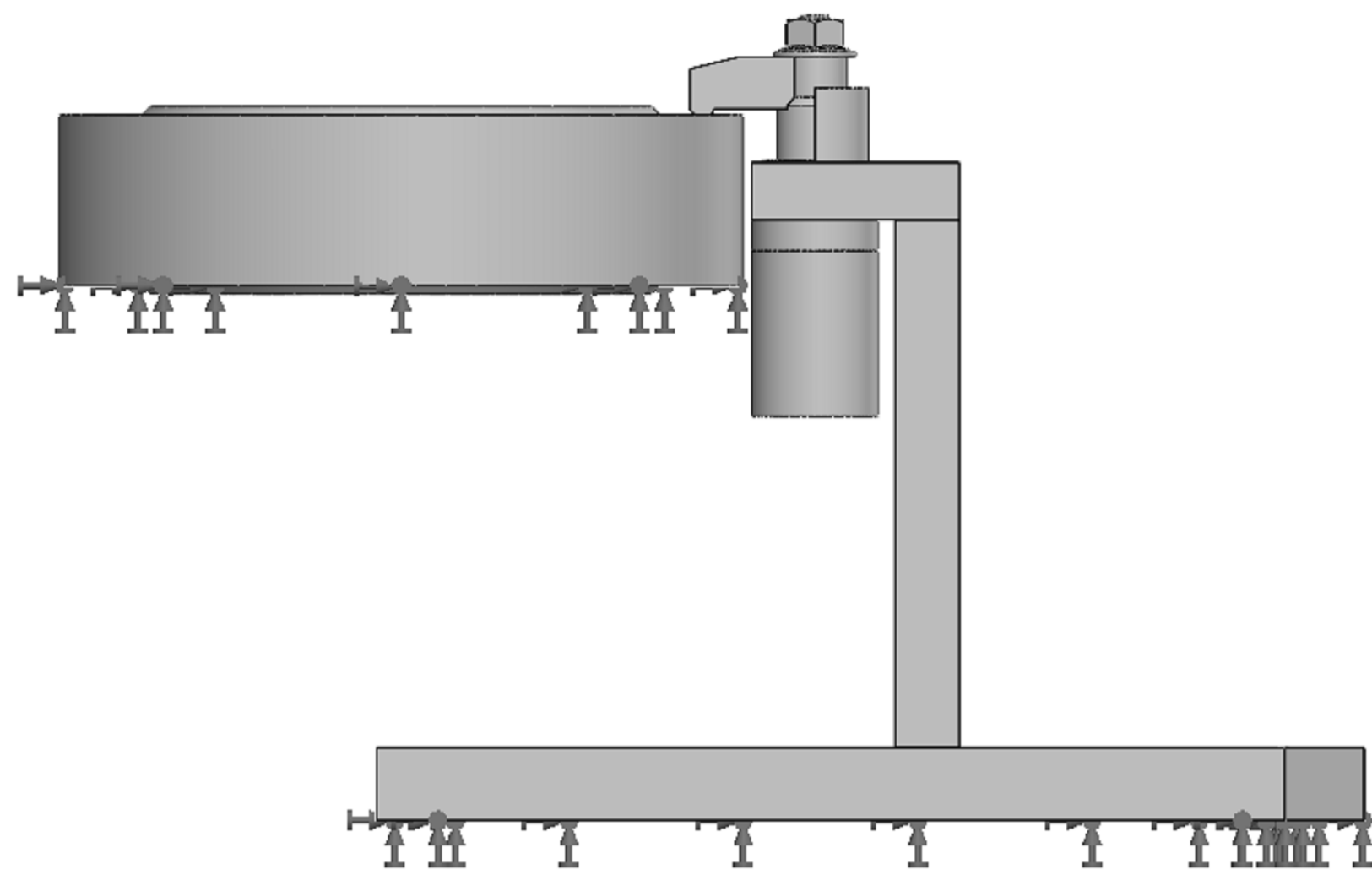
- 1. * Розміри для довідок
- 2. Технічні вимоги для пневмоциліндра по нормах МН 3454-62
- 3. Робочий тиск 0,6 МПа

					MP.ПМК-022.03.00.000 СК		
Зм.	Арк.	№ Доким.	Підп.	Дата	Лит.	Маса	Масштаб
Разраб.		Прокатів			Н		1:1
Перев.		Одасів			Архив	Архив	1
Т.контр.		Одасів			ІФНТЧНГ ПМКМ-24-1		
Н.контр.		Одасів					
Затв.		Ланчик					

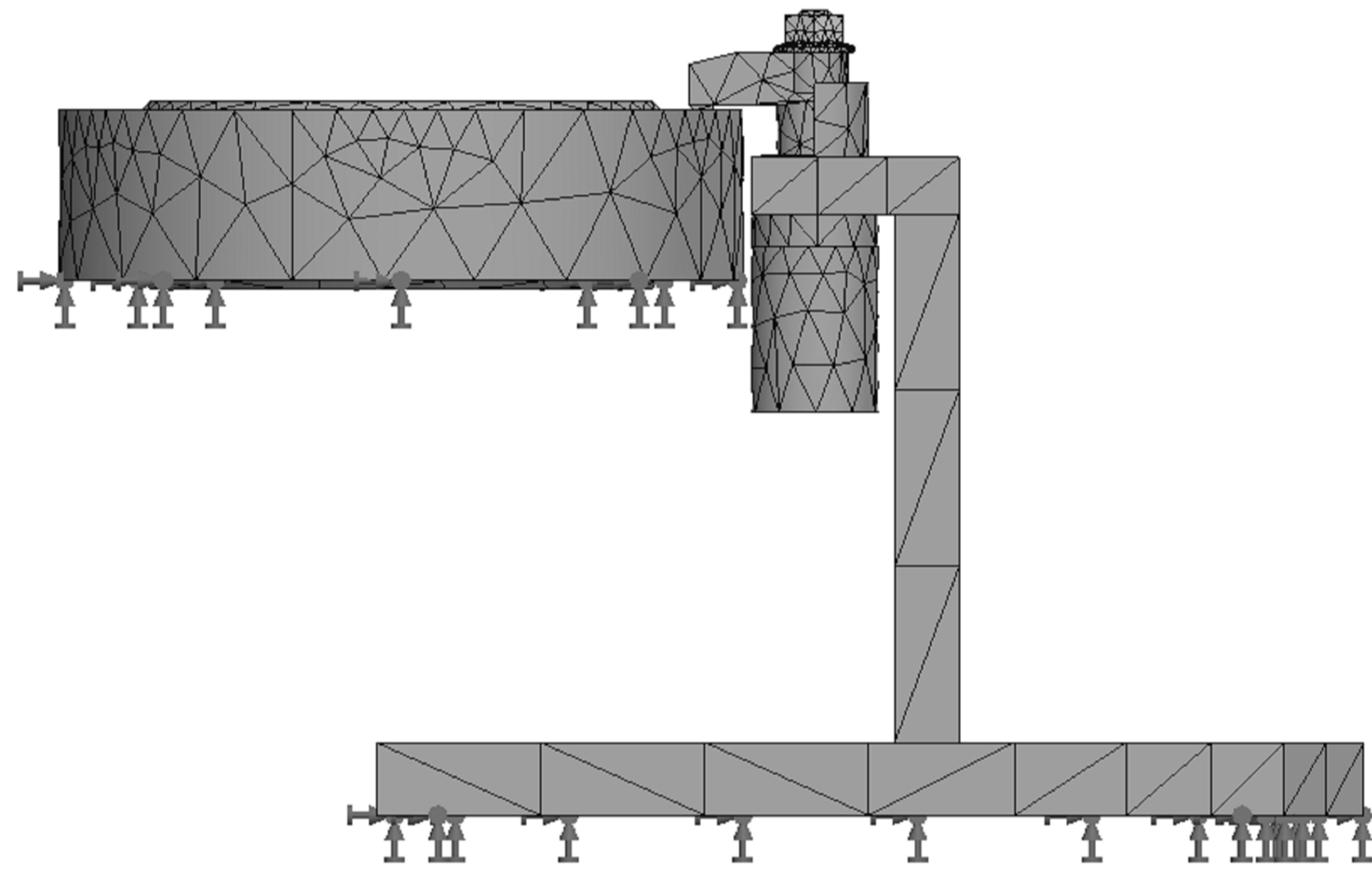


1. *Разміри для довідок
2. Маркувати 7203-4328

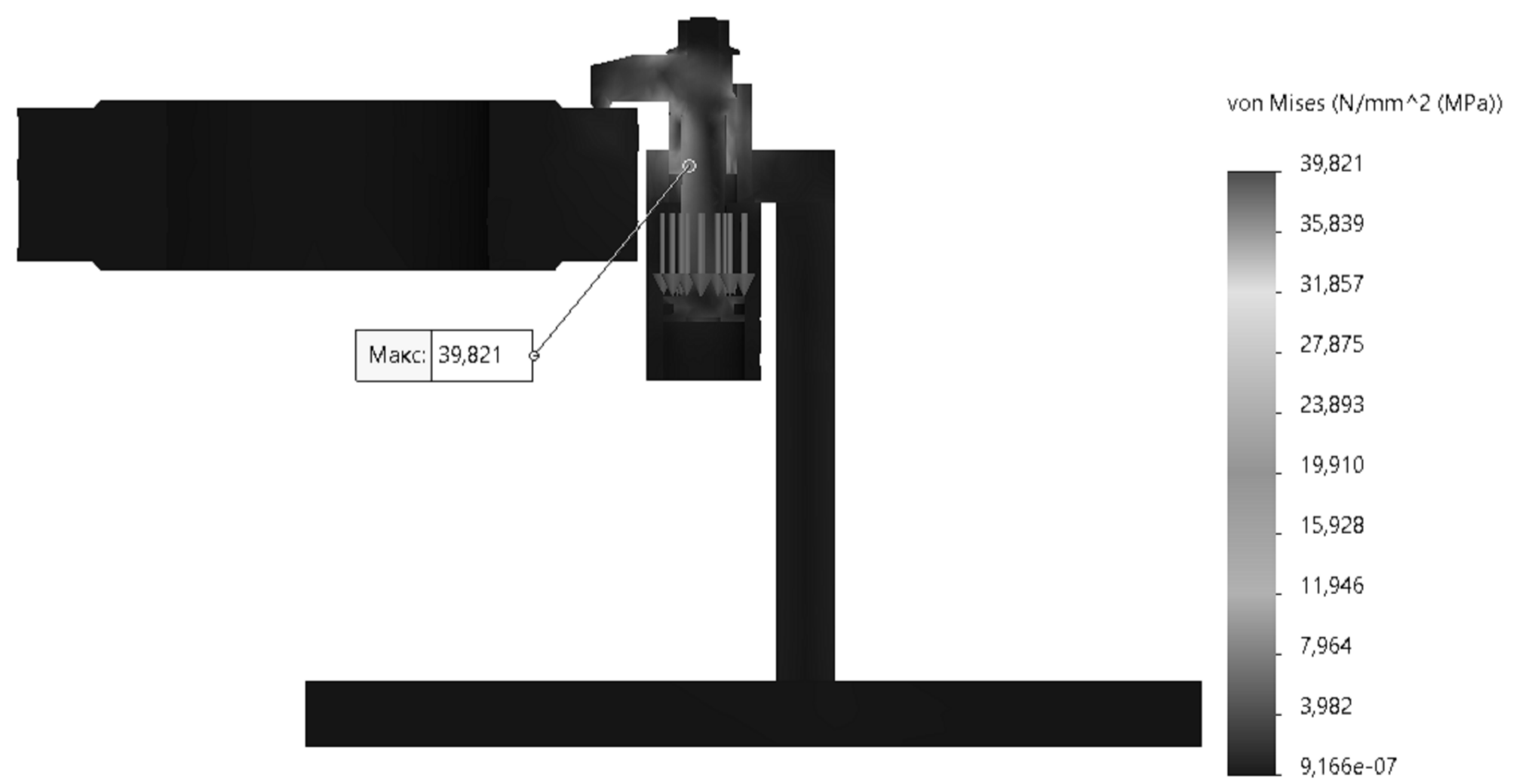
					МР.ПМК-022.04.00.000 СК		
Зм.	Арж.	№ Док.	Підп.	Дата	Присрій контрольний		
Разр.	Прок.	Одас.					
Перед.	Одас.				Лит.	Маса	Масштаб
Т.контр.	Одас.				Н		1:1
Н.контр.	Одас.				Аржш	Аржш	1
Затв.	Панчик				ІФНТЧНГ ПМКМ-24-1		



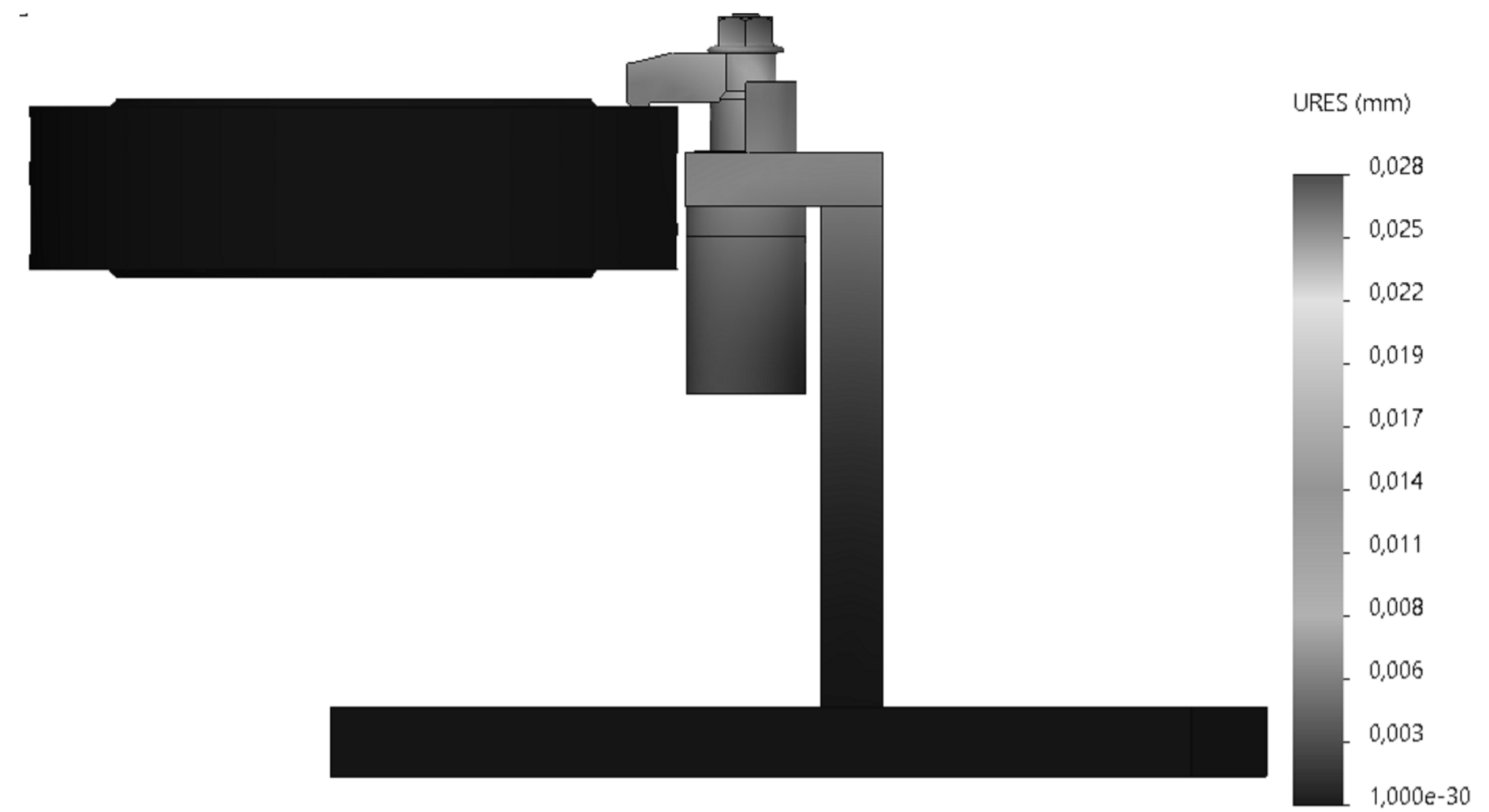
Розрахункова схема



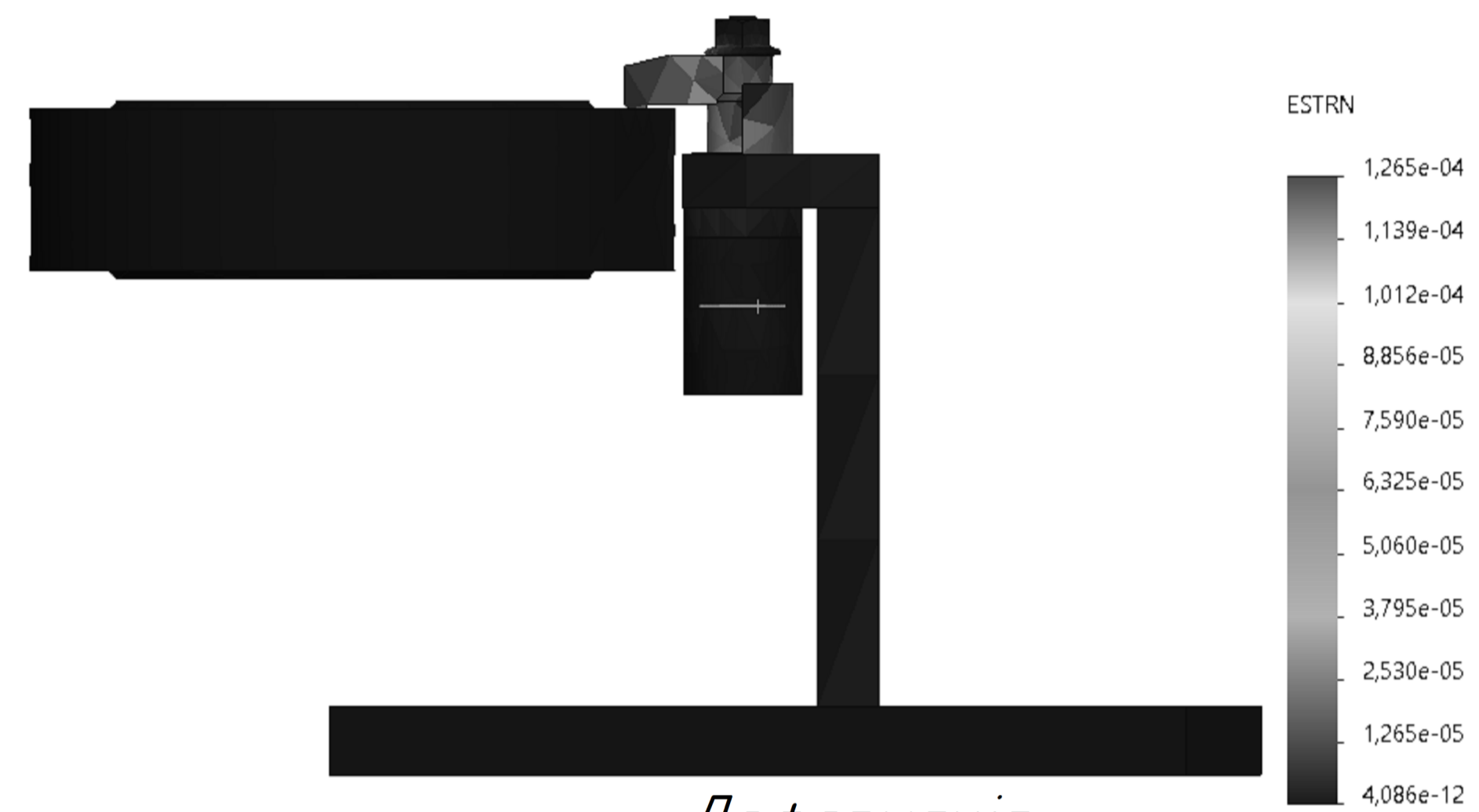
Сітка скінченних елементів



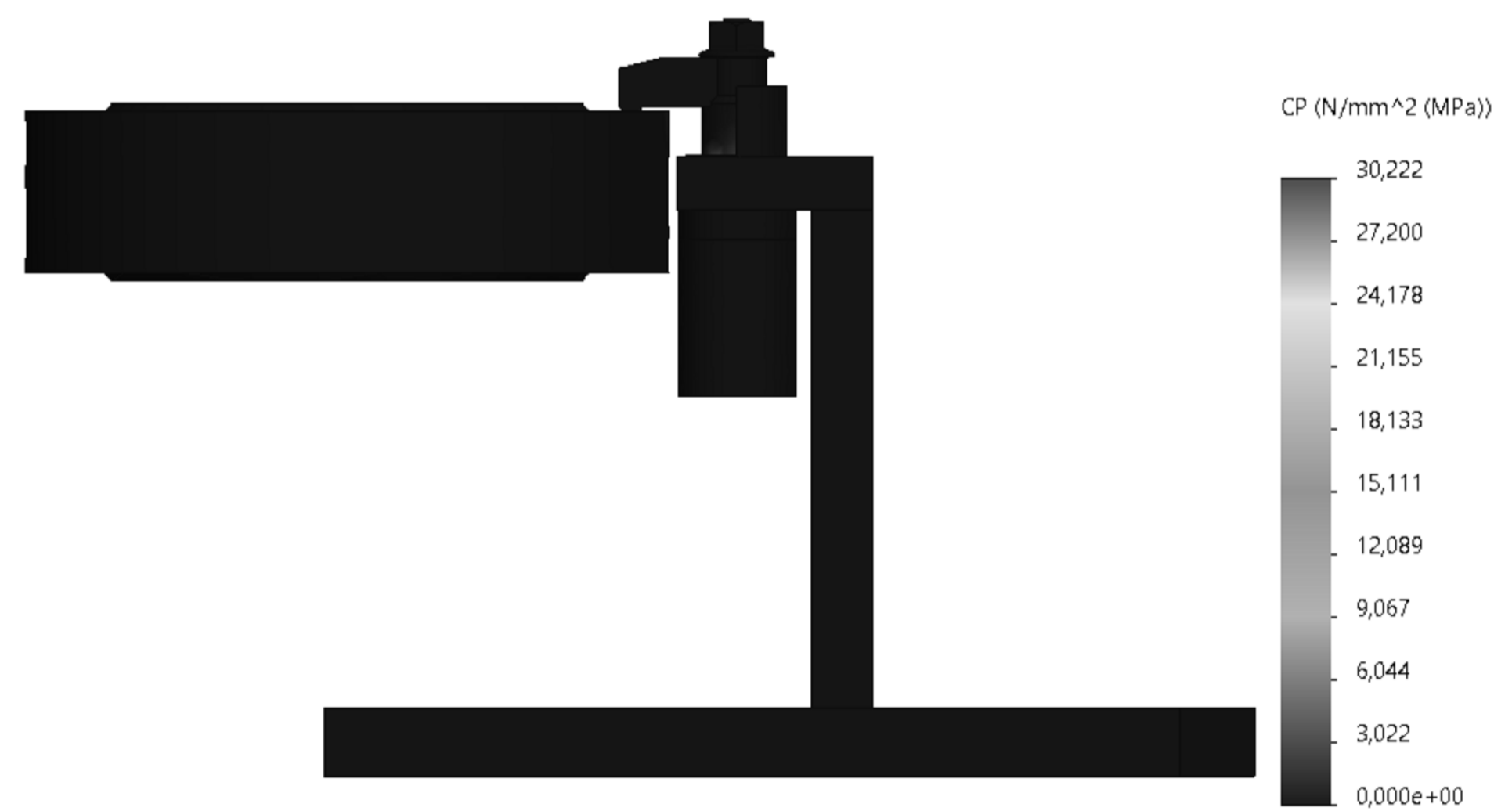
Еквівалентні напруження



Переміщення

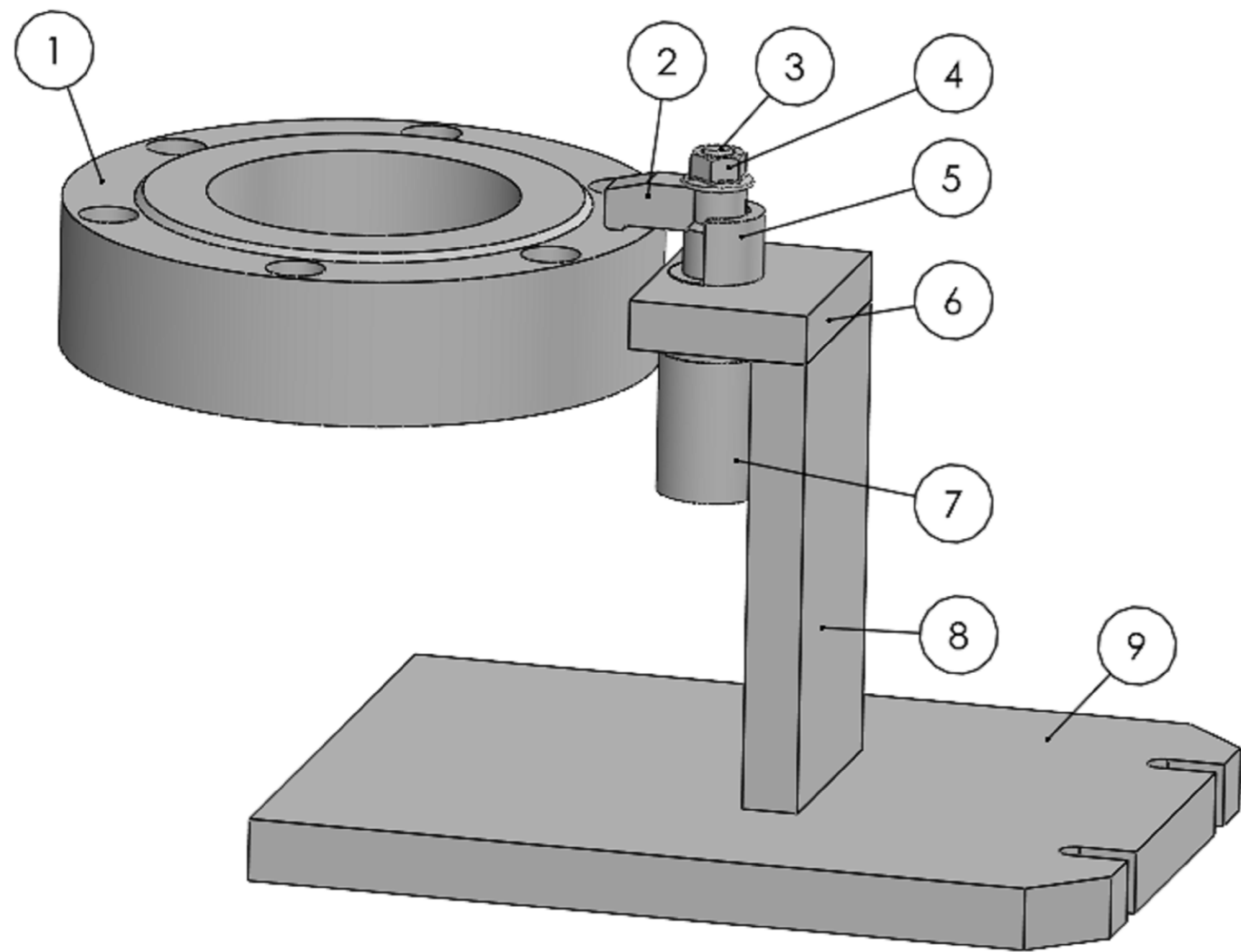


Деформація

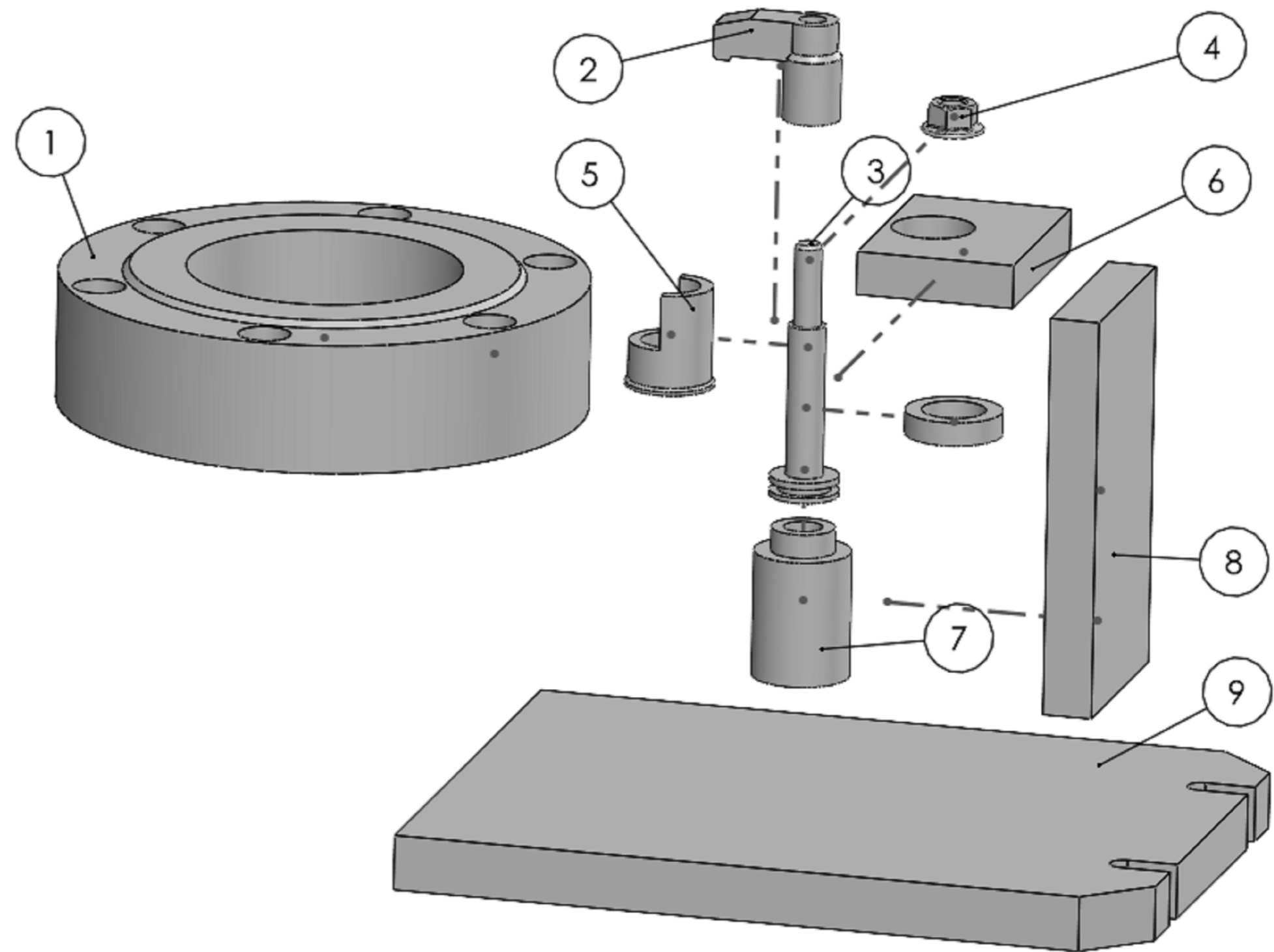


Розподіл контактного тиску

				MP.ПМК-022.05.01.000 СХ			
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Розраб.		Прокат			Н		-
Перев.		Одосі			Архив	Архив	1
Т.контр.		Одосі			ІФНТЧНГ		
Н.контр.		Одосі			ПМКМ-24-1		
Затв.		Ланчик					



a)



б)

a) – модель у складеному виді; б) – модель у розкладеному виді
 1 – деталь; 2 – прижим; 3 – шток; 4 – гайка; 5 – напрямна; 6 – планка;
 7 – циліндр; 8 – опора; 9 – основа
 3D-модель пристрою

					MP.ПМК-022.05.02.000 СХ			
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата	Тривимірна модель	Лит.	Маса	Масштаб
Разраб.		Прокопів				Н		-
Перев.		Овасій				Аркциш	Аркциш	1
Т.контр.		Овасій				ІФНТУНГ ПМКМ-24-1		
Н.контр.		Овасій						
Затв.		Панчик						