

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

Ільчишин Олег Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621

## МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі

(назва роботи)

«Головка ТУМ-150В.02:21.006» для умов серійного виробництва

Комп'ютеризовані та роботизовані технології машинобудування

(назва освітньої програми)

131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

О.А. Ільчишин

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Шуляр Б.Р, доц., к.т.н.

(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.

## РЕФЕРАТ

кваліфікаційної магістерської роботи на тему: Удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі «Головка ТУМ-150В.02:21.006» для умов серійного виробництва.

Розрахунково-пояснювальна записка складається з 102 сторінки і містить: 28 таблиць, 21 рисунок, 10 посилання на літературні джерела та додатків на 15 сторінках.

Графічна частина: 7 аркушів (1 - ф. А0., 5 - ф. А1., 1 – ф. А2).

Об'єкт дослідження – процес механічної обробки.

Предмет дослідження – деталь “ Головка ТУМ-150В.02:21.006”.

Мета роботи – розробити покращений маршрут технологічного процесу виготовлення головки ТУМ-150В.02:21.006 опираючись на заводський маршрут технології її виготовлення. Проектний варіант повинен зменшити затрати на виготовлення деталі з дотриманням вимог креслення деталі, щодо точності розмірів, форм та якості поверхонь. Також необхідно розробити для проектного маршруту конструкцію верстатних пристроїв, та підтвердити їх працездатність розрахунковим методом.

Згідно завданню на роботу проведено критичний аналіз креслення деталі, а саме її конструкції, призначення та функцій у вузлі, проведено аналіз заводського технологічного процесу її виготовлення. Опираючись на результати аналізу та рекомендації технічної літератури вибрано оптимальний спосіб отримання заготовки, розроблено проектний маршрут технологічного процесу механічної обробки головки, пораховано припуски, режими різання та норми часу на механообробні операції. Для закріплення деталі на механообробних операціях 055, 030, 070 розроблено конструкції пристроїв, зроблено їх складальні креслення та перевірено працездатність (розрахунки приведені в 2-му та 3-му розділах пояснювальної записки), а також сконструйовано контрольний пристрій і теж перевірено його працездатність.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі.

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

Студент: Ільчишин О.А.

## SUMMARY

of the qualifying master's thesis on the topic: Improvement of the technological process of manufacturing the part “Head TYM-150V.02:21.006” for serial production conditions.

The explanatory note consists of 102 pages and contains: 28 tables, 21 figures, 10 references to literary sources and appendices on 15 pages.

Graphical part: 7 sheets (1 - form A0, 5 - form A1, 1 - form A2).

The object of research is the mechanical processing process.

The subject of research is the part “Head TYM-150V.02:21.006”.

The aim of the work is to develop an improved technological process route for manufacturing the TYM-150V.02:21.006 head based on the factory manufacturing technology route. The design option should reduce the cost of manufacturing the part 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 design of machine tools for the design route and confirm their performance by calculation.

In accordance with the task, a critical analysis of the part drawing was carried out, namely its design, purpose and functions in the assembly, and an analysis of the factory manufacturing process was performed. Based on the results of the analysis and recommendations from technical literature, the optimal method for obtaining the blank was selected, a design route for the technological process of mechanical processing of the head was developed, allowances, cutting modes and time norms for machining operations were calculated. To secure the part during machining operations 055, 030, 070, the designs of the devices were developed, their assembly drawings were made and their performance was tested (the calculations are given in sections 2 and 3 of the explanatory note), and a control device has been designed and its performance has also been tested.

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

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

Student: Ilchyshyn O.A.

# Зміст

## Вступ

### 1. Технологічна частина

- 1.1 Опис призначення і конструкції деталі
- 1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі
- 1.3 Визначення річної програми випуску деталей і вибір форми організації виробництва.
- 1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі.
  - 1.4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки
  - 1.4.2 Опис і аналіз базового технологічного процесу
- 1.5 Розробка операційної технології
  - 1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку і визначення технологічних розмірів
  - 1.5.2 Розрахунок режимів різання і уточнення моделей верстатів
  - 1.5.3 Технічне нормування операцій
  - 1.5.4 Аналіз точності обробки
  - 1.5.5 Розрахунки пов'язані з підготовкою карти налагодження і керуючої програми

### 2. Конструкторська частина

- 2.1 Розрахунок верстатного пристрою для обробки деталі на операції 055
- 2.2 Розрахунок верстатного пристрою для обробки деталі на операції 030
- 2.3 Розрахунок верстатного пристрою для обробки деталі на операції 070

### 3. Імітаційне моделювання роботи притискної ланки свердлильного пристрою (оп. 070)

## Висновки

## Література

## Додатки

					МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Ільчишин</i>			Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Шуляр</i>					1	
<i>Реценз.</i>						ІФНТУНГ ПМКм-24-1		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Шуляр</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Панчук</i>						



## Вступ

Під технологією машинобудування розуміють наукову дисципліну, яка вивчає процеси механічної обробки деталей, а також розглядає питання щодо вибору заготовок і методів їх виготовлення. Це пояснюється тим, що в машинобудуванні задані форми деталей з точністю та кількістю їх поверхонь, які вимагаються та досягаються в основному шляхом механічної обробки, можуть не завжди забезпечуватись. В процесі механічної обробки деталей машин виникає найбільша кількість проблемних запитань, пов'язаних з необхідністю виконання технічних вимог, поставлених перед конструктором. Трудомісткість і собівартість процесу механічної обробки поверхонь деталі з експлуатацією технологічного обладнання більша, ніж на інших етапах виготовлення деталі. Цим пояснюється розвиток технології машинобудування як наукової дисципліни, в першу чергу, в напрямку вивчення питань технології механічної обробки, які в найбільшій мірі впливають на продуктивність підприємства.

Зменшення витрат на виготовлення виробів у машинобудуванні є неодмінною умовою підвищення прибутковості й конкурентно-спроможності машинобудівного виробництва в ринкових умовах. Обробка різанням - найголовніша стадія у виробництві машин як за часткою, так і за впливом на якість машин. Тому вдосконалення технології механічної обробки заготовок деталей машин є важливою і актуальною задачею.

В проекті передбачається підвищити ефективність механічної обробки деталі "Головка ТУМ-150В.02:21.006" шляхом :

- виявлення та усунення недоліків технології на базовому підприємстві;
- використання методів обробки та засобів технологічного оснащення, які найкраще відповідають особливостям конструкції деталі та заданому типу виробництва;
- виявлення технологічно обґрунтованих, матеріальних і трудових нормативів виконання процесу.

						МР.ПМК-010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

# 1 Технологічна частина

## 1.1 Опис призначення і конструкції деталі

Деталь "Головка ТУМ-150В.02:21.006" входить до складу механізму підйому і опускання стріли траверси з трубами трубокладчика на базі трактора "Кіровоць К-701". Механізм підйому і опускання стріли траверси-приводиться в рух з допомогою гідроциліндра (штоком) від корпусу до головки. Вільний рух забезпечується сферичною втулкою, що кріпиться в головці.

Робоче креслення деталі містить всі необхідні відомості про неї. Головку ТУМ-150В.02.21.006 приєднують до штока з допомогою різьбового отвору М52×3-6. Надійність кріплення забезпечується затискним болтом (входить в отвір Ø22) та пазом шириною 5 мм.

В сферичний отвір кріпиться сферична втулка.

Два пази по діаметру служать для полегшення монтування сферичної втулки в отворі.

Різьбовий отвір КМ6х1 ГОСТ 19863-80 призначений для закріплення масльонки для підводу мастила до сферичної втулки.

Загалом, конструкція головки представляє собою корпусну деталь складної зовні геометричної конфігурації в поєднанні з внутрішньою сферою та циліндричними і різьбовими отворами, пазами.

Точними поверхнями є внутрішня сферична поверхня ІТ 8-9, внутрішні різьбові отвори М52х3-6Н та КМ6х1 ГОСТ 19863-80 та зовнішня поверхня пазів: ІТ 12-13. Симетричність сфери відносно різьбового отвору М52×3-6Н - 0,2 мм.

Розміщення різьбового отвору КМ6х1 ГОСТ 19863-80 задано кутом 45° відносно горизонтальної осі поверхні розміром 34 мм.

Механічні властивості та хімічний склад Сталі 35 наведені в таблицях 1.1 та 1.2. ГОСТ 1020-88 застарів, його замінив ДСТУ 3473-96.

Таблиця 1.1 - Механічні властивості Сталі 35 ДСТУ 3473-96.

Границі міцності при розтягуванні, МПа	Границі міцності при згинанні, МПа	Твердість, НВ
315	530	193-207

					МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2 - Хімічний склад Сталі 35 ДСТУ 3473-96, %.

C	Si	Mn	Cr	S	P	Ni	Cu	As
			не більше					
0,32...0,4	0,32...0,37	0,5. ..0,8	0,25	0,04	0,035	0,25	0.25	0,08

Проведемо класифікацію поверхонь деталі. Для спрощення опису кожній поверхні деталі присвоюємо їй номер. Результат даного аналізу зводимо в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 - Конструктивні характеристики поверхонь

№ пов.	Геометрична форма, конфігурація	Призначення (функції)	Розмір, точність	Точність форми, розміщення	Шорсткість поверхні Ra, мкм
5	Площина	ОКБ	135 $\pm \frac{IT14}{2}$	В межах поля допуску на розмір	6,3
13	Різьба циліндрична внутрішня	ОКБ	M52×3-6H	В межах поля допуску на розмір	1,6
17	Внутрішня сферична	ДКБ	Сфера $\varnothing 95^{+0,07}$	допуск симетричності відносно різьбового отвору 13 <sub>-0,2</sub> мм.	2,5
18 19	Внутрішня лиска	Вільна	R9 $\pm \frac{IT14}{2}$	Точність розташування визначається точністю кута 70° $+ \frac{IT16}{2}$ та розміром $\varnothing 95^{+0,45}$ решта вимог в межах поля допуску	6,3
21	Внутрішня циліндрична	ДКБ	22H14	В межах поля допуску	6,3
22	Різьба конічна внутрішня	ДКБ	KM6x1	Точність розташування визначається точністю кута 45° $\pm \frac{IT16}{2}$ решта вимог в межах поля допуску	6,3

В результаті проведеного аналізу поверхонь деталі можна зробити висновок, що найбільш точними з точки зору шорсткості і вимог поставлених щодо геометричної точності поверхонь є ОКБ (основна конструкторська база) - поверхня 13 та ДКБ (допоміжні конструкторські бази) - поверхні 17, 22.

					MP.ПМК-010.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

## 1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

*Аналіз технологічності деталі "Головка ТУМ-150В.02.21.006" по параметру - можливість виготовлення заготовки.*

Технологічність конструкції деталі за параметром «можливість виготовлення заготовки» забезпечується і вибором такого матеріалу і такого методу виготовлення заготовки, при яких досягаються оптимальні витрати ресурсів на виготовлення деталей і її експлуатацію для заданих показників якості, об'єму випуску і умов виконання робіт.

Для деталей, виготовлених з матеріалу «Сталь 35», що належать до деталей типу корпусів в умовах середньо-серійного типу виробництва найбільш доцільним методом виготовлення заготовки є кування, так як деталь має порівняно складну конфігурацію. В умовах середньо-серійного типу виробництва цей метод є прийнятним.

Згідно ДСТУ 3473-96 «Сталь 35» відноситься до 1 групи матеріалів (з масовою долею вуглецю до 0,35% включно і сумарною масовою долею легуючих елементів до 2%).

Зі збільшенням в матеріалі масової долі вуглецю матеріали важче піддаються обробці. Еталоном є «Сталь 45» за механічними властивостями (міцністю, твердістю, в'язкістю, абразивністю).

Загальний висновок - технологічність деталі "Головка ТУМ-150В.02.21.006" по параметру можливість виготовлення заготовки є добра.

Проставлення розмірів, з точки зору зручності їх використання при виготовленні деталі, є зручним, а саме майже всі вони проставлені відносно осей сфери 17, яка являється технологічною базою.

В якості технологічних баз для повної обробки деталі використовуються поверхні, які разом зі способами установки показані в таблиці базового технологічного процесу обробки деталі „Головка ТУМ-150В.02.21.006”. Вибрані технологічні бази дозволяють забезпечити достатню жорсткість і точність обробки. Також на одній операції можна обробити повністю поверхні 13-16. При даному способі установки можна забезпечити вимоги щодо точності форми і розміщення .

					МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Принцип суміщення та постійності технології інших баз використовуються при обробці поверхонь 13-17.

Елементи конструкції, які б полегшували умови роботи інструменту на початку і в кінці робочого ходу відсутні.

Отже деталь "Головка ТУМ-150В.02.21.006" жорстка і технологічна в обробці. До оброблюваних поверхонь є вільний доступ інструмента.

Враховуючи метод отримання заготовки, а також конфігурацію деталі метод обробки поверхонь 1-12, 18-20 (фрезерування) найбільш доцільний і не потребує заміни.

В технологічних умовах на кресленні деталі допускається виготовляти деталь із Сталі 45 ДСТУ 7809:2015.

*Аналіз технологічності деталі "Головка ТУМ-150В.02.21.006"*

*по параметру -точність.*

Технологічність конструкції деталі по параметру - точність забезпечується вибором такої точності поверхні, 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 поверхні

Таблиця 1.4 - Оцінка точності даної деталі по середній точності її поверхні

$T_i$	$n_i$	$T_i \cdot n_i$
6	2	12
8	1	8
12	2	24
14	17	238
16	1	16
	$\Sigma$ 23	$\Sigma$ 298

Таким чином середня точність деталей є 12,9 (квалітет 13), тобто більшість поверхонь можна обробити продуктивнішим методами на верстатах з звичайною точністю.

Найвищу точність має поверхня внутрішня сферична ІТ 8-9, внутрішні різьбові отвори М52х3-6Н та КМ6х1 ГОСТ 19863-80 та зовнішня поверхня пазів 095<sup>+0г7</sup> ІТ12-13. Симетрична сфера 095<sup>+0)07</sup> відносно різьбового отвору М52х3-6Н-0,2 мм.

Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ

Арк.

За основну технологічну базу приймається поверхня 5 деталі. Базування даної деталі не викликає труднощів. Деталь вимагає спеціальних пристроїв для точіння сферичної поверхні  $\varnothing 95^{+0,07}$  свердління отворів МК6, точіння різбового отвору М52×3-6Н, фрезерування лисок. Принцип постійності баз витримується.

В загальному можна зробити висновок, що з точки зору забезпечення точності дана деталь є технологічною.

*Аналіз технологічності деталі "Головка ТУМ-150В.02.21.006" по параметру - шорсткість.*

Технологічність конструкції деталі по параметру шорсткість забезпечуються вибором такої шорсткості поверхні деталей, при якій досягається оптимальні витрати ресурсів на виготовлення деталі і її експлуатацію для заданих показників якості об'єму випуску і умов виконання робіт.

Таблиця 1.5 - Оцінюємо шорсткість поверхонь деталі по середньому класу шорсткості

<b>Ші</b>	<b>ni</b>	<b>Ші ni</b>
5(Ra 5)	1	5
3(Ra 20)	17	51
4(Ra 6.3)	4	16
8(Ra 2.5)	1	8
	23	80

$Ші=80/23=3,47826$ . Отже Ra=12,5 - середній клас точності.

Таким чином середня шорсткість поверхонь даної деталі є невисокою (Шср=12,5). Відповідно більшість поверхонь можна обробити продуктивними методами з невеликими витратами. Так як деталь є корпусна, то основним методом її обробки - фрезерування на верстатах фрезерної групи.

Практично всі методи обробки є продуктивними за винятком чорнового розточування на операції 050 та 055, що замінюємо на розсвердлювання, що є більш доцільним з точки зору продуктивності. Деталь є достатньо жорсткою, зручна у базуванні, забезпечує вільний доступ інструменту.

В загальному можна зробити висновок з точки зору можливості забезпечення шорсткості дана деталь є технологічною.

					МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

### 1.3 Визначення річної програми випуску деталей і вибір форми організації виробництва

Тип виробництва – середньо-серійний.

Дані існуючого технологічного процесу на базовому підприємстві приведені в таблиці

Таблиця 1.6 - Дані існуючого технологічного процесу на базовому підприємстві

Назва операції	Тшт,хв	Назва операції	Тшт,хв
005 Заготівельна		050 Токарно-гвинторізна	18,15
010 Ковальська		055 Верт.-фрезерна	5,46
015 Верт.-фрезерна	3,35	060 Гориз.- фрезерна	2,55
020 Верт.-фрезерна	3,35	065 Верт.-свердлильна	3,89
025 Верт.-фрезерна	2,39	070 Верт.- свердлильна	1,36
030 Верт.-фрезерна	7,42	075 Слюсарна	2,6
035 Верт.-фрезерна	4,1	080 Контрольна	
040 Верт.-фрезерна	1,48		
045 Токарно-гвинторізна	12,37		

Число металорізальних операцій :  $n = 12$ .

Сумарний штучний час :

$$\begin{aligned} \Sigma T_{шт} &= T_{шт005} + T_{шт010} + T_{шт015} + T_{шт020} + T_{шт025} + T_{шт030} + T_{шт035} + T_{шт040} + T_{шт045} + T_{шт050} + \\ &+ T_{шт055} + T_{шт060} + T_{шт065} + T_{шт070} + T_{шт070} = \\ &= 3,35 + 3,35 + 2,39 + 7,42 + 4,1 + 1,48 + 12,37 + 18,15 + 5,46 + 2,55 + 3,89 + 1,36 + 2,6 = 68,47 \text{ хв.} \end{aligned}$$

Середній штучний час: :  $T_{шт.сер} = \frac{\sum T_{шт}}{n} = \frac{68,47}{12} = 5,7 \text{ хв.}$

Такт випуску деталей:

$$t_B = K_3 \times T_{шт.сер} = 20 \times 5,7 = 114 \text{ хв,}$$

де  $K_3$  – коефіцієнт закріплення операції,

Річна програма випуску деталей:

$$N = \frac{F_d \times 60}{t} = \frac{4016 \times 60}{114} \approx 2113 \text{ хв.}$$

Отже приймаємо  $n \approx 2100$  шт.,

де  $F_d = 4016$  год. – дійсний річний фонд робочого часу устаткування.

Кількість деталей в партії:

$$n = \frac{N \times a}{F} = \frac{2100 \times 12}{254} \approx 99 \text{ шт.,}$$

де  $a$  – періодичність запуску виробів,  $a = 12$  днів [1, ст. 23];

					МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

F – число робочих днів у році, F=254 дні.

Розрахункове число змін на обробку партії деталей:

$$C = \frac{T_{ум.сер} \times n_{\partial}}{480 \times 0,8} = \frac{5,7 \times 99}{480 \times 0,8} = 1,46 \text{ зміни,}$$

де 480 – дійсний фонд часу робочого обладнання за зміну, хв.;

0,8 – нормативний коефіцієнт завантаження верстату у серійному виробництві [1, стор. 20].

Прийнята кількість змін,  $C_{пр}=2$  зміни.

Прийнята кількість деталей в партії:

$$N_{\partial} = \frac{C_{пр} \times 480 \times 0,8}{T_{ум.сер}} = \frac{2 \times 480 \times 0,8}{5,7} \approx 134 \text{ шт.}$$

При річній програмі 2100 шт.,  $n_{пр}=140$  шт.

Розрахункове число змін на обробку партії деталей:

$$C = \frac{T_{ум.сер} \times n_{\partial}}{480 \times 0,8} = \frac{5,7 \times 99}{480 \times 0,8} = 1,46 \text{ зміни,}$$

де 480 – дійсний фонд часу робочого обладнання за зміну, хв.;

0,8 – нормативний коефіцієнт завантаження верстату у серійному виробництві [1, стор. 20].

Прийнята кількість змін,  $C_{пр}=2$  зміни.

Прийнята кількість деталей в партії:

$$N_{\partial} = \frac{C_{пр} \times 480 \times 0,8}{T_{ум.сер}} = \frac{2 \times 480 \times 0,8}{5,7} \approx 134 \text{ шт.}$$

При річній програмі 2100 шт.,  $n_{пр}=140$  шт.

					MP.ПМК-010.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

## 1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі і запропоновані зміни для поліпшення технології виготовлення маршрутної технології

### 1.4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

На вибір способу отримання заготовки впливають наступні фактори: вид матеріалу, його марка «Сталь 35» і інші фізико-механічні властивості металу, з якого повинен бути виготовлений виріб (таблиця 1.7); програма випуску виробів (2100 шт); тип виробництва (середньосерійний); розміри і конструктивні форми виробу; характер обладнання, що використовується.

Враховуючи тип виробництва і марку матеріалу можна вибрати два можливих способи отримання заготовки: кування і сортовий прокат.

Метод кування забезпечує максимальне наближення форми і розмірів заготовки до форми і розмірів деталі. Недоліки вартість виготовлення поковки висока за рахунок великої вартості основного обладнання, можливість отримання складної конфігурації заготовки, необхідність термічної обробки. Переваги: невеликі припуски на механічну обробку; невеликі затрати металу.

Заготовки із прокату на відміну від кованок вимагають значної механічної обробки, більших витрат на допоміжне технологічне обладнання, під час їх обробки, великі втрати металу.

Обґрунтування вибору заготовки:

Таблиця 1.7 - Обґрунтування вибору заготовки.

Параметр	Сортовий прокат - сталь прокатна товстолистова ДСТУ 8803:2018 товщина 95 мм, ширина 160 мм.	Литво в пищанні форми	Кованка
1. Вага деталі, кг	13,3	13,3	13,3
2. Коефіцієнт використання Матеріалу (КВМ)	0,6	0,55-0,7	0,7-0,8
3. Вага заготовки $M_{заг}$	22,2	24,2-19	19-17
4. Квалітет точності	5	14-17	16-17
5. Шорсткість поверхонь $R_z$ , мкм	8	320-80	320-40
6. Клас точності поверхонь	3	1	1

					МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

- Собівартість заготовки з сортового прокату:

$$S_{\text{заг}} = M + \Sigma C_{\text{оз}},$$

де М - затрати на матеріал заготовки, визначаємо за формулою :

$$M = m_3 \times \frac{S_i}{1000} - (m_3 - m_d) \times \frac{S_b}{1000}, \text{ грн.}$$

де  $m_3$  - маса заготовки, приймаємо  $m_3 = 22,2$  кг.;

$m_d$  - маса деталі, приймаємо  $m_d = 13,3$  кг.;

$S_i$  - собівартість 1т матеріалу, приймаємо,  $S_i = 29500$  грн./т;

$S_b$  - вартість 1т відходів (стружки), приймаємо  $S_b = 2260$  грн./т;

$C_{\text{оз}}$  - технологічна собівартість операції правки, різки на штучні заготовки.

Визначаємо приведені витрати на робочому місці за формулою:

$$C_{\text{оз}} = \frac{\Sigma C_{\text{пз}} \times T_{\text{шт}}}{60}, \text{ грн.}$$

де  $T_{\text{шт}} = 4,5$  хв. - штучний час виконання заготівельної операції (правки, різки);

$C_{\text{пз}} = 18$  грн./год. - приведені витрати на різку на відрізних верстатах;

$C_{\text{пз}} = 30$  грн./год. - приведені витрати на правку на автоматах .

$$\Sigma C_{\text{зп}} = 18 + 30 = 48 \text{ грн./год.};$$

Отже:

$$C_{\text{оз}} = \frac{48 \times 4,5}{60} = 3,6 \text{ грн.}$$

Звідси:

$$S_{\text{заг}} = 22,2 \times \frac{29500}{1000} - (22,2 - 13,3) \times \frac{22600}{1000} + 3,6 = 457,36 \text{ грн.}$$

Собівартість заготовки з вилівка :

$$S_{\text{заг}} = \frac{C}{1000} \times m_3 \times K_T \times K_C \times K_B \times K_M \times K_{\Pi} - (m_3 - m_d) \times \frac{S_b}{1000},$$

де С - базова вартість базова вартість 1 т заготовок, приймаємо  $C = 36000$  грн. ;

$K_T = 1$  - коефіцієнт що залежить від точності вилівка (клас точності 2);

$K_C = 0,83$  - коефіцієнт що залежить від групи складності вилівка (2 група складності);

$K_B$  - коефіцієнт що залежить від маси вилівка, приймаємо  $K_B = 0,87$ ;

$K_M$  - коефіцієнт що залежить від марки матеріалу, приймаємо для матеріалу – «Сталь 35»,  $K_M = 1,22$ ;

$K_{\Pi} = 1$  - коефіцієнт що залежить від об'єму виробництва.

$S_b = 2260$  грн./т;

					МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

$S_3$  при  $m_3 = 24,2$  кг.:

$$S_3 = \frac{36000}{1000} \times 24,2 \times 1 \times 0,83 \times 0,87 \times 1,22 \times 1 - (22,4 - 13,3) \times \frac{2260}{1000} = 746,92 \text{ грн.};$$

$S_3$  при  $m_3 = 19$  кг.:

$$S_3 = \frac{36000}{1000} \times 19,0 \times 1 \times 0,83 \times 0,87 \times 1,22 \times 1 - (19,0 - 13,3) \times \frac{2260}{1000} = 589,7 \text{ грн.};$$

Отже  $S_{\text{заг}} = 746,92 \div 589,7$  грн.

Собівартість заготовки кованки:

$$S_{\text{заг}} = \frac{C_i}{1000} \times m_3 \times K_m \times K_c \times K_b \times K_M \times K_n - (m_3 - m_0) \times \frac{S_8}{1000},$$

де  $C_i$  - базова вартість 1 т заготовки. Приймаємо  $C_i = 37300$  грн./т ;

$K_T = 1$  - коефіцієнт що залежить від точності виливка;

$K_c = 0,84$  - коефіцієнт що залежить від групи складності виливка;

$K_b = 0,8$  - коефіцієнт що залежить від маси виливка;

$K_M$  - коефіцієнт що залежить від марки матеріалу, для «Сталь 35»  $K_M = 1$ ;

$K_n = 1$  - коефіцієнт що залежить від об'єму виробництва.

$$S_{\text{заг}} = \frac{37300}{1000} \times 17 \times 1 \times 0,84 \times 0,8 \times 1 \times 1 - (17 - 13,3) \times \frac{2260}{1000} = 417,75 \text{ грн.}$$

$S_3$  при  $m_3 = 19$  кг.:

$$S_3 = \frac{36000}{1000} \times 19,0 \times 1 \times 0,84 \times 0,8 \times 1 \times 1 - (19,0 - 13,3) \times \frac{2260}{1000} = 446,77 \text{ грн.};$$

Отже  $S_{\text{заг}} = 417,75 \div 446,77$  грн.

Отже з отриманих результатів можна зробити висновок, що найдешевша заготовка отримана методом кування, для якої  $S_{\text{заг}} = 417,75 \div 446,77$ .

Враховуючи вище перераховане, та рекомендації [1, ст. 27] вибираємо метод отримання заготовки – кування.

Призначені допуски на розміри поковки та припуски на механічну обробку отримані за рекомендаціями [2, с.102-105] наведені в таблиці 1.8.

					МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 1.8 – Допуски на розміри кованки та припуски на механічну обробку

№ пов.	Розмір деталі, мм	Основний припуск, мм	Допуск, мм	Розмір заготовки, мм
1,3	60h14	6	$\pm 2$	66 $\pm 2$
2,4	90h14	7	$\pm 2$	97 $\pm 2$
5	69h14	6	$\pm 2$	75 $\pm 2$
5,23	215h14	12	$\pm 3$	227 $\pm 3$
6	125h14	8	$\pm 3$	133 $\pm 3$

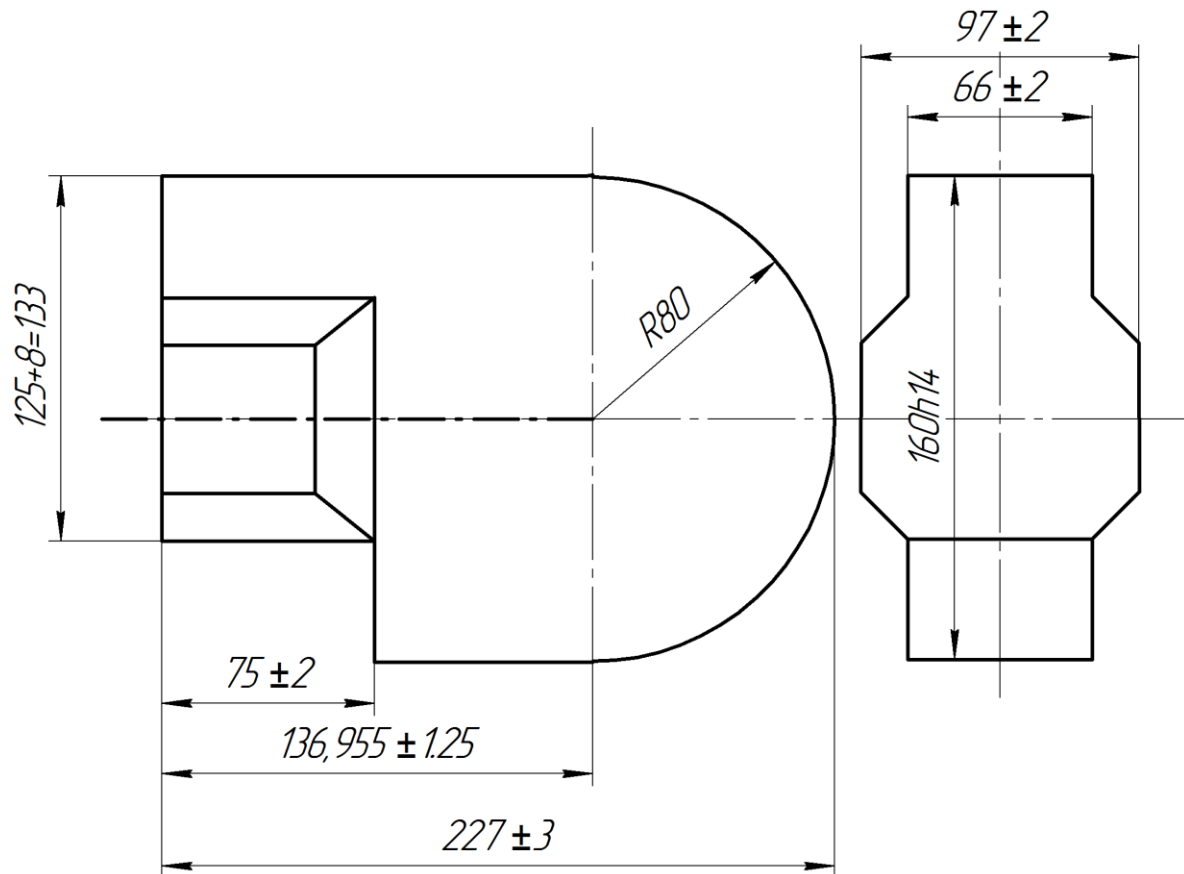


Рисунок 1.1 – Заготовка кованка

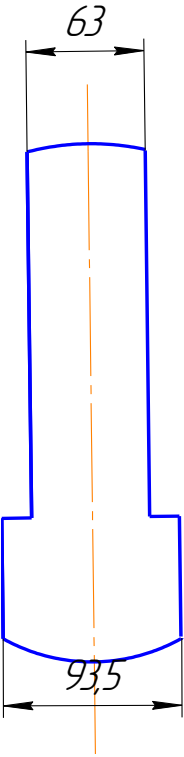
#### 1.4.2 Опис і аналіз базового технологічного процесу

Опис базового технологічного процесу приведений у таблиці (1.9)

Загальним недоліком даного технологічного процесу є використання універсальних верстатів в умовах середньо-серійного виробництва, де можна використати верстати з ЧПК, також є недоцільним для даного типу виробництва використання слюсарної обробки.

					МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

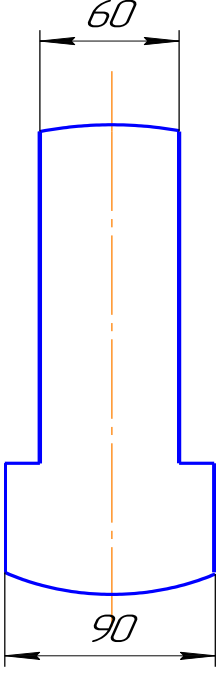
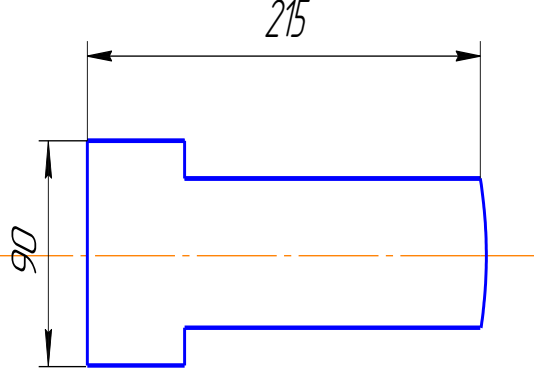
Таблиця 1.9 – Базовий технологічний процес обробки деталі

Номер, назва і зміст операцій та переходів	Тип і модель верстата	Пристрої, оснащення	Схема базування
005 Заготівельна Відрізати заготовку довжиною L=120 мм.	8В66		—
010 Ковальська 1.Нагріти заготовку в печі 2.Піддати заготовку куванню 3.Повторити перехід 1 і 2	Молот МА4136 G=400кг	Клщі ковальські, Штамп, прокладка	—
015 Вертикально-фрезерна 1.Встановити деталь, закріпити 2.Фрезерувати пов.1 3.Фрезерувати пов.2 4.Зняти деталь 5.Пригупити гострі кромки 6.Покласти деталь в тару	ВФВ мод. 6М13П	Лещата	

Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ

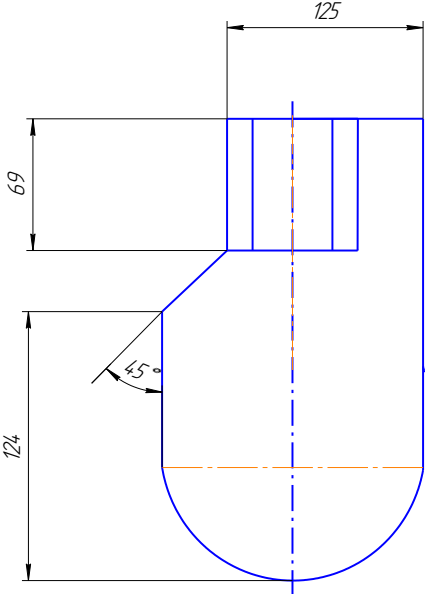
Арк.

Номер, назва і зміст операцій та переходів	Тип і модель	Пристрої, оснащення	Схема базування
<p>020 Вертикально-фрезерна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити деталь, закріпити</li> <li>2. Фрезерувати пов.3 (фреза торцева)</li> <li>3. Фрезерувати пов.4 (фреза торцева)</li> <li>4. Зняти деталь</li> <li>5. Притупити гострі кромки</li> <li>6. Покласти деталь в тару</li> </ol>	<p>ВФВ мод. 6М13П</p>	<p>Лещата</p>	
<p>025 Вертикально-фрезерна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити деталь, закріпити</li> <li>2. Фрезерувати пов.5 (фреза торцева)</li> <li>3. Зняти деталь</li> <li>4. Притупити гострі кромки</li> <li>5. Покласти деталь в тару</li> </ol>	<p>ВФВ мод. 6М13П</p>	<p>Лещата</p>	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ

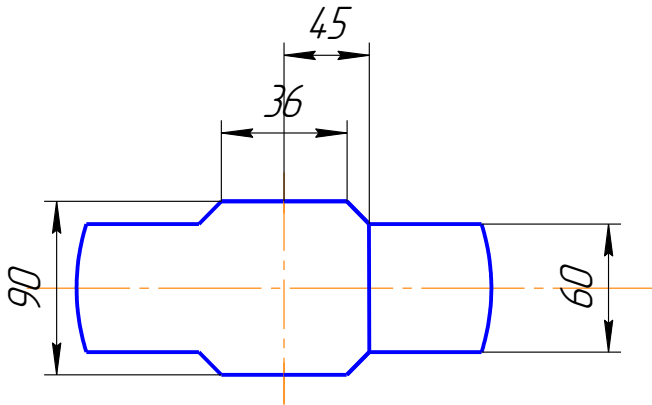
Арк.

Номер, назва і зміст операцій та переходів	Тип і модель	Пристрої, оснащення	Схема базування
<p>030 Вертикально-фрезерна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити деталь, закріпити</li> <li>2. Фрезерувати пов.б (фреза торцева)</li> <li>3. Розмітити ухили</li> <li>4. Встановити деталь, закріпити з вивертанням</li> <li>5. Фрезерувати пов.б</li> <li>6. Зняти деталь</li> <li>7. Притулити гострі кромки</li> <li>8. Покласти деталь в тару</li> </ol>	ВФВ мод. 6М13П	Лещата	 <p>The drawing shows a technical view of a part. It features a semi-circular bottom edge with a radius of 124. The total width of the part is 125. A vertical section of the part has a height of 69. A 45-degree chamfered edge is shown on the left side. A dashed line indicates the vertical centerline of the part.</p>

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

МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ

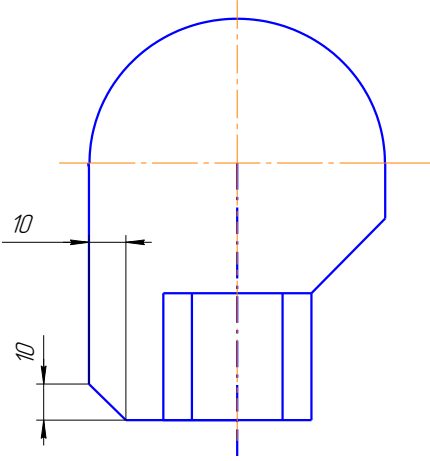
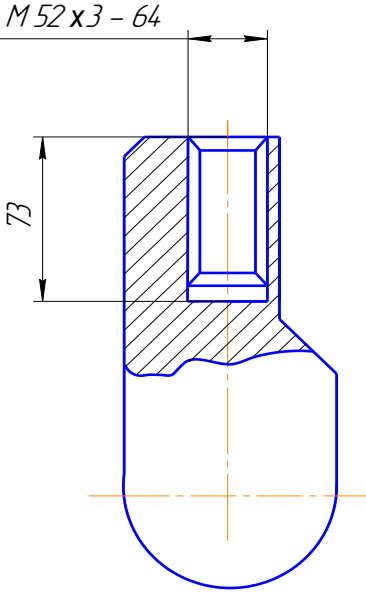
Арк.

Номер, назва і зміст операцій та переходів	Тип і модель верстага	Пристрої, оснащення	Схема базування
<p>035 Вертикально-фрезерна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Розмітити ухили по шаблону</li> <li>2. Повернути фрезерну головку верстага на 45°</li> <li>3. Встановити деталь, закріпити</li> <li>4. Фрезерувати пов. 8</li> <li>5. Перестановити деталь</li> <li>6. Фрезерувати пов. 9</li> <li>7. Перестановити деталь</li> <li>8. Фрезерувати пов. 10</li> <li>9. Перестановити деталь</li> <li>10. Фрезерувати пов. 11</li> <li>11. Зняти деталь</li> <li>12. Притупити гострі кромки</li> <li>13. Покласти деталь в тару</li> </ol>	ВФВ мод. 6М13П	Лещата	 <p>The drawing shows a cylindrical part with a total length of 90 units and a diameter of 60 units. A central section has a diameter of 36 units and a length of 45 units. The part has chamfered ends and a central section with a different diameter.</p>

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

МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ

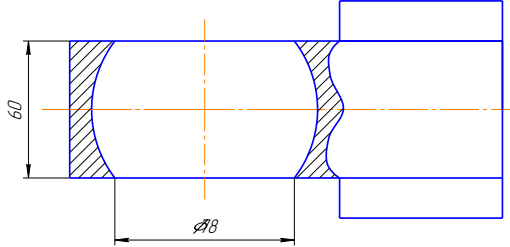
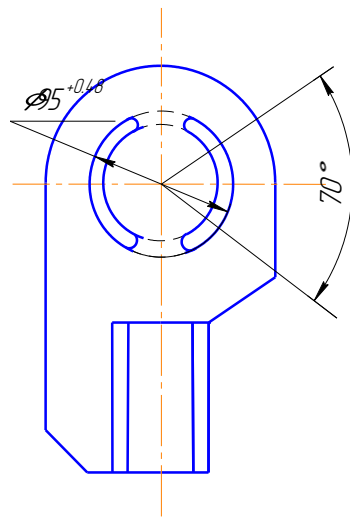
Арк.

Номер, назва і зміст операцій та переходів	Тип і модель	Пристрої, оснащення	Схема базування
<p>040 Вертикально-фрезерна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Розмітити ухили згідно креслення</li> <li>2. Встановити деталь, закріпити</li> <li>3. Фрезерувати пов. 12 (фреза торцева)</li> <li>4. Зняти деталь</li> <li>5. Притупити гострі кромки</li> <li>6. Покласти деталь в тару</li> </ol>	ВФВ мод. 6М13П	Лещата	
<p>045 Токарногвинторізний</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити деталь, закріпити</li> <li>2. Свердлити отвір 13</li> <li>3. Розсвердлити отвір 13</li> <li>4. Розточити отвір 13</li> <li>5. Підрізати для отвору 13</li> <li>6. Розточити фаску</li> <li>7. Розточити канавку (пов. 14, 15, 16)</li> <li>8. Нарізати різьбу 13</li> <li>9. Зняти деталь</li> <li>10. Покласти деталь в тару</li> </ol>	ТГВ мод. 16К20	Універсально-складальний пристрій	

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

МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ

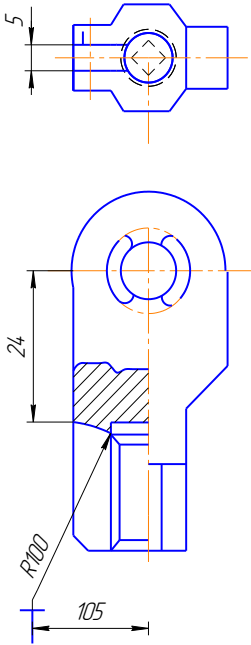
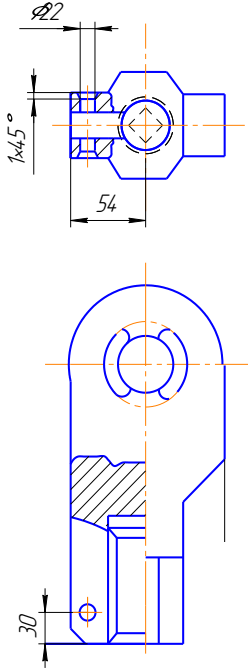
Арк.

Номер, назва і зміст операцій та переходів	Тип і модель верстага	Пристрої, оснащення	Схема базування
<p>050 Токарногвинторізний</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити деталь, закріпити</li> <li>2. Свердлити отвір 17</li> <li>3. Розсвердлити отвір 17</li> <li>4. Розточити отвір 17</li> <li>5. Розточити сферу 17 начорно</li> <li>6. Розточити сферу 17 начисто</li> <li>7. Зняти деталь</li> <li>8. Покласти деталь в тару</li> </ol>	ТГВ мод. 16К20	Універсально-складальний пристрій	
<p>055 Вертикально-фрезерна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Розмітити лиски</li> <li>2. Встановити деталь, закріпити</li> <li>3. Фрезерувати пов. 18</li> <li>4. Повернути деталь на 180°</li> <li>5. Фрезерувати пов. 19</li> <li>6. Зняти деталь</li> <li>7. Пригупити гострі кромки</li> <li>8. Покласти деталь в тару</li> </ol>	ВФВ мод. 6М13П	Поворотний стіл прижими	

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

МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ

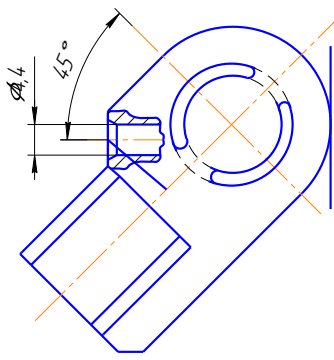
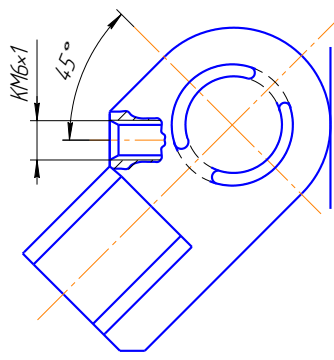
Арк.

Номер, назва і зміст операцій та переходів	Тип і модель верстата	Пристрої, оснащення	Схема базування
<p>060 Горизонтально-фрезерна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити деталь, закріпити</li> <li>2. Фрезерувати паз. 20</li> <li>3. Зняти деталь</li> <li>4. Пригупити гострі кромки</li> <li>5. Покласти деталь в тару</li> </ol>	ГФВ мод. 6М83Г	Лещата	
<p>065 Вертикально-свердлильна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Розмітити отвір 21</li> <li>2. Встановити деталь, закріпити</li> <li>3. Свердлити отвір 21</li> <li>4. Зняти фаску</li> <li>5. Перестановити деталь</li> <li>6. Повторити перехід 4</li> <li>7. Зняти деталь</li> <li>8. Покласти деталь в тару</li> </ol>	ВСВ мод. 2Н125	Лещата	

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

МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ

Арк.

Номер, назва і зміст операцій та переходів	Тип і модель верстата	Пристрої, оснащення	Схема базування
<p>070 Вертикально-свердлильна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Розмітити отвір</li> <li>2. Встановити деталь, закріпити</li> <li>3. Свердлити отвір 22</li> <li>4. Зняти деталь</li> <li>5. Покласти деталь в тару</li> </ol>	<p>ВСВ мод. 2Н125</p>	<p>Лещата</p>	
<p>075 Слюсарна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити деталь, закріпити</li> <li>2. Нарізати різьбу 22</li> <li>3. Зняти деталь</li> <li>4. Покласти деталь в тару</li> </ol>	<p>Слюсарний стіл</p>	<p>Лещата, вороток</p>	

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

МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ

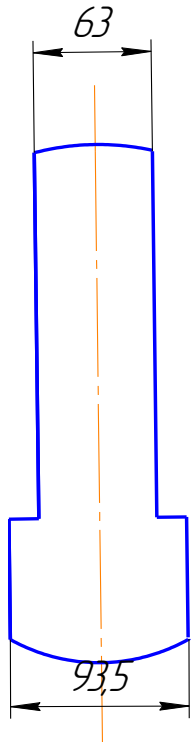
Арк.

Таблиця 1.10 - Аналіз методів обробки деталей

№ по-верхні	Варіант методів обробки	Тип обладнання, пристрій, інструмент	Переваги і недоліки
1-12	Фрезерування	Верстат – вертикально-фрезерний Пристрій – універсальний Інструмент – фреза	Переваги: використання універсального обладнання, пристрою і інструмента; Недоліки: велика трудомісткість, відсутність механізації і автоматизації.
	Фрезерування	Верстат – горизонтально-фрезерний Пристрій – універсальний Інструмент - фреза	Переваги: використання універсального, обладнання, пристрою і інструмента; Недоліки: велика трудомісткість, відсутність механізації і автоматизації.
13	1.Різьбонарізання	Верстат – токарно-гвинторізний Пристрій – спеціальний Інструмент – різець	Переваги: використання універсального обладнання, інструменту; Недоліки: велика трудомісткість, відсутність механізації і автоматизації.
	2.Різьбонарізання	Верстат – вертикально-свердлильний Пристрій – спеціальний Інструмент – мітчик	Переваги: використання універсального обладнання, інструменту; Недоліки: велика трудомісткість, відсутність механізації і автоматизації.
14 -17	Точіння	Верстат – токарно-гвинторізний Пристрій – спеціальний Інструмент – різець	Переваги: використання універсального обладнання, інструменту; Недоліки: велика трудомісткість, відсутність механізації і автоматизації.
18,19	Фрезерування	Верстат – вертикально-фрезерний Пристрій – універсальний Інструмент – фреза	Переваги: використання універсального обладнання, пристрою і інструмента; Недоліки: велика трудомісткість, відсутність механізації і автоматизації
20	Фрезерування	Верстат – горизонтальний-фрезерний Пристрій – універсальний Інструмент – фреза	Переваги: використання універсального обладнання, пристрою і інструмента; Недоліки: велика трудомісткість, відсутність механізації і автоматизації.
21	Свердління	Верстат – вертикально-свердлильний Пристрій – спеціальний Інструмент – свердло	Переваги: використання універсального обладнання, інструменту; Недоліки: велика трудомісткість, відсутність механізації і автоматизації
21	Свердління	Верстат – вертикально-свердлильний Пристрій – спеціальний Інструмент – мітчик	Переваги: використання універсального обладнання, інструменту; Недоліки: велика трудомісткість, відсутність механізації і автоматизації

					MP.ПМК-010.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

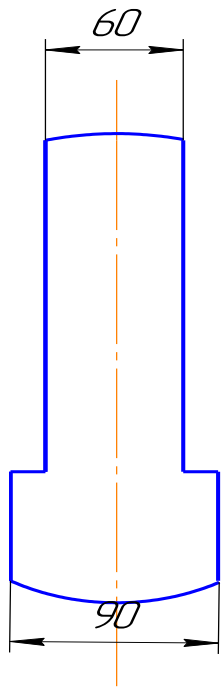
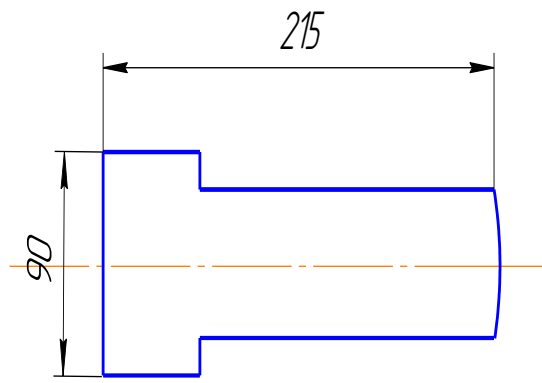
Таблиця 1.11 - Проектний технологічний процес обробки деталі

Номер, назва і зміст операцій та переходів	Тип і модель верстата	Пристрої, оснащення	Схема базування
005 Заготівельна Відрізати заготовку довжиною L=120 мм.	8B66	—	—
010 Ковальська 1.Нагріти заготовку в печі 2.Піддати заготовку куванню 3.Повторити перехід 1 і 2	Молот МА4136 G=400кг	Кліщі ковальські, Штамп, прокладка	—
015 Вертикально-фрезерна 1.Встановити деталь, закріпити 2.Фрезерувати пов.1 (фреза торцева) 3.Фрезерувати пов.2 (фреза торцева) 4.Зняти деталь 5.Притупити гострі кромки 6.Покласти деталь в тару	ВФВ мод. 6М12П	Лещата	

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

МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ

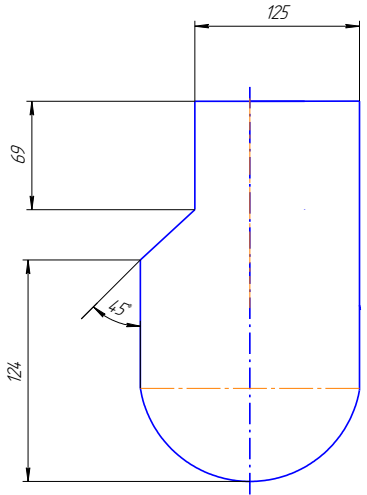
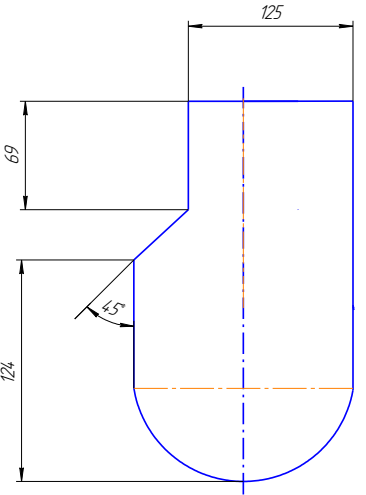
Арк.

Номер, назва і зміст операцій та переходів	Тип і модель	Пристрої, оснащення	Схема базування
<p>020 Вертикально-фрезерна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити деталь, закріпити</li> <li>2. Фрезерувати пов.3 (фреза торцева)</li> <li>3. Фрезерувати пов.4 (фреза торцева)</li> <li>4. Зняти деталь</li> <li>5. Притупити гострі кромки</li> <li>6. Покласти деталь в тару</li> </ol>	<p>ВФВ мод. 6М12П</p>	<p>Лещата</p>	
<p>025 Вертикально-фрезерна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити деталь, закріпити</li> <li>2. Фрезерувати пов.5 (фреза торцева)</li> <li>3. Зняти деталь</li> <li>4. Притупити гострі кромки</li> <li>5. Покласти деталь в тару</li> </ol>	<p>ВФВ мод. 6М12П</p>	<p>Лещата</p>	

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

МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ

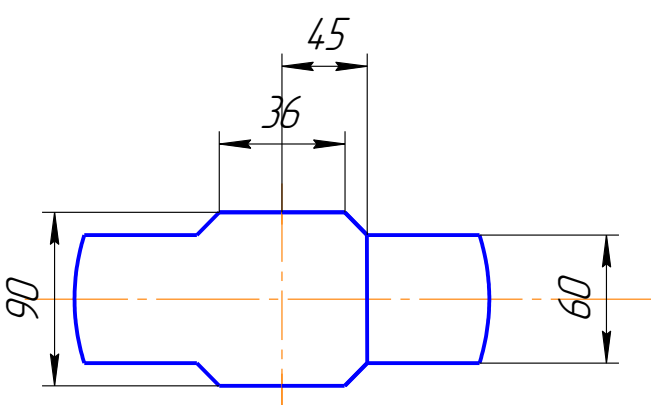
Арк.

Номер, назва і зміст операцій та переходів	Тип і модель верстага	Пристрої, оснащення	Схема базування
<p>030 Вертикально-фрезерна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Встановити деталь, закріпити</li> <li>2.Фрезерувати пов.6 (фреза торцева)</li> <li>3.Зняти деталь</li> <li>4.Притупити гострі кромки</li> <li>5.Покласти деталь в тару</li> </ol>	<p>ВФВ мод. 6М12П</p>	<p>УСП 3 Пневматичним затиском</p>	
<p>035 Вертикально-фрезерна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Встановити деталь, закріпити</li> <li>2.Повернути фрезерну головку верстага на 45°</li> <li>3.Фрезерувати пов.7</li> <li>4.Зняти деталь</li> <li>5.Притупити гострі кромки</li> <li>6.Покласти деталь в тару</li> </ol>	<p>ВФВ мод. 6М12П</p>	<p>УСП 3 Пневматичним затиском</p>	

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

МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ

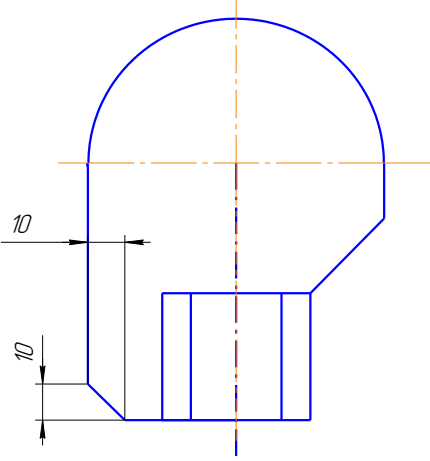
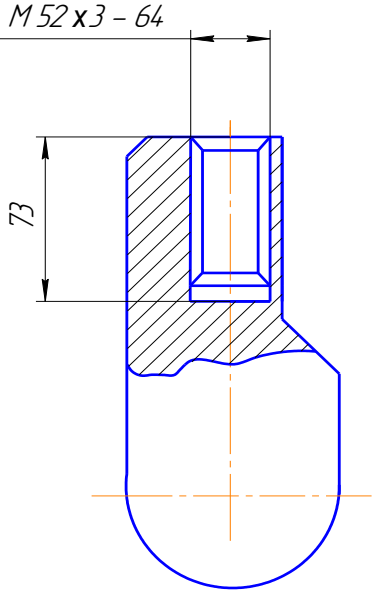
Арк.

Номер, назва і зміст операцій та переходів	Тип і модель верстага	Пристрої, оснащення	Схема базування
<p>040 Вертикально-фрезерна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Розмітити ухили по шаблону</li> <li>2. Повернути фрезерну головку верстага на 45°</li> <li>3. Встановити деталь, закріпити</li> <li>4. Фрезерувати пов. 8</li> <li>5. Перестановити деталь</li> <li>6. Фрезерувати пов. 9</li> <li>7. Перестановити деталь</li> <li>8. Фрезерувати пов. 10</li> <li>9. Перестановити деталь</li> <li>10. Фрезерувати пов. 11</li> <li>11. Зняти деталь</li> <li>12. Притупити гострі кромки</li> <li>13. Покласти деталь в гару</li> </ol>	ВФВ мод. 6М12П	Лещата	 <p>The drawing shows a cylindrical part with a total length of 90 units and an outer diameter of 60 units. A central section has a diameter of 36 units and a length of 45 units. The part has chamfered ends and a central section with a slightly different diameter.</p>

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

МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ

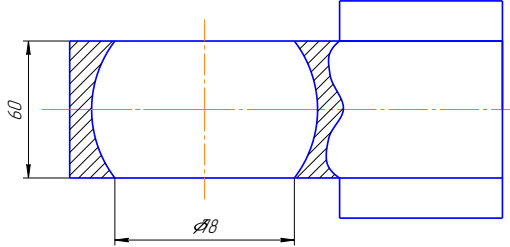
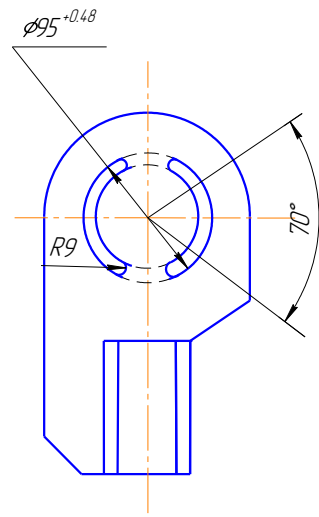
Арк.

Номер, назва і зміст операцій та переходів	Тип і модель верстата	Пристрої, оснащення	Схема базування
<p>045 Вертикально-фрезерна креслення</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Розмігити ухили згідно креслення</li> <li>2. Встановити деталь, закріпити</li> <li>3. Фрезерувати пов. 12 (фреза торцева)</li> <li>4. Зняти деталь</li> <li>5. Притупити гострі кромки</li> <li>6. Покласти деталь в тару</li> </ol>	ВФВ мод. 6М12П	Лещата	
<p>050 Токарно-гвинторізна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити деталь, закріпити</li> <li>2. Свердлити отвір 13</li> <li>3. Розсвердлити отвір 13</li> <li>4. Розточити отвір 13</li> <li>5. Підрізати для отвору 13</li> <li>6. Розточити фаску</li> <li>7. Розточити канавку (пов. 14, 15, 16)</li> <li>8. Нарізати різьбу 13</li> <li>9. Зняти деталь</li> <li>10. Покласти деталь в тару</li> </ol>	ТГВ мод. 16К20Ф3	УСП (Універсально-складальний пристрій)	

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

МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ

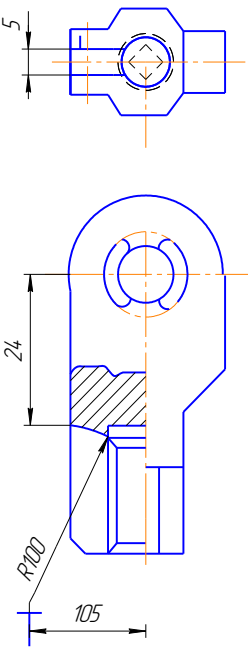
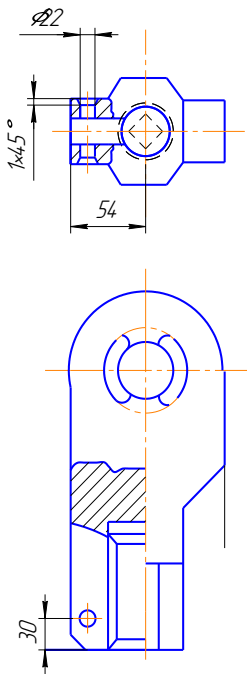
Арк.

Номер, назва і зміст операцій та переходів	Тип і модель верстага	Пристрої, оснащення	Схема базування
<p>055 Токарногвинторізна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити деталь, закріпити</li> <li>2. Свердлити отвір 17</li> <li>3. Розсвердлити отвір 17</li> <li>4. Розточити отвір 17</li> <li>5. Розточити сферу 17 начорно</li> <li>6. Розточити сферу 17 начисто</li> <li>7. Зняти деталь</li> <li>8. Покласти деталь в тару</li> </ol>	ТГВ мод. 16К20Ф3	УСП (Універсально-складальний пристрій)	
<p>060 Вертикально-фрезерна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Розмітити лиски</li> <li>2. Встановити деталь, закріпити</li> <li>3. Фрезерувати пов. 18</li> <li>4. Повернути деталь на 180°</li> <li>5. Фрезерувати пов. 19</li> <li>6. Зняти деталь</li> <li>7. Притупити гострі кромки</li> <li>8. Покласти деталь в тару</li> </ol>	ВФВ мод. 6М12П	Поворотний стіл прижими	

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

МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ

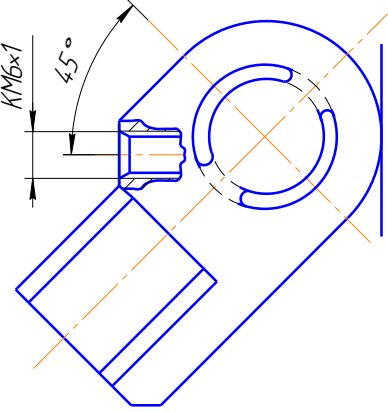
Арк.

Номер, назва і зміст операцій та переходів	Тип і модель верстага	Пристрої, оснащення	Схема базування
<p>065 Горизонтально-фрезерна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити деталь, закріпити</li> <li>2. Фрезерувати паз. 20</li> <li>3. Зняти деталь</li> <li>4. Притупити гострі кромки</li> <li>5. Покласти деталь в тару</li> </ol>	ГФВ мод. 6М82Г	Лещата	
<p>070 Вертикально-свердлильна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити деталь, закріпити</li> <li>2. Свердлити отвір 21</li> <li>3. Зняти фаску (свердло)</li> <li>4. Перевстановити деталь</li> <li>5. Повторити перехід 4</li> <li>6. Зняти деталь</li> <li>7. Покласти деталь в тару</li> </ol>	ВСВ мод. 2Н125Ф2	УСП (Універсально-складальний пристрій)	

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

МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ

Арк.

<p>Номер, назва і зміст операцій та переходів</p> <p>075 Вертикально-свердлильна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Розмітити отвір</li> <li>2. Встановити деталь, закріпити</li> <li>3. Свердлити отвір 22</li> <li>4. Зняти деталь</li> <li>5. Покласти деталь в гару</li> </ol>	<p>Тип і модель верстака</p> <p>ВСВ мод. 2Н125Ф2</p>	<p>Пристрої, оснащення</p> <p>УСП (Універсально-складальний пристрій)</p>	<p>Схема базування</p> 
---	--	---	--

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

МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ

Арк.

Отже можна запропонувати наступний, вдосконалений технологічний процес обробки деталі (таблиця 1.11).

В проектному технологічному процесі враховуючи недоцільність заміни операцій, фрезерні операції незмінено. Схему базування залишаємо без змін, як прийнятну і найбільш оптимальну для даних умов обробки.

Вертикально-свердлильну операцію 070 об'єднуємо з слюсарною 075 з обробкою поверхні 22 із одного установу.

В операціях 050 та 055 замінюємо чорнове розточування на розсвердлювання, що є більш доцільнішим з точки продуктивності.

По базовому технологічному процесу операції 015, 020, 025, 030, 035, 040, 045 проводяться на вертикально-фрезерному верстаті 6М13П, який має потужність електродвигуна 10 кВт. Замінюємо його на верстат вертикально-фрезерний мод. 6М12П, з потужністю 7,5 кВт, яка достатня для проведення цих операцій і який є дешевшим, чим знизимо собівартість виготовленім деталі.

На найбільш трудомістких операціях токарно-гвинторізних операціях 050 та 055 замінимо верстат 16К20 на токарний з ЧПК мод. 16К20Ф3 для підвищення продуктивності праці.

На операції 065 горизонтально-фрезерний верстат 6М83Г (10 кВт) замінимо на 6М82Г (7,5 кВт) як найдоцільніший.

На операції 070 вертикально-свердлильний верстат мод. 2Н125 замінимо на свердлильний верстат з ЧПК мод. 2Н125Ф2 для підвищення продуктивності праці, а також лещата замінено на УСП (універсально-складальний пристрій) з пневмоприводом затискачів.

Операція 030 - фрезерування пов.6 і пов.7 проводиться за 2 установи з перезакріпленням деталі та з повертанням на 45°, що збільшує додатковий час на проведення операції. Операцію розбиваємо на 2 операції. Пов.7 фрезеруємо з повертанням фрезерної головки верстата. Це дасть економію часу на проведення операції.

					МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

## 1.5 Розробка операційної технології

### 1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку і

#### визначення технологічних розмірів

*Розрахунок припусків на механічну обробку «сфера  $\varnothing 95^{+0,07}$ ».*

Розрахунок припусків на механічну обробку «сфера  $\varnothing 95^{+0,07}$ » проводимо за розрахунково-аналітичним способом і результати заносимо в таблицю ( 1.12 )

Сумарне значення  $R_z$  і  $T$  визначаємо згідно [3,ст.190,таб.27].Значення  $R_z$  і  $T$  записуємо в розрахункову таблицю

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

- свердління:  $q_c = \sqrt{C_0^2 + (\Delta_y \times l)^2}$ ;

де  $C_0=30$  мм – зміщення осі отвору при свердлінні [3, с.190, табл. 28];

$l = 60$  мм – глибина розсвердлювання;

$\Delta_y = 0,7$  мкм/мм – питомий відвід осі отвору при свердлінні [3, с.190, табл. 28];

$$q_c = \sqrt{30^2 + (0.7 \times 60)^2} = 52 \text{ мкм.}$$

для першого розсвердлювання:  $q_{p1} = q_c \times K_y = 52 \times 0.06 \approx 3 \text{ мкм}$

де  $K_y = 0.06$  – коефіцієнт уточнення [3, с.190, табл.29];

- для другого розсвердлювання :

$$q_{p2} = q_{p1} \times K_y = 3 \times 0.06 \approx 0 \text{ мкм}$$

- для решта переходів  $q_i = 0$  мкм. Похибка встановлення :

$$\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_\sigma^2 + \varepsilon_z^2}, \varepsilon_{i+1} = \sqrt{(\varepsilon_\sigma \times K_y)^2 + \varepsilon_z^2};$$

де  $\varepsilon_\sigma$  – похибка базування [1, с.81, таб.39];

$\varepsilon_z$  – похибка закріплення заготовки [1,с.82,таб.40];

$K_y$  – коефіцієнт уточнення [3, с.190, табл. 29];

- для першого розсвердлювання:  $\varepsilon_p = \sqrt{150^2 \times 110^2} = 186 \text{ мкм}$

- для другого розсвердлювання:  $\varepsilon_{p2} = \sqrt{(0.05 \times 150)^2 + 110^2} = 110 \text{ мкм,}$

- для чорнового розточування сфери:

$$\varepsilon_{cp} = \sqrt{(0.05 \times 150)^2 + 110^2} = 110 \text{ мкм}$$

- для чистового розточування сфери:

$$\varepsilon_{ch} = \sqrt{(0.05 \times 150)^2 + 110^2} = 110 \text{ мкм}$$

					МР.ПМК-010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



В графі „Розрахунковий розмір” вписуємо найбільше значення ( $D_{\max}$ ), заокругленим до точності допуску відповідного переходу, що отримується після виконання кожного з переходів ( $\text{Ø}30$  мм,  $\text{Ø}60$  мм,  $\text{Ø}72$  мм). Для чорнового розточування сфери розрахунковий діаметр, останнього проходу визначається згідно формули:

$$D_{p,ч.р.} = D_{\max ч} - 2Z_{\min}$$

В графі „Граничний розмір” найбільше значення ( $D_{\max}$ ) отримуємо по розрахунковим розмірам, заокругленим до точності допуску відповідного переходу. Найменші граничні розміри ( $D_{\min}$ ) визначаємо з найбільших граничних розмірів відніманням допусків відповідних переходів.

На основі даних розрахунку будуємо схему обробки сфери  $\text{Ø}95^{+0,07}$  (рисунок 1.2).

*Розрахунок припусків на механічну обробку поверхні 5 в розмір 135*

Розрахунок припусків на механічну обробку поверхні 5 в розмір  $135 \pm \frac{IT14}{2}$  на вертикально-фрезерній операції 025 проводимо розрахунково-аналітичним способом [1] і результати заносимо в таблицю.

Сумарне значення  $R_z$  і  $T$  визначаємо згідно [3, ст.190, таб. 27]. Значення  $R_z$  і  $T$  записуємо в розрахункову таблицю.

Сумарне значення просторових відхилень:

- для заготовки:

$$p_3 = p_n \times l,$$

де  $p_n$  – відхилення від перпендикулярності торця фланця.

Приймаємо  $p_n = 0.6 \text{ мкм/мм}$  [3, ст.187, таб.21];

$l$  – розмір фрезерування. Приймаємо  $l = 90 \text{ мм}$ .

Отже  $p_3 = 0,6 \times 90 = 54 \text{ мкм}$

- для чорнового фрезерування

$$p_ч = p_3 \times K_y,$$

де  $K_y$  – коефіцієнт уточнення.

					MP.ПМК-010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо  $K_y = 0.05$  [3, ст.190, таб.29].

Отже  $p_q = 54 \times 0.05 \approx 3 \text{ мкм}$ .

- для напівчистового фрезерування

$$p_{п.ч} = p_q \times K_y,$$

де  $K_y$  – коефіцієнт уточнення.

Приймаємо  $K_y = 0.05$  [3, ст.190, таб. 9].

Отже  $p_{п.ч} = 3 \times 0,05 \approx 0$ .

Таблиця 1.13 - Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічних переходах на обробку поверхні 5 в розмір  $135 \pm \frac{IT14}{2}$

Технологічні переходи обробки	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2Z_{min}$ , мкм	Розрахунковий розмір $D_p$ , мкм	Допуск $T$ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	Rz	T	q	$\epsilon$				Dmin	Dmax	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
$135 \pm \frac{IT14}{2}$											
Заготовка	100		54	-	-	136,95	$\pm 1250$	135,71	138,2	-	-
Фрезерна 1.чорн. фрезерув.	250	240	3	250	1304	135,65	$\pm 800$	134,85	136,45	860	1760
2.чист. фрезерув.	115	120	0	158	651	10	$\pm 500$	134,5	135,5	350	950
										1210	2710

Похибка встановлення :

- для чорного фрезерування:

$$\epsilon = \sqrt{\epsilon_6^2 + \epsilon_3^2},$$

де  $\epsilon_6$  – похибка базування, приймаємо  $\epsilon_6 = 200$  мкм [1, с.81, таб. 39] ;

$\epsilon_3$  – похибка закріплення заготовки, приймаємо  $\epsilon_3 = 200$  мкм [1, с.82, таб. 40];

$$\epsilon_q = \sqrt{150^2 \times 200^2} = 250 \text{ мкм};$$

- для напів-чистового фрезерування

$$\epsilon_{п.ч} = \sqrt{130^2 \times 90^2} = 158 \text{ мкм};$$

На основі записаних в таблиці даних проводимо розрахунок мінімальних значень міжопераційних припусків, використовуючи основну формулу:

$$Z_{min} = (Rz + T)_{i+1} + p_{i+1} + \epsilon_i.$$

											Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

МР.ПМК-010.00.00.000.ПЗ

- для чорнового фрезерування:

$$Z_{\min} = 1000 + 54 + 250 = 1304 \text{ мкм.}$$

- для напів-чистового фрезерування

$$Z_{\min} = (250 + 240) + 3 + 158 = 651 \text{ мкм}$$

Графу таблиці „Розрахунковий розмір” заповнюємо з кінцевого (в даному випадку того, що вказаний на кресленні) розміру послідовним відніманням розрахункового мінімального припуску кожного технологічного переходу.

$$I = I_{n,i-1} + Z_{\min i-1},$$

де  $I_{n,i-1}$  - номінальне значення розміру на  $i$ -тій операції;

- для напів-чистового фрезерування

$$I_{\text{н.ч}} = 135 + 0,651 = 135,651 \text{ мм};$$

- для заготовки:

$$L_3 = 135,651 + 1,304 = 136,955 \text{ мм.}$$

Значення допусків кожного переходу приймаємо по таблицях у відповідності з квалітетом того чи іншого виду обробки.

В графі „Граничний розмір” найбільше значення ( $I_{\max}$ ) отримуємо по розрахунковим розмірам додаванням до них половини допуску на розмір, заокругленим до точності допуску відповідності переходу. Найменші граничні розміри ( $I_{\min}$ ) отримуємо по розрахунковим розмірам додаванням до них половини допуску на розмір, заокругленням до точності допуску.

$$I_{\max} = I_p + \frac{Tl}{2}, \quad I_{\min} = I_p - \frac{Tl}{2},$$

де  $Tl$  – допуск на розмір.

- для заготовки:

$$I_{\max} = 136,955 + 1,25 = 138,21 \text{ мм}, \quad I_{\min} = 136,955 - 1,25 = 135,71 \text{ мм};$$

- для чорнового фрезерування:

$$I_{\max} = 135,651 + 0,8 = 136,45 \text{ мм}, \quad I_{\min} = 135,651 - 0,8 = 134,85 \text{ мм};$$

- для напів-чистового фрезерування

$$I_{\max} = 135 + 0,5 = 135,5 \text{ мм}, \quad I_{\min} = 135 - 0,5 = 134,5 \text{ мм};$$

Значення граничних припусків визначаємо за формулою:

					MP.ПМК-010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z_{\max} = l_{\max i-1} - l_{\max I}, Z_{\min} = l_{\min i-1} - l_{\min I},$$

- для чорнового фрезерування:

$$Z_{\max} = 138.21 - 136.45 = 1.76 \text{ мм}, Z_{\min} = 135.79 - 134.85 = 0.86 \text{ мм}.$$

- для напів-чистового фрезерування

$$Z_{\max} = 136.45 - 135.5 = 0.95 \text{ мм}, Z_{\min} = 134.85 - 134.5 = 0.35 \text{ мм},$$

Перевірка:

$$Z_{\max 0} - Z_{\min 0} = T_{I3} - T_{Iд};$$

$$Z_{\max 0} - Z_{\min 0} = 2710 - 1210 = 1500 \text{ мкм}.$$

$$T_{I3} - T_{Iд} = 2500 - 1000 = 1500 \text{ мкм}.$$

$$1500 = 1500.$$

Отже перевірки виконується.

### 1.5.2 Розрахунок режимів різання і уточнення моделей верстатів

*Розрахунок режимів різання на обробку поверхні 5 в розмір  $135 \pm \frac{IT14}{2}$*

Глибина та ширина фрезерування .

- для чорнового фрезерування:  $t = 1.76 \text{ мм}$ ;
- для напів-чистового фрезерування:  $t = 0.95 \text{ мм}$ ;

Ширина фрезерування  $B = 125 \text{ мм}$ .

Подача :

- хвилина  $S_{\text{хв}} = S_z \times Z \times n$ ,
- на один зуб  $S_z = \frac{S}{Z}$ ,

де  $S$  – подача на один оберт фрези ;

$Z$  – число зубів фрези. Приймаємо  $Z = 14$ ;

$n$  – частота обертання фрези.

- для чорнового фрезерування

$$S_z = 0,07 \text{ мм/зуб [4, с. 283, табл. 37];}$$

- для напів-чистового фрезерування

$$S_z = 1,2 \text{ мм/об [4, с. 283, табл. 37];}$$

					MP.ПМК-010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Швидкість різання визначаємо за формулою:

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times t^x \times S_z^y \times B^u \times Z^p} \times k_v,$$

де  $C_v$ ,  $q$ ,  $m$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $u$ ,  $p$  – константа та показники степені [4, с.283, табл. 39];

$T$  – період стійкості інструменту. Приймаємо  $T = 180$  хв. [4, с.283, табл. 40];

$k_v$  – загальний поправковий коефіцієнт,

$$k_v = k_{mv} \times k_{nv} \times k_{rv},$$

де  $k_{mv}$  - коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу,

$$k_{mv} = k_r \times \left( \frac{750}{\delta_b} \right)^{n_v}, [4, с. 261, табл.1];$$

де  $k_r$  – коефіцієнт для матеріалу інструмента.

Приймаємо  $k_r=1,0$  [4, с. 261, табл. 2];

$n_v$  - показник степеня, приймаємо  $n_v= 0,9$  [4, с.261, табл. 2];

$$\text{Отже } k_{mv} = 1 \times \left( \frac{750}{540} \right)^{-0.9} = 0.744;$$

де  $k_{nv}$ - коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки, приймаємо  $k_{nv}= 1,0$  [4, с. 263, табл.5];

$k_{rv}$ - коефіцієнт який враховує матеріал інструменту [4, с.263,табл.5];

$$\text{Отже } k_v = 0.744 \times 1.0 \times 1.0 = 0.744$$

Отже

- для чорнового фрезерування при:

$$C_v=64.7; q=0.25; m=0.2; x=0.1; y=0.2; u=0.15; p=0:$$

$$V = \frac{64.7 \times 200^{0.25}}{180^{0.2} \times 1.76^{0.1} \times 0.07^{0.2} \times 90^{0.15} \times 14^0} \times 0.744 = 46.66 \text{ мм/ хв.}$$

- для напів-чистового фрезерування при:

$$C_v=41; q=0.25; m=0.2; x=0.1; y=0.4; u=0.15; p=0:$$

$$V = \frac{41 \times 200^{0.25}}{180^{0.2} \times 0.95^{0.1} \times 0.086^{0.4} \times 90^{0.15} \times 14^0} \times 0.744 = 49.56 \text{ мм/ хв.}$$

Сила різання:

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times S_z^y \times B^n \times Z}{D^q \times n^w} \times k_{mp},$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МР.ПМК-010.00.00.000.ПЗ				

де Ср, х, у, n, q, w – константа та показники степеня.

Приймаємо Ср=82,5; х=0,95; у=0.8; n=1.1; q=1.1; w=0 [4,с.291,табл.41];

$k_{mp}$  – коефіцієнт що враховує якість обробки матеріалу [4, с. 264, табл. 9];

$$k_{mv} = \left( \frac{\sigma_b}{750} \right)^n,$$

де n=0,75 – показник степеня [4,с.264,табл.9];

$$k_{mv} = \left( \frac{540}{750} \right)^{0.782} = 0.782,$$

n – частота обертання фрези:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D}.$$

- для чорнового фрезерування:

$$n = \frac{1000 \times 46.66}{\pi \times 200} = 118.8 \text{ об/хв.}$$

Згідно паспортних даних верстату приймаємо n = 110 об/хв., тоді фактична швидкість різання рівна :

$$V_\phi = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{\pi \times 200 \times 110}{1000} = 43.9 \text{ м/хв};$$

- для напів-чистового фрезерування:

$$n = \frac{1000 \times 49.56}{\pi \times 200} = 126.21 \text{ об/хв.}$$

Згідно паспортних даних верстату приймаємо n = 110 об/хв , тоді Фактична швидкість різання рівна :

$$V_\phi = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{\pi \times 200 \times 110}{1000} = 43.9 \text{ м/хв};$$

Отже, сила різання рівна:

- для чорнового фрезерування при хвилинній подачі

$$S_{XB} = 0,07 \times 14 \times 110 = 107,8 \text{ мм/хв};$$

$$P_z = \frac{10 \times 82.5 \times 1.76^{0.95} \times 0.07^{0.8} \times 90^{1.1} \times 14}{200^{1.1} \times 110^0} \times 14 = 1640.5 \text{ Н},$$

- для напів-чистового фрезерування при хвилинній подачі:

$$S_{XB} = 0,86 \times 14 \times 110 = 132,44 \text{ мм/хв.};$$

					MP.ПМК-010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_z = \frac{10 \times 82.5 \times 0.95^{0.95} \times 0.86^{0.8} \times 90^{1.1} \times 14}{200^{1.1} \times 110^0} = 1076.7 \text{ Н},$$

Крутний момент різання:

$$M_k = \frac{P_z \times D}{2 \times 100}.$$

- для чорнового фрезерування:

$$M_k = \frac{1640.5 \times 200}{2 \times 100} = 1640.5 \text{ Нм};$$

- для напів-чистового фрезерування:

$$M_k = \frac{1076.7 \times 200}{2 \times 100} = 1076.7 \text{ Нм};$$

Потужність різання :

- для чорнового фрезерування:

$$N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{1640.5 \times 43.2}{1020 \times 60} = 1.16 \text{ кВт};$$

- для напів-чистового фрезерування:

$$N_e = \frac{1076.7 \times 43.2}{1020 \times 60} = 0.76 \text{ кВт};$$

Основний час обробки:

$$T_0 = \frac{L}{S_{xв}},$$

де L – довжина робочого ходу інструменту. Визначаємо за формулою:

$$L = l_1 + l_2,$$

$l_1 = 18 \text{ мм}$  - величина врізання фрези;

$l_2 = 100 \text{ мм}$  - величина перебігу фрези.

Отже:

- для чорнового фрезерування:

$$T_0 = \frac{L}{S_{xв}} = \frac{20,8}{102,8} = 0,48 \text{ хв};$$

- для напів-чистового фрезерування:

$$T_0 = \frac{20,8}{132,44} = 0,44 \text{ хв};$$

					МР.ПМК-010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Розрахунок режимів різання на обробку «сфера Ø95<sup>+,07</sup>»

Глибина обробки. Приймаємо для розточування рівною максимальному припуску на обробку (на сторону) (п.1.5.1.1):

- для свердління:

$$t = \frac{Dc}{2} = 15\text{мм.}$$

- для першого розсвердлювання:

$$t = \frac{Dp1 - Dc}{2} = \frac{60 - 30}{2} = 15\text{мм.}$$

- для другого розсвердлювання:

$$t = \frac{Dp1 - Dc}{2} = \frac{72 - 60}{2} = 6\text{мм.}$$

- для чорнового розточування сфери:

$$t = \frac{2Z \max}{2} = \frac{22.53}{2} = 11.3\text{мм при } i = 3 \quad t = 11.3 / 3 = 3.8\text{мм.}$$

- для чистового розточування сфери :

$$t = \frac{Z \max}{2} = \frac{0.47}{2} = 0.23\text{мм}$$

Подача:

- для свердління:

$$S = S_m \times K1_s;$$

$K1_s$  – поправка коефіцієнт на глибину свердління. Приймаємо  $K1_s = 0,9$  [4, с.277, табл. 25]

$S = 0.48 \times 0.9 = 0.432\text{мм/об.}$ , приймаємо  $S = 0.4\text{мм/об.}$

- для першого розсвердлювання

$$S = \left( \frac{Sm}{2} \right) \times K1_s;$$

де  $S_m = 0.66/2 \times 0.9 = 0.297\text{ мм/об}$  , приймаємо  $S = 0.25\text{ мм/об}$ .

- для другого розсвердлювання:

$$S = \left( \frac{Sm}{2} \right) \times K1_s = 0.7/2 \times 0.9 = 0.315\text{мм/об}, \text{ приймаємо } S = 0.3\text{ мм/об}$$

					МР.ПМК-010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $S_m = 0,66 \text{ мм/об}$  [4,с.277,табл.25].

- для чорнового розточування сфери

$$S = S_m \times K_s,$$

де  $K_s$  – поправковий коефіцієнт. Приймаємо  $K_s = 0.45$ [4,с.267,табл.13].

$$S_m = 0.28 \text{ мм/об} \quad [4,с.267,табл.13].$$

$$S = 0.28 \times 0.45 = 0.126 \text{ мм/об} , \text{ приймаємо } S = 0.125 \text{ мм/об}.$$

- для чистового розточування сфери

$$S = S_m \times K_s,$$

де  $K_s = 0.45$  [4, с.267, табл.13].

$$S_m = 0.22 \text{ мм/об} . \quad [4,с.268,табл.14].$$

$$\text{Отже } S = 0.22 \times 0.45 = 0.12 \text{ мм/об} . \text{ Приймаємо } S = 0.1 \text{ мм/об}$$

Швидкість різання:

для свердління:

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times S^y} \times k_v,$$

де  $C_v, q, m, y$  – константа та показники степені.

Приймаємо  $C_v = 9.8$ ;  $q = 0.4$ ;  $m = 0.2$ ;  $y = 0.5$  [4.с.278,табл.28].

$T$  – період стійкості інструменту. Приймаємо  $T = 50$  хв. [4.с.279,табл.30].

$K_v$  – загальний поправковий коефіцієнт,

$$k_v = k_{mv} \times k_{iv} \times k_{lv},$$

де  $k_{mv}$  – коефіцієнт який враховує якість оброблюваного матеріалу.

$$\text{Приймаємо } k_{mv} = 1,0 \quad [4.с.262,табл.2].$$

$k_{iv}$  – коефіцієнт який враховує інструментальний матеріал.

$$\text{Приймаємо } k_{iv} = 0,3 \quad [4.с.263,табл.6].$$

$k_{lv}$  – коефіцієнт який враховує глибину свердління [4.с.263,табл.6].

$$k_v = 1,0 \times 0,3 \times 1,0 = 0,3$$

Отже,

$$V = \frac{9.8 \times 30^{0.4}}{50^{0.2} \times 0.4^{0.5}} \times 0.3 = 8.29 \text{ м/хв},$$

					MP.ПМК-010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- для першого розсвердлювання при  $C_v=16,3$ ;  $q= 0.3$ ;  $m= 0.3$ ;  $y= 0.5$ :

$$V = \frac{16.3 \times 60^{0.3}}{50^{0.3} \times 0.25^{0.5}} \times 0.3 = 10.32 \text{ м / хв,}$$

- для другого розсвердлювання:

$$V = \frac{16.3 \times 72^{0.3}}{50^{0.3} \times 0.3^{0.5}} \times 0.3 = 9.95 \text{ м / хв,}$$

- для чорнового і чистового розточування сфери :

$$V = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times k_v,$$

де  $C_v, x, m, y$  – константа та показники степені.

Приймаємо  $C_v=420$ ;  $x= 0.15$ ;  $m= 0.2$ ;  $y= 0.2$  [4.с.269,табл.17].

$T$  – період стійкості інструменту. Приймаємо  $T=60$  хв. [4.с.268].

$K_v$  – загальний поправковий коефіцієнт, де

$k_{mv}$  – коефіцієнт який враховує якість оброблюваного матеріалу [4.с.261,табл.1].

$$k_{mv} = 1 \times \left( \frac{750}{540} \right)^1 = 1.39,$$

$k_{iv}$  – коефіцієнт який враховує інструментальний матеріал, приймаємо  $k_{iv} = 0,4$  [4.с.263,табл.6].

$k_{nv}$  – коефіцієнт який враховує вплив стану поверхні.

Приймаємо  $k_{nv} = 1,0$  [4.с.263,табл.5].

$k_{Ti}$  – коефіцієнт який враховує вплив інструментальної наладки.

Приймаємо  $k_{Ti} = 1.0$  [4.с.264,табл.7].

$k_{TB}$  – коефіцієнт що враховує вплив багатостатного обслуговування.

Приймаємо  $k_{TB} = 1.0$  [4.с.264,табл.8].

$k_{qv}$  - коефіцієнт що враховує вплив кутів в плані.

Приймаємо  $k_{qv} = 1,2$  [4.с.271,табл.18].

$k_{rv}$  - коефіцієнт що враховує вплив радіуса при вершині.

Приймаємо  $k_{rv} = 0,94$  [4.с.271,табл.18].

$$k_v = 1.3 \times 1 \times 1 \times 0.4 \times 1 \times 1.2 \times 0.94 = 0.627.$$

Отже при чорновому розточуванні :

					MP.ПМК-010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = \frac{420}{60^{0.2} \times 1.13^{0.15} \times 0.125^{0.2}} \times 0.627 = 172.8 \text{ м/хв},$$

- при напів-чистовому розточуванні:

$$V = \frac{420}{60^{0.2} \times 0.23^{0.15} \times 0.12^{0.2}} \times 0.627 = 216.97 \text{ м/хв},$$

Тоді частота обертання шпінделя відповідно рівна:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 172.8}{\pi \times 94.78} = 580.3 \text{ об/хв.}, n = \frac{1000 \times 216.97}{\pi \times 95} = 727 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо  $n = 500 \text{ об/хв}$  ,  $n = 560 \text{ об/хв}$ .

Фактична швидкість різання рівна :

$$V_{\phi} = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{\pi \times 94.78 \times 500}{1000} = 148.9 \text{ м/хв.}, V_{\phi} = \frac{\pi \times 95 \times 560}{1000} = 178 \text{ м/хв.},$$

Сила різання і крутний момент різання:

- Свердління:

Осьова сила:

$$P = 10 \times C_p \times D^q \times S^y \times k_p,$$

де  $C_v=68$ ;  $q= 1.0$ ;  $y= 0.7$  [4, с.281, табл.32].

$k_p$  – коефіцієнт який враховує фактичні умови обробки  $k_p = k_{mp}$ .

$k_{mp}$  – поправковий коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу на силові зусилля.

$$k_{mv} = \left( \frac{\sigma_b}{750} \right)^n = \left( \frac{540}{750} \right)^{0.75} = 0.782,$$

де  $n=0.75$  [4, с.264, табл.9].

$$\text{Отже } P = 10 \times 68 \times 30^1 \times 0.42^{0.7} \times 0.782 = 7969.5 \text{ Н},$$

Крутний момент:

$$M_{кр} = 10 \times C_m \times D^q \times S^y \times k_p,$$

де  $C_v=0,0345$ ;  $q= 2$ ;  $y= 0.8$  [4, с.281, табл.32].

$$\text{Отже } M_{кр} = 10 \times 0.0345 \times 30^2 \times 0.42^{0.8} \times 0.782 = 132.3 \text{ Нм},$$

- для першого і другого розсвердлювання:

					MP.ПМК-010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P = 10 \times C_p \times D^q \times t^x \times S^y \times k_p, ,$$

де  $C_p=37,8$ ;  $x=1.3$  [4, с.281, табл.32].

$$M_{кр} = 10 \times C_m \times D^q \times t^x \times S^y \times k_p, ,$$

де  $C_v=0,0345$ ;  $q= 2$ ;  $y= 0.8$  [4.с.281,табл.32].

Першого розсвердлювання:

$$P = 10 \times 37.8 \times 60 \times 15^{1.3} \times 0.25^{0.7} \times 0.782 = 1215.72H;$$

$$M_{кр} = 10 \times 9 \times 60^2 \times 15^{0.9} \times 0.25^{0.8} \times 0.72 = 1243.12Hм;$$

Другого розсвердлювання:

$$P = 10 \times 37.8 \times 72 \times 6^{1.3} \times 0.3^{0.7} \times 0.782 = 1521.56H;$$

$$M_{кр} = 10 \times 0.09 \times 72^2 \times 6^{0.9} \times 0.3^{0.8} \times 0.782 = 1901.25Hм;$$

- для чорнового і чистового розточування:

$$\text{Сила різання: } P = 10 \times C_m \times t^x \times S^y \times V^n \times k_p, ,$$

де  $C_v$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $n$  – константа та показники степені.

Приймаємо  $C_v=300$ ;  $x= 1$ ;  $n= -0.15$ ;  $y= 0.75$  [4.с.273,табл.22].

$$k_p = k_{mp} \times k_{\gamma p} \times k_{\phi p} \times k_{\lambda p} \times k_{rp},$$

де  $k_{\phi p}$  – коефіцієнт який враховує вплив головного кута в плані;

$k_{\gamma p}$  – коефіцієнт, який враховує вплив переднього кута;

$k_{\lambda p}$  - коефіцієнт, який враховує вплив кута нахилу головного леза;

Приймаємо  $k_{\phi p}=0,94$ ;  $k_{\gamma p}=1,0$ ;  $k_{\lambda p}=0,93$ ;

Отже  $k_p=0,782 \times 0,94 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,684$

Отже для чорнового розточування:

$$P_z = 10 \times 300 \times 1.13^1 \times 0.125^{0.75} \times 148.9^{-0.15} \times 0.684 = 225.06H, ,$$

для чистового розточування:

$$P_z = 10 \times 300 \times 0.23^1 \times 0.1^{0.75} \times 1.78^{-0.15} \times 0.684 = 37.45H, ,$$

Потужність різання :

для свердління та розсвердлювання:

					МР.ПМК-010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_e = \frac{M_{кр} \times n}{9750}, \text{ де } n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D}.$$

Свердління:

$$n = \frac{1000 \times 8.29}{\pi \times 30} = 87.96 \text{ об/хв}, \text{ приймаємо } n = 71 \text{ об/хв}, \text{ тоді}$$

$$V = \frac{\pi \times 30 \times 71}{1000} = 7.82 \text{ м/хв.},$$

$$N_e = \frac{32.3 \times 71}{9750} = 1.18 \text{ кВт},$$

Перше розсвердлювання:

$$n = \frac{1000 \times 8.29}{\pi \times 60} = 44 \text{ об/хв}$$

$$V = \frac{\pi \times 60 \times 35.5}{1000} = 7.54 \text{ м/хв.},$$

$$N_e = \frac{1243.12 \times 35.5}{9750} = 5.1 \text{ кВт},$$

Друге розсвердлювання :

$$n = \frac{1000 \times 9.95}{\pi \times 672} = 44 \text{ об/хв}, \text{ приймаємо } n = 35 \text{ об/хв.}, \text{ тоді}$$

$$V = \frac{\pi \times 72 \times 40}{1000} = 9.05 \text{ м/хв.},$$

$$N_e = \frac{1901.25 \times 35.5}{9750} = 5.4 \text{ кВт},$$

- чорнового і чистового розточування:

$$\text{Чорнове розточування: } N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{225.06 \times 148.9}{1020 \times 60} = 0.63 \text{ кВт};$$

$$\text{Чистове розточування: } N_e = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{37.45 \times 178}{1020 \times 60} = 0.13 \text{ кВт};$$

Максимальна потужність, яка допускається на верстаті:

$$N_t^{сер} = \eta \times N_n,$$

де  $N_n$  – паспортна потужність верстату.  $N_n = 10$  кВт;

$\eta$  – ККД верстату. Приймаємо  $\eta = 0,85$ .

$$\text{Отже } N_t^{сер} = 0,85 \times 10 = 8,5 \text{ кВт},$$

Вибраний верстат задовільняє умову  $N_t^{сер} \geq N_{ei}$ .

					МР.ПМК-010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Оптимізація режимів різання і уточнення моделей верстатів

Оптимізація режимів різання на токарно-гвинторізну операцію.

Таблиця 1.15

№ налад.	Інструмент	T <sub>н</sub> ,хв.	T <sub>о</sub> ,хв.	Q,шт	V,м/хв	N,хв <sup>-1</sup>
1.	Свердло	50	0,47	106,4	7,82	71
2.	Свердло	50	0,35	142,8	7,54	35,5
3.	Свердло	50	0,38	131,6	9,05	35,5
4.	Різець розточний	60	0,52	115,4	148,9	500
5.	Різець розточний	60	0,50	120,0	178	560
Всього		270	2,22			

- Період стійкості інструментальної наладки:

Розрахунок ведемо за формулою  $T_n = K_{мп} \times \Sigma T_m$

де  $K_{мп}$  – коефіцієнт багатострументальності, приймаємо  $K_{мп} = 0,55$  [5, стор. 33].

$$T_n = 0,55(50 + 50 + 50 + 60 + 60) = 148,5 \text{ хв.}$$

- Коефіцієнт часу роботи інструментів:

$$\lambda_1 = \frac{0,47}{2,22} = 0,211711711$$

$$\lambda_2 = \frac{0,35}{2,22} = 0,157657657$$

$$\lambda_3 = \frac{0,38}{2,22} = 0,171171171$$

$$\lambda_4 = \frac{0,52}{2,22} = 0,234234234$$

$$\lambda_5 = \frac{0,50}{2,22} = 0,225225225$$

- Уточнена економічна стійкість інструментів:

$$T_{e1} = T_n \times \lambda_1 = 148,5 \times 0,211711711 = 31,43918908;$$

$$T_{e2} = T_n \times \lambda_2 = 148,5 \times 0,1576657657 = 23,4133661$$

$$T_{e3} = T_n \times \lambda_3 = 148,5 \times 0,171171171 = 25,41891889$$

$$T_{e4} = T_n \times \lambda_4 = 148,5 \times 0,234234234 = 34,78378375$$

$$T_{e5} = T_n \times \lambda_5 = 148,5 \times 0,225225225 = 33,44594591$$

- Основний час обробки :

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

МР.ПМК-010.00.00.000.ПЗ

Основний час обробки розраховуємо за формулою:

$$T_o = T_{o1} \times \left( \frac{T_{e1}}{T_{n1}} \right)^m,$$

$$T_{o1} = 0.47 \times \left( \frac{31.43918908}{50} \right)^{0.2} = 0.428349361 \text{ хв};$$

$$T_{o2} = 0.35 \times \left( \frac{23.4133661}{50} \right)^{0.2} = 0.300723117 \text{ хв};$$

$$T_{o3} = 0.38 \times \left( \frac{25.41891889}{50} \right)^{0.2} = 0.331910514 \text{ хв};$$

$$T_{o4} = 0.52 \times \left( \frac{34.78378375}{60} \right)^{0.2} = 0.466281793 \text{ хв};$$

$$T_{o5} = 0.50 \times \left( \frac{33.44594591}{60} \right)^{0.2} = 0.444844731 \text{ хв};$$

Перевірка:

$$\frac{T_{e1}}{T_{o1}} = \frac{T_{e2}}{T_{o2}} = \frac{T_{e3}}{T_{o3}} = \frac{T_{e4}}{T_{o4}} = \frac{T_{e5}}{T_{o5}}$$

Перевіряємо за умовою

$$\frac{T_{e1}}{T_{o1}} = \frac{31.43918908}{0.428349361} = 73.39613863$$

$$\frac{T_{e2}}{T_{o2}} = \frac{23.4133661}{0.300723117} = 77.8568882$$

$$\frac{T_{e3}}{T_{o3}} = \frac{25.41891889}{0.331910514} = 76.58365077$$

$$\frac{T_{e4}}{T_{o4}} = \frac{34.78378375}{0.466281793} = 74.59820279$$

$$\frac{T_{e5}}{T_{o5}} = \frac{33.44594591}{0.444844731} = 75.18566273$$

Умова не виконується, тому проводимо ще одне уточнення.

Період стійкості інструментальної наладки:

Розрахунок ведемо за формулою  $T_{II} = K_{МП} \times \Sigma T_M$ ,

де  $K_{МП}$  – коефіцієнт багато інструментальності.

						MP.ПМК-010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Приймаємо  $K_{\text{мп}} = 0,55$  [5, стор. 33].  $T_{\text{п}} = 0.55(31,43918908 + 23,4133661 + 25,41891889 + 34,78378375 + 33,4459459) = 81,67566205$  хв.

- Коефіцієнт часу роботи інструменту

$$\lambda 1' = \frac{0.428349361}{(0.429349361 + 0.300723117 + 0.331910514 + 0.466281793 + 0.44484473)} = 0.217203637$$

$$\lambda 2' = \frac{0.300723117}{1.972109516} = 0.152488041$$

$$\lambda 3' = \frac{0.331910514}{1.972109516} = 0.168302272$$

$$\lambda 4' = \frac{0.466281793}{1.972109516} = 0.236438082$$

$$\lambda 5' = \frac{0.444844731}{1.972109516} = 0.225567965$$

Оптимізація режимів різання:

- для свердління:

$$V_1 = V_1 \times \left( \frac{T_{n1}}{T_{e1}} \right)^n = 7.82 \times \left( \frac{50}{17.74025085} \right)^{0.2} = 9.62 \text{ м / хв.};$$

$$n_1 = n_1 \times \left( \frac{T_{n1}}{T_{e1}} \right)^n = 71 \times \left( \frac{50}{17.74025085} \right)^{0.2} = 87.35 \text{ хв}^{-1}.$$

По паспорту верстата  $n=71 \text{ хв}^{-1}$ ,

відповідає швидкості різання:

$$V = \frac{3.14 \times 30 \times 71}{1000} = 6.7 \text{ м / хв};$$

$$Q_1 = \frac{T_{e1}'}{T_{o1}} = \frac{17,74025085}{0,47} = 37,34 \text{ шт}$$

- для першого розсвердлювання:

$$V_2 = 7.54 \times \left( \frac{50}{12.4545617} \right)^{0.2} = 9.96 \text{ м / хв.};$$

$$n_2 = 35.5 \times \left( \frac{50}{12.4545617} \right)^{0.2} = 46.88 \text{ хв}^{-1}.$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МР.ПМК-010.00.00.000.ПЗ					

По паспорту верстата  $n=35.5xв^{-1}$ , що відповідає швидкості

$$V = \frac{3.14 \times 60 \times 35.5}{1000} = 6.7 м / хв;$$

$$Q_2 = \frac{T_{e2}'}{T_{o2}} = \frac{12.454556617}{0.35} = 35,6 \mu m$$

для другого розсвердлювання:

$$V_3 = 9.05 \times \left( \frac{50}{13.74635166} \right)^{0.2} = 11.7 м / хв.;$$

$$n_3 = 35.5 \times \left( \frac{50}{13.74635166} \right)^{0.2} = 46.0 хв^{-1}.;$$

По паспорту верстата  $n=35.5xв^{-1}$ , що відповідає швидкості

$$V = \frac{3.14 \times 72 \times 35.5}{1000} = 8.0 м / хв;$$

$$Q_3 = \frac{T_{e3}'}{T_{o3}} = \frac{13.74635166}{0.38} = 36,17 \mu m$$

• для чорнового розточування:

$$V_4 = 148.9 \times \left( \frac{60}{19.31145066} \right)^{0.2} = 186.8 м / хв.;$$

$$n_4 = 500 \times \left( \frac{60}{19.31145066} \right)^{0.2} = 627.2 хв^{-1}.$$

По паспорту верстата  $n=639 хв^{-1}$ , що відповідає швидкості

$$V = \frac{3.14 \times 94 \times 639}{1000} = 188.6 м / хв;$$

$$Q_4 = \frac{T_{e4}'}{T_{o4}} = \frac{19.31145066}{0.52} = 37,1 \mu m$$

• для чистового розточування:

$$V_5 = 178 \times \left( \frac{60}{18.42361683} \right)^{0.2} = 225.4 м / хв.;$$

$$n_5 = 560 \times \left( \frac{60}{18.42361683} \right)^{0.2} = 709.1 хв^{-1}.$$

					MP.ПМК-010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

По паспорту верстата  $n=710 \text{ хв}^{-1}$ , що відповідає швидкості

$$V = \frac{3.14 \times 95 \times 710}{1000} = 211.8 \text{ м/хв};$$

$$Q_5 = \frac{T_{e5}}{T_{o5}} = \frac{18.42361683}{0.50} = 36.8 \text{ ум}$$

Перевірка верстата по потужності для чорнового розточування:

$$N = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{225.06 \times 188.6}{1020 \times 60} = 0.53 \text{ кВт};$$

Перевіряємо на умову  $N_{\text{розт}} \leq N_{\text{верст}}$ ,

де  $N_{\text{верст}} = 8.5 \text{ кВт}$ ;

$$N_{\text{розт}} = 0.53 \leq N_{\text{верст}} = 8.5 \text{ кВт};$$

Отже умова виконується.

Дані зводимо в таблицю

№ наладки	Інструмент	$T_e$ , хв	$V$ , м/хв	$n$ , $\text{хв}^{-1}$	$T_0$ , хв
1	Свердло	17,8	6,7	71	0,38
2	Свердло	12,5	6,7	35,5	0,26
3	Свердло	13,7	8,0	35,5	0,29
4	Різець розточний	19,3	188,6	639	0,41
5	Різець розточний	18,4	211,8	710	0,39
Всього		82	-	-	1,73

Арк.

МР.ПМК-010.00.00.000.ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

### 1.5.3 Технічне нормування операцій

Нормування фрезерної операції (025) :

Нормування часу розраховуємо за формулою:

$$T_{ум.к} = T_{ум.} + t_{пз} / q,$$

де 
$$T_{ум.} = (T_0 + T_0 \times k_{tb}) \times \left( 1 + \frac{a_{обс} + a_{в.п.}}{100\%} \right),$$

де  $T_d = t_{д.в.} + t_{д.п.в.} + t_{д.вим.},$

де  $t_{д.в.}$  - допоміжний час на встановлення і знімання заготовки в кондукторі на стіл верстата. Приймаємо  $t_{д.в.} = 0,7$  хв. [7, карта-80];

$t_{д.п.в.} = 0,4$  хв. - допоміжний час на встановлення в кондукторі. [7, карта 80];

$t_{д.вим.}$  - допоміжний пов'язаний з технологічними переходами [7, карта-81];

1 перехід -  $0,17 + 0,21 + 0,075 = 0,045$  хв.;

2 перехід -  $0,17$  хв.

де  $0,17$  хв. - час на робочий хід;

$0,21$  хв. - час на заміну інструменту;

$0,075$  хв. - час на включення і виключення частоти обертання шпинделя верстату,

$$t_{д.п.п.} = 0,445 + 0,17 = 0,615 \text{ хв.}$$

$t_{д.вим.}$  - час на контрольні вимірювання, приймаємо  $t_{д.вим.} = 0,29$  хв. [7, карта-36];

Отже  $T_0 = 0,7 + 0,615 + 0,29 = 1,615$  хв.;

$k_{tb}$  - коефіцієнт допоміжного часу. Приймаємо  $k_{tb} = 1,0$  [7, карта-1];

$a_{обс} = 3,5\%$  від оперативного — час на обслуговування робочого місця [7, карта-1];

$a_{в.п.} = 4\%$  від оперативного - час на відпочинок та особисті потреби [7, карта-1];

Отже:

$$T_{ум.} = (0,92 + 1,615 \times 1) \times \left( 1 + \frac{3,5\% + 4\%}{100\%} \right) = 2,39 \text{ хв.},$$

$t_{пз}$  - норма підготовчо-заключного часу [7, карта-79], він включає:

- час на наладку верстата, пристроїв та інструменту -  $12$  хв.;

- час на отримання інструменту і пристроїв до початку і задача їх після закінчення обробки -  $9$  хв.;

$$t_{пз} = 12 + 9 = 21 \text{ хв.};$$

$q = 250$  партія деталей.

Отже  $T_{шт} = 2,39 + 21/250 = 2,47$  хв.

					МР.ПМК-010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Нормування токарно-гвинторізної операції (055) на верстаті 16К20Ф3

Основний час автоматичної роботи верстату:

- для свердління:

$$q1 = \frac{182 - 66}{1200} + \frac{66 + 6}{28.4} + \frac{182 + 6}{4800} = 0.47$$

- для першого розсвердлювання:

$$q2 = \frac{132 - 66}{1200} + \frac{66 + 6}{9} + \frac{132 + 6}{4800} = 0.35$$

- для другого розсвердлювання:

$$q3 = \frac{132 - 66}{1200} + \frac{66 + 6}{10.6} + \frac{32 + 6}{4800} = 0.38$$

- для чорнового розточування сфера:

$$q4 = \frac{20.6 + 0}{1200} + \frac{142 - 63}{1200} + \frac{\sqrt{(38.9 - 20.6)^2}}{62.5} + \frac{\sqrt{(63 - 30)^2}}{62.5} + \frac{\sqrt{(38.9 - 22.1)^2}}{62.5} + \frac{\sqrt{(30 + 2)^2}}{62.5} + \frac{22.1 - 20.6}{1200} + \frac{63 + 2}{1200} + \frac{27.1 - 20.6}{600} + \frac{\sqrt{(42.7 - 27.1)^2}}{62.5} + \frac{\sqrt{(63 - 30)^2}}{62.5} + \frac{\sqrt{(42.7 - 28.3)^2}}{62.5} + \frac{\sqrt{(30 + 2)^2}}{62.5} + \frac{28.3 - 27.1}{1200} + \frac{63 + 2}{1200} + \frac{32.8 - 27.1}{600} + \frac{\sqrt{(46.5 - 32.8)^2}}{62.5} + \frac{\sqrt{(63 - 30)^2}}{62.5} + \frac{\sqrt{(46.5 - 33.7)^2}}{62.5} + \frac{\sqrt{(30 + 2)^2}}{62.5} + \frac{33.7 - 30.7}{600} = 0.52$$

- для чистового розточування сфера:

$$q5 = \frac{0 + 35.3}{1200} + \frac{142 - 61}{1200} + \frac{\sqrt{(47 - 35.3)^2}}{56} + \frac{\sqrt{(61 - 30)^2}}{56} + \frac{\sqrt{(47 - 35.3)^2}}{56} + \frac{\sqrt{(30 + 1)^2}}{56} + \frac{35.3 - 33.3}{600} + \frac{33.3 + 0}{2400} + \frac{142 + 1}{2400} = 0.50$$

$$T_{oa} = q1 + q2 + q3 + q4 + q5 = 0.47 + 0.35 + 0.38 + 0.52 + 0.50 = 2.22,$$

$$T_{зуп} = 0,02 \times 4 = 0,08 \text{ хв.}$$

Час автоматичної обробки верстата:

$$T_a = T_{oa} + T_{зуп} = 2,22 + 0,08 = 2,3 \text{ хв.}$$

• допоміжний час на установку і зняття деталі:

$$t_{уст} = \alpha \times D_n^x \times e^y, \text{ приймаємо } \alpha = 0,076; x = 0.17; y = 0.15.$$

$$\text{Отже } t_{уст} = 0,076 \times 160^{0,17} \times 215^{0,15} = 0,403 \text{ хв.}$$

• допоміжний час зв'язаний з виконанням операції:

$$t_{уст} = \alpha + b \times 752 + 0.04 \times k + d \times c + \alpha \times T_a.$$

$$\text{Приймаємо } \alpha = 0,36; b = 0.00125; c = 0.04; k = 3; d = 0.022; l = 1.2.$$

					МР.ПМК-010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- допоміжний час на контрольні вимірювання:

$$T_{\text{контр}} = k \times D_{\text{вим}}^z \times L^u. \text{ Приймаємо } k=0.0196; z=0.168; u=0.23; D_{\text{вим}}=95; L=60.$$

$$T_{\text{контр}} = 0.0196 \times 95^{0.168} \times 60^{0.23} = 0.108 \text{ хв.}$$

- допоміжний час ручної роботи:

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + T_{\text{зуп}} + T_{\text{контр}} = 0,403 + 3,14 + 0,108 = 3,65.$$

- підготовчо-заключний час:

$$T_{\text{п.з}} = a + b \times n + c \times P_{\text{р}} + d \times P_{\text{п.п}}, \text{ приймаємо } a=1,3; b=1,3; n=3; c=0.5; P_{\text{р}}=3; d=0.4; P_{\text{п.п.}}=0;$$

$$\text{Отже } T_{\text{п.з}} = 12,3 + 1,3 \times 3 + 0,5 \times 3 + 0,4 \times 0 = 17,7 \text{ хв.}$$

- Коефіцієнт серійності:

$$K_{\text{сер}} = \alpha \times [(T_a + t_{\text{в}}) \times 250 + T_{\text{п.з}}]^{-x}. \text{ Приймаємо } \alpha=4,17; x=0.216.$$

$$\text{Отже } K_{\text{сер}} = 4,17 \times [(2.22 + 3.65) \times 250 + 7.17]^{-0.216} = 0.868$$

- Норма штучного часу:

$$T_{\text{шт}} = (T_a + t_{\text{в}} \times k_{\text{сер}}) \times \left[ 1 + \frac{(a_{\text{абс}} + a_{\text{отл}})}{100} \right], \text{ приймаємо } a_{\text{абс}}=10\%, a_{\text{отл}}=10\%.$$

$$\text{Отже } T_{\text{шт}} = (2.22 + 3.65 \times 0.868) \times \left[ 1 + \frac{(10+10)}{100} \right] = 6.47.$$

- Час на обробку партії деталей:  $T_{\text{п}} = T_{\text{шт}} \times 250 + T_{\text{п.з}} = 6,47 \times 250 + 17,7 = 1635,2 \text{ хв.}$

- Штучного калькуляційний час:

$$T_{\text{шт.к}} = \frac{T_{\text{п}}}{250} = \frac{1635,2}{250} = 6,54 \text{ хв.}$$

Нормування фрезерної операції (070, обробка поверхні 21)

Норма часу розраховуємо за формулою:  $T_{\text{шт.к}} = T_{\text{шт}} + t_{\text{пз}}/q$ ,

$$\text{де } T_{\text{шт}} = (T_o + T_o \times k_m) \times \left( 1 + \frac{a_{\text{абс}} + a_{\text{в.п}}}{100\%} \right),$$

$$T_{\text{д}} = t_{\text{д.в}} + t_{\text{д.п.в}} + t_{\text{д.вим}},$$

$t_{\text{д.в}}$  – допоміжний час на встановлення і знімання заготовки в кондукторі на стіл верстат. Приймаємо  $t_{\text{д.в}} = 0,4 \text{ хв.}$  [8, карта - 33];

$t_{\text{д.п.в}} = 0,4 \text{ хв.}$  – допоміжний час на встановлення в кондукторі [8, карта-33];

$t_{\text{д.вим}} = 0,4 \text{ хв.}$  - допоміжний пов'язаний з технологічними переходами [8, карта-35];

1 перехід –  $0,08 + 0,15 + 0,02 = 0,25 \text{ хв.}$

					МР.ПМК-010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 перехід –  $0,08+0,15= 0,23$  хв.;

3 перехід –  $0,08+0,02= 0,1$  хв.;

де 0,8 – час на робочий хід ;

0,15 – час на заміну інструменту;

0,02 – час на включення і виключення частоти обертання шпинделя верстату,

$t_{д.п.в} = 0,25+0,23+0,1=0,58$  хв.;

$t_{д.вим}$  – час на контрольні вимірювання. Приймаємо  $t_{д.вим}=0,08$  хв[8, карта-36];

Отже  $T_{д} = 0,4+0,19+0,58+0,08 = 1,25$  хв.;

$k_{tb}=0.76$  - коефіцієнт допоміжного часу [8, карта-1];

$a_{абс}=4\%$  від оперативного – час на обслуговування робочого місця[8, с.8,таб.1]

$a_{отл}=4\%$  від оперативного – час на відпочинок та особисті потреби[8,с.8,таб.1]

Отже  $T_{шт} = (2.51+1.25 \times 0.76) \times \left(1 + \frac{4\% + 4\%}{100\%}\right) = 3.13$  хв,

$t_{п.з}$  – норма підготовчо-заключного часу [8, карта-32], він включає :

- Час на наладку верстата, пристроїв на інструмент – 12 хв;
- Час на отримання інструменту і пристроїв до початку і здача їх після закінчення обробки – 6 хв;

$t_{п.з}=12+6+3=21$  хв;

$q=250$  шт. – партія деталей.

Отже  $T_{шт.к} = 3,13+21/250=3,21$  хв.

Таблиця 1.17 – Нормування технологічного процесу

№ п/п	Базовий технологічний процес			Проектний технологічний процес		
	$T_0$	$T_{шт}$	$T_{пз}$	$T_0$	$T_{шт}$	$T_{пз}$
015	1,72	3,35	21	1,72	3,35	21
020	1,72	3,35	21	1,72	3,35	21
025	0,92	2,39	21	0,92	2,39	21
030	2,42	7,42	21	1,14	2,74	21
035	0,60	4,1	21	1,28	3,46	21
040	0,20	1,48	21	0,60	4,1	21
045	7,13	12,37	19	0,20	1,48	21
050	12,2	18,15	19	5,67	8,23	17,7
055	2,74	5,46	21	2,22	6,47	17,7
060	1,79	2,55	21	2,74	5,46	21
065	2,67	3,89	21	1,79	2,55	21
070	0,5	1,36	21	2,51	3,13	17,0
075	2,5	2,6	-	2,19	3,01	17,0
Всього	37,11	68,47	-	24,70	44,72	-

					МР.ПМК-010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.18 - Режими різання та норми часу

№ операції	Зміст переходу	Верстат	Інструмент	Матеріал різч	Режими											
					L, мм	L1,	L2, м	L, мм	L, мм	T, мм	S <sub>м</sub> , мм/об	T, хв	V <sub>p</sub> , V/d	N, хв <sup>-1</sup>	V <sub>фр</sub> , м/х	N, кВт
015	фрез.-ти пов.1нач	6М12П	фреза торцева	Т6К5	160	18	100	278	2.0	0.15	200	180	250	157.1	5.74	0.53
015	фрез.-ти пов.2нач	6М12П	фреза торцева	Т6К5	36	14	100	150	2.5	0.15	200	180	250	157.1	5.74	0.48
015	фрез.-ти пов.1н/чнс	6М12П	фреза торцева	Т6К5	160	18	100	278	1.0	0.2	200	180	250	157.1	3.65	0.39
015	фрез.-ти пов.2н/чнс	6М12П	фреза торцева	Т6К5	36	14	100	150	1.0	0.2	200	180	250	157.1	3.65	0.32
020	фрез.-ти пов.3нач	6М12П	фреза торцева	Т6К5	160	18	100	278	2.0	0.15	200	180	250	157.1	5.74	0.53
020	фрез.-ти пов.4нач	6М12П	фреза торцева	Т6К5	36	14	100	150	2.5	0.15	200	180	250	157.1	5.74	0.48
020	фрез.-ти пов.3н/чнс	6М12П	фреза торцева	Т6К5	160	18	100	278	1.0	0.2	200	180	250	157.1	3.65	0.39
020	фрез.-ти пов.4н/чнс	6М12П	фреза торцева	Т6К5	36	14	100	150	1.0	0.2	200	180	250	157.1	3.65	0.32
025	фрез.-ти пов.5нач	6М12П	фреза торцева	Т6К5	90	18	100	278	1.76	0.07	180	46.66	110	43.9	1.16	0.48
025	фрез.-ти пов.5н/чнс	6М12П	фреза торцева	Т6К5	90	18	100	278	0.95	0.08	180	49.56	110	43.9	0.76	0.44
030	фрез.-ти пов.6нач	6М12П	фреза торцева	Т6К5	60	8	62.5	130.5	4.0	0.15	120	165	400	157.1	5.8	1.14
035	фрез.-ти пов.7нач	6М12П	фреза торцева	Т6К5	60	8	62.5	130.5	3.0	0.2	120	180	400	157.1	4.2	1.28
040	фрез.-ти пов.8,9,10,11нач	6М12П	фреза торцева	Т6К5	69	7	40	116	3.0	0.15	90	180	630	158.3	3.81	0.60
045	фрез.-ти пов.12нач	6М12П	фреза торцева	Т6К5	14	7	62.5	83.5	3.0	0.15	120	165	400	157.1	3.01	0.2
050	свердлиги отвір 13	16К20Ф3	свердло	ВК8	85	9.3	-	94.3	15	0.5	50	20	200	18.85	4.5	1.2
050	розсвердлиги отвір 13	16К20Ф3	свердло	ВК8	78	14	-	91	15	0.5	60	60	400	59.07	5.18	0.98
050	пожевардиги п.13	16К20Ф3	свердло	ВК8	76	2	-	78	0.92	0.6	50	79.7	500	76.73	1.12	1.01
050	розточити пов.14,15,16	16К20Ф3	Різець канавочний	Т6К5	5.4	2	-	7.4	10	0.2	50	53.15	310	51.81	0.93	0.58
050	нарізати різьбу 13	16К20Ф3	Різець різьбовий	Т6К5	81	6	-	87	1.57	3	90	13	60	10.29	0.22	1.90
055	свердлиги отвір 17	16К20Ф3	свердло	ВК8	60	2	1	63	15	0.4	50	8.29	71	6.7	1.18	0.38
055	пожевардиги отвір 17(060)	16К20Ф3	свердло	ВК8	60	1	1	62	15	0.25	50	10.32	35.5	6.7	5.1	0.26
055	розсвердлиги отвір 17(72)	16К20Ф3	свердло	ВК8	60	1	1	62	6	0.3	50	9.95	35.5	8.0	5.4	0.29
055	розточити сверчу 17начови	16К20Ф3	Різець розточний	ВК6	60	3	1	64	3.8	0.125	60	172.8	63.9	188.6	0.63	0.41
055	розточити 17 начисто	16К20Ф3	Різець розточний	ВК6	60	2	1	63	0.47	0.1	60	216.97	710	211.8	0.13	0.39
060	фрез.-ти пов.18	6М12П	фреза торцева	Т6К5	56	10	-	66	3	0.04	60	23	400	22.6	0.02	1.37
060	фрез.-ти пов.19	6М12П	фреза торцева	Т6К5	56	10	-	66	3	0.04	60	23	400	22.6	0.02	1.37
065	фрез.-ти пов.20	6М82Г	фреза торцева	Т6К5	146	37	-	183	5	0.07	300	400	630	395.8	0.17	1.79
070	свердлиги отвір 21	2Н125Ф2	свердло	Р18	71	9.3	2	88.3	11	0.5	50	23	310	21.42	3.6	2.42
070	розсвердлиги фаски 24	2Н125Ф2	свердло	Р18	-	-	-	-	-	0.5	50	23	310	21.42	0.65	0.09
075	Свердлиги фаски 22	2Н125Ф2	свердло	Р18	37.5	9.3	-	48.8	2.2	0.1	50	20	630	18.32	0.16	1.10
075	Нарізати різьбу 22	2Н125Ф2	Мітчик	Р18	37.5	2	-	39.5	1.1	1	90	8	80	7.42	0.2	1.09

### 1.5.4 Аналіз точності обробки

Початкові дані :

Оброблюють внутрішню циліндричну поверхню на партії головок на токарно-гвинторізному верстаті моделі 16К20. Матеріал деталі – «Сталь 35» ДСТУ 3473-96,  $\sigma_s=530$  МПа. Деталь закріплюють в пристрої для токарної обробки. Інструмент - розточний різець, оснащений пластинкою з твердого сплаву Т15К6 з геометрією ріжучої частини :  $\phi = 45$ ,  $\phi = 10$ ,  $r=2$ мм,  $\gamma = 10^\circ$ ,  $\alpha = 12^\circ$ ,  $\lambda = 0$ . Обробку ведуть на заздалегідь обробленому верстаті.

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

$\Delta b_R$  - похибка форми від геометричної неточності верстата в радіальному напрямку, зумовлена радіальним биттям шпинделя і осьовому напрямку, зумовлена відхиленням від паралельності вісі шпинделя напрямним станини в горизонтальному напрямку. Ця похибка постійна;

$\Delta H$  - похибка настроювання системи ВПІД на отримання заданого розміру. При багаторазовому настроюванні вона має випадковий характер проявлення в часі;

$\Delta y$  - похибка від зміни величини деформації системи ВПІД внаслідок зміни сил різання, викликаних зміною глибини різання від  $t_{max}$  до  $t_{min}$  до і зміною механічних властивостей оброблюваного матеріалу. Оскільки деталь жорстка і відносно невеликої довжини, то зміною податливості системи по довжині обробки нехтуємо.

$\Delta y$  - випадкова похибка;

$\Delta i$  - похибка від розмірного спрацювання різця, береться зі знаком "+", систематична закономірно змінна;

$\Delta T$  - похибка від теплової деформації різця - береться зі знаком "-", систематична закономірно змінна.

Похибками форми в осьовому напрямку від розмірного спрацювання і теплової деформації нехтуємо (розміри оброблюваної поверхні відносно невеликі,

						МР.ПМК-010.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

і ці похибки частково компенсуються).

Схема технологічного розмірного ланцюга показана на рисунку, формули для розрахунку похибок, значення параметрів, від яких залежать формули для розрахунку похибок, зазначення параметрів, від яких залежать похибки та джерела похибки та система інформації, а також результати розрахунку похибок зведені в таблиці.

Таблиця 1.19 – Розрахунок похибок обробки сфери  $\varnothing 95^{+0,07}$

Формули та розрахунок похибок обробка (радіус)	Параметри, що впливають на похибку обробки	Значення параметрів та джерело інформації
$\Delta'_{bR} = \frac{a'}{2} = \frac{0.008}{2} = 0.004_{мм}$	$a'$ – постійність діаметра зразка в поперечному перетині, мм; $a''$ – постійність діаметра зразка в повздовжньому перетині, мм;	$a' = 0.008$ мм $a'' = 0.01$ мм [4,табл.9,стр.37]
$\Delta''_{bR} = \frac{a''}{2} = \frac{0.01}{2} = 0.005_{мм}$		
$\Delta_{bR} = \Delta'_{bR} + \Delta''_{bR} = 0.004 + 0.005 = 0.009_{мм}$		
$\Delta_{HR} = \sqrt{\left(\frac{\Delta_{вим}}{2}\right)^2 + \Delta p^2} = \sqrt{\left(\frac{0.012}{2}\right)^2 + 0.01^2} = 0.012_{мм}$	Двим – похибка вимірювання, мм $\Delta p$ - похибка регулювання положення різця, мм	Двим = 0,012мм – калібр-пробка, [4,табл.1.60,с184,9] $\Delta p = 0.01$ мм – мікрометричний гвинт.
$\Delta_{YR} = 11 \times C_p \times S^{Y_{py}} \times V^{n_{py}} \times K_p \times (t^{X_{py}_{max}} - t^{Y_{py}_{min}}) \times \omega = 11 \times 243 \times 0.1^{0.6} \times 148.9^{-0.3} \times 1.558 \times (0.38^{0.9} - 0.2^{0.9}) = 0.406_{мкм} = 0,000406_{мм}$	$t_{max}$ , $t_{min}$ , $S$ , $V$ – режими різання; $K_p$ – поправочний коефіцієнт; $S_{py}$ , $U_{py}$ , $n_{py}$ , $X_{py}$ – коефіцієнт і показники степеня для визначення $P_v$ $R_y$ – нормальна складова сили різання, $\omega$ – податливість системи ВПД, мкм/Н;	$T_{max} = 0,235$ мм $T_{min} = 0,2$ мм, $S = 0,1$ мм/об дані отримані на попередніх етапах розробки процесу обробки; $S_{py} = 243$ ; $X_{py} = 0,9$ ; $U_{py} = 0,6$ ; $n_{py} = 0,3$ ; $K_p = \left(\frac{54}{75}\right)^{-1.35} = 1.558$ , [4,табл.21,с430] $\omega$ – податливість верстату. Податливістю деталі нехтуємо.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМК-010.00.00.000.ПЗ

Арк.

### Закінчення таблиці 1.19

Формули та розрахунок похибок обробка (радіус)	Параметри, що впливають на похибку обробки	Значення параметрів та джерело інформації
$\Delta_{м.н.Р} = 1.2\sqrt{\Delta_H^2 + \Delta^2 + \Delta_B^2} =$ $= 1.2\sqrt{0.012^2 + 0.0004^2 + 0.007^2} =$ $= 0.018\text{мм}$ $\Delta_{м.н} = 2 \times \Delta_{м.н.Р} = 2 \times 0.018 = 0.036\text{мм}$	<p>Δм.н.- похибка миттєвого розсіювання Розміру з урахуванням похибки настроювання</p>	
$\Delta i = u_0 \left(1 + \frac{V \times \tau}{1000}\right) = 6 \times \left(1 + \frac{148.9 + \tau}{1000}\right) =$ $6(1 + 0.18\tau)$	<p>τ – час обробки, хв; u<sub>0</sub> – відносне спрацювання різця, мкм/км.</p>	<p>τ – змінна величина; u<sub>0</sub> = 6 мкм/км;</p>
$\Delta T = -C \times \frac{Lp}{F} \times \sigma_{\sigma} \times (t \times S)^{\frac{3}{4}} \times V^{\frac{1}{2}} \times$ $\frac{T_o}{T_o + T_n} \times \left(1 - e^{-\frac{\tau}{\tau_m}}\right) = -4.5 \times \frac{20}{144} \times 40 \times$ $(3.8 \times 0.125)^{\frac{3}{4}} \times 148.9^{\frac{1}{2}} \times \frac{3.0}{3.0 + 0.6} \times \left(1 - e^{-\frac{\tau}{16}}\right) =$ $-34.6(1 - e^{-\frac{\tau}{16}})\text{мкм}$	<p>C – константа; Lp і F – виліт різця в мм і площа поперечного перерізу його державки, мм<sup>2</sup>; σ<sub>σ</sub> – границя міцності оброблюваного матеріалу, кГ/мм<sup>2</sup>; t, S, V – режими різання; T<sub>0</sub>, T<sub>n</sub> – основний час обробки і тривалість перерв між обробкою кожної деталі, хв; τ<sub>m</sub> – константа змінюється в межах 12 – 24 хв.</p>	<p>C = 4,5; Lp = 62 мм; F = 12 x 12 = 144 мм<sup>2</sup>; σ<sub>σ</sub> = 40 кГ/мм<sup>2</sup>; t = 3,8 мм; S = 0,125 мм/об; V = 148,9 м/хв; T<sub>0</sub> = 3,0 хв; T<sub>n</sub> = 0,6 хв; τ<sub>m</sub> = 16.</p>

Таблиця 1.20 – Результати розрахунку систематичної похибки

τ, хв	0	4	8	20	40	60	80
Δi	0	-1,658	-2,765	-7,415	-9,515	-11,79	-14,065
ΔT	0	2,21	3,29	6,54	6,54	6,54	6,54
Δсист= 2(Δi + ΔT)	0	1,05	1,05	-1,75	-5,95	-10,5	-15,05

З діаграми визначаємо технологічну стійкість інструменту T<sub>т</sub>=88 хв.

Оскільки економічна стійкість T<sub>е</sub> інструмента становить 60 хв., T<sub>е</sub> < T<sub>т</sub>., то загальна похибка обробки (за діаграмою) Δ<sub>сум</sub> = 0,0595 мм.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	MP.ПМК-010.00.00.000.ПЗ					

Настояваний розмір  $d_{настр}$  при симетричному розташуванні поля розсіювання становить:

$$d_{настр} = d_{max} - 0.5\Delta_{м.н.} - \Delta_{сист.мин} - \frac{T - \Delta_{сум}}{2} = 95,0457 мм.$$

де  $d_{min}=95,07$  мм - найменше граничне значення розміру ;

$\Delta_{сист} = 0,00105$ мм - найменше значення систематичної похибки ; Тривалість обробки до вимушеної зміни різця:

$$T_{з.м.} = \frac{T_e(T_0 + T_n)}{T_0} = \frac{88(1 \times 10)}{1} = 968 хв,$$

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

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

де  $\Delta_j$  - величина  $j$ -ї похибки.

Результати зведемо в таблицю 1.21, на основі яких будуємо гістограму похибок

Таблиця 1.21 - Результати розрахунку

Позначення похибки $\Delta_i$	$\Delta_v$	$\Delta_n$	$\Delta_y$	$\Delta_{м.н.}$	$\Delta_i$	$\Delta T$	$\Delta_{сист}$
Значення похибки $\Delta_i$	0,018	0,024	0,0008	0,036	0,024	0,013	0,011
$C_j, \%$	30,3	40,3	1,3	60,5	40,3	21,8	39,5

З гістограми похибок встановлюємо, що домінуючими похибками обробки є похибки від розмірного спрацювання, теплових деформацій інструменту.

Можливі основні заходи по підвищенню надійності забезпечення точності обробки - використання MOP і інструмента з вищою стійкістю.

					MP.ПМК-010.00.00.000.ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				



Таблиця 1.24 - визначення координат опорних точок для другого розсвердлювання

Опорні точки		0	1	2	3
Координати опорних точок	X	0	0	0	0
	Z	132	66	-6	132

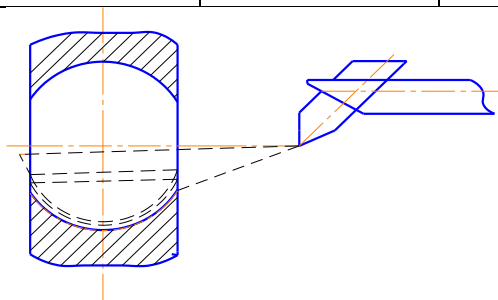


Рисунок 1.9 – Схема чорнового розточування

Таблиця 1.25 - визначення координат опорних точок для чорнового розточування

Опорні точки	0	1	1'	1''	2	2'	2''	3	3'	3''	4	5	
Координати опорних точок	X	0	-20,6	-27,1	-32,8	38,9	42,7	46,5	-22,1	-28,3	-33,7	-30,7	0
	Z	142	63	63	63	30	30	30	-2	-2	-2	-2	142

$$R^2 = (X - X_0)^2 + (Z - Z_0)^2,$$

де  $X_0, Z_0$  – координати центра дуги (сфери);

$$X_0 = 0, Z_0 = 30 \text{ мм};$$

$x, z$  – координати точки при кутовій інтерполяції.

Для визначення радіуса дуги визначаємо  $t_{\text{факт}}$ .

Визначимо максимальний припуск  $z$  за формулою:

$$z = \frac{2 \times Z_{\text{max}}}{2},$$

де  $Z_{\text{max}}$  – (табл. 1.12)  $2Z_{\text{max}} = 22,53 \text{ мм};$

$$z = \frac{2 \times 22,53}{2} = 11,3 \text{ мм},$$

Визначаємо кількість переходів  $i$  за формулою:

$$i = \frac{Z}{t_{\text{max}}},$$

де  $t_{\text{max}}$  – найбільша допустима глибина різання, мм;

$Z$  – максимальний припуск.

$$t_{\text{max}} = \frac{4}{K_{\text{mp}}} = \frac{4}{K_{\text{mp}} \times K_{\text{фр}} \times K_{\text{гр}} \times K_{\text{лр}} \times K_{\text{рр}}} = \frac{4}{1 \times 0,89 \times 1 \times 1 \times 0,93} = 4,8 \text{ мм},$$

																			Арк.	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ															



$$x^2=489.21;$$

$$x=22.1\text{мм.}$$

6. Знаходимо координату т.1':

$$R_2=47 - t - r = 47 - 3.8 - 0.5 = 42.7\text{мм};$$

$$R_2^2=(x-x_0)^2+(z-z_0)^2:$$

$$z=63, z_0=30, x_0=0;$$

$$42.7^2=x^2+1089;$$

$$x=27.1\text{мм.}$$

7. Знаходимо координату т.3':

$$R = 42,7; x_0=0, z_0=+30, z=-2\text{мм} - \text{перебіг};$$

$$R^2=(x-x_0)^2+(z-z_0)^2:$$

$$42,7^2=(x-0)^2+(-2-30)^2;$$

$$x=28.3\text{мм.}$$

8. Знаходимо координату точки 1'':

$$R_2=47 - 0.5 = 46.5\text{мм}, x_0=0, z_0=+30, z=63;$$

$$46.5^2=x^2+1089;$$

$$x=32.8.$$

9. Знаходимо координату т.3'':

$$R_2 = 46,5; x_0=0, z_0=30, z=-2$$

$$46.5^2=x^2-1024;$$

$$x=33.7.$$

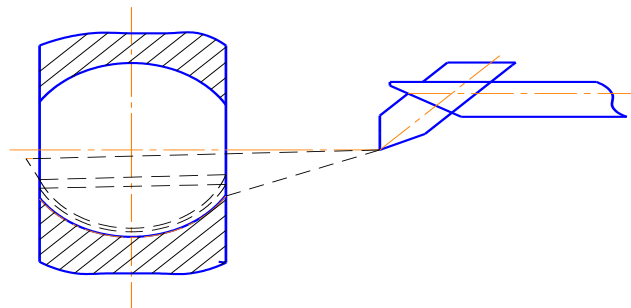


Рисунок 1.10 – схема чистового розточування

					МП.ПМК-010.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.26 – визначення координат опорних точок для чорнового розточування

Опорні точки		0	1	2	3	4	5
Координати опорних точок	X	0	-35,3	-47	-35,3	-33,3	0
	Z	142	61	30	-1	-1	142

1. Знаходимо координату т.1:

$$x_0=0, z_0=30, z=61;$$

$$R = 95/2 = 47.5 - 0.5 = 47;$$

$$R^2 = (x-x_0)^2 + (z-z_0)^2:$$

$$47^2 = (x-0)^2 + (z-30)^2;$$

$$47^2 = x^2 + (61-30)^2;$$

$$x = 35.3 \text{ мм.}$$

2. Знаходимо координату т.2:

$$R_2 = 47; x_0=0, z_0=30, z=30;$$

$$47^2 = x^2;$$

$$x = 47.$$

3. Знаходимо координату т.3:

$$x_0=0, z_0=30, z=-1;$$

$$R^2 = (x-x_0)^2 + (z-z_0)^2:$$

$$47^2 = (x-0)^2 + (-1-30)^2;$$

$$47^2 = x^2 + 31^2;$$

$$x = 35.3 \text{ мм.}$$

					MP.ПМК-010.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		



## Продовження таблиця 1.28

N011	G25 Z+013200 M009 LF
N012	M000
N013	G27 T003 LF
N014	G58 X-000000 Z+013200LF
N015	G10 Z+006600 F11200 S014 M004 LF
N016	Z-000600 F10011 M008 LF
N017	G25 Z+013200 M009 LF
N018	M000
N019	G27 T004 LF
N020	G58 X-000000 Z+014200 LF
N021	G10 X-004120 Z+006300 F11200 S045 M004 LF
N022	G26
N023	G20 X+003660 Z-003300 I+002060 K+003300 F10062 M008 LF
N024	X-003360 Z-003200 I+003890 K+000000
N025	G27
N026	G10 X-004120 Z+006300 F11200 M009 LF
N027	X-005420 F10600 LF
N028	G26 LF
N029	G20 X+003120 Z-003300 I+002710 K+003300 F10062 M008 LF
N030	X-002880 Z-003200 I+004270 K+000000
N031	G27 LF
N032	G10 X-005420 Z+006300 F11200 M009 LF
N033	X-006560 F10600 LF
N034	G26
N035	G20 X+002740 Z-003300 I+003280 K+003300 F10062 M008 LF
N036	X-002560 Z-003200 I+004650 K+000000
N037	G27
N038	G10 X-006140 F10600 M009 LF
N039	G25 X-000000 Z+014200 LF
N040	M000
N041	G27 T005 LF
N042	G58 X-000000 Z+014200 LF
N043	G10 X-007060 Z+006100 F11200 S028 M004 LF
N044	G26
N045	G20 X+002340 Z-003100 I+003530 K+003100 F10056 M008 LF
N046	X-002340 Z-003100 I+004700 K+000000 LF
N047	G27
N048	G10 X-006660 F10600 M009 LF
N049	G25 X-000000 Z+014200 LF
N050	M002

Арк.

МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата





$$P = 1260.34 \times \frac{100}{185 \times 0.9} = 756.96 \text{ Н.}$$

Сила, яку необхідно прикласти до ключа:

$$P = \frac{P_p L}{\frac{d_2}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)},$$

де  $L$  - розрахункова довжина ключа (ручки);

$d_2$  - середній діаметр різьби;

$\varphi$  - приведений кут тертя;

$\alpha$  - кут профілю різьби.

$$P = \frac{Q \frac{d_2}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)}{L} = \frac{756.96 \frac{14.7}{2} \operatorname{tg}(20 + 6.67)}{150} = 118.6 \text{ Н.}$$

*Розрахунок слабкої ланки пристрою*

Найбільш навантаженою ланкою в даному пристрої є гвинтова пара.

Перевірка на міцність слабкої ланки — різьбового з'єднання  $M16 \frac{6H}{6g}$ .

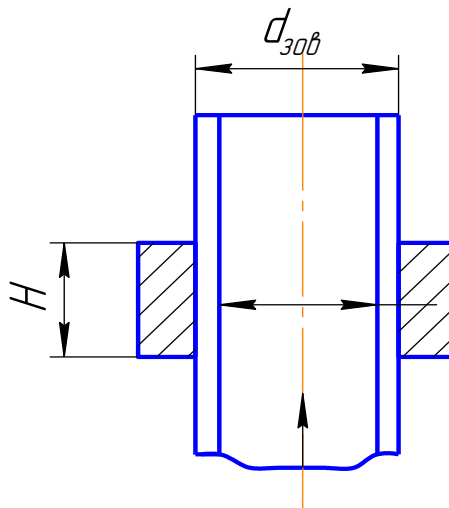


Рисунок 2.2 – Розрахункова схема (повернуто)

Матеріал з'єднання – сталь 45 ГОСТ 1050-78; ТО – покращення.

Допустимі напруження, МПа:  $[\sigma_p] = 167$ ;  $[t_{зр}] = 103$ ;  $[\sigma_{зм}] = 255$ .

Перевірка різьби гайки на зріз:

$$t_{зр} = \frac{P}{\pi \times d_{6H} \times H \times 0.87 \times 0.61}, \text{ МПа} < [t_{зр}];$$

					МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		



### 2.1.4 Розрахунок рівня стандартизації пристрою

Рівень стандартизації деталей пристрою – це коефіцієнт, що показує відсоток застосування в пристрої уніфікованих вузлів та деталей. Він визначається за формулою:

$$K_{np} = \frac{(\sum_{заг} - \sum_0) \times 100\%}{\sum_{заг}},$$

де  $\sum_{заг} = 12$  – загальна кількість складових частин пристрою;

$\sum_0 = 5$  – кількість оригінальних деталей та вузлів.

Отже:  $K_{np} = \frac{(12-5) \times 100\%}{12} = 58\%$ ,

## 2.2 Розрахунок верстатного пристрою для обробки деталі на операцію 030

### 2.2.1 Будова і принцип роботи пристрою

Пристрій призначений для фрезерування поверхні 6 на прохід в розмір 125мм;

Верстат: вертикально-фрезерний мод.6М12П;

Розміри робочої поверхні стола 1250×320 мм;

Інструмент : фреза;

Пристрій двомісний, однопозиційний; оснащений пневматичним затиском;

Відстань від торця до шпинделя до стола 450 мм;

Розмір Т-подібного пазу: середнього 18Н8, крайніх - 18Н11.

Розміри заготовки 215×116×90.

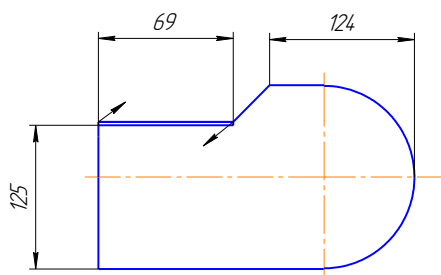


Рисунок 2.3 - Розрахункова схема

					МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		









вліво і передає рух призмі 4. Призма 4 затискає заготовку. В такому положенні проводять свердління.

Для звільнення заготовки через ніпель стиснене повітря подається в циліндр 9 який відштовхує поршень 11 вправо і передає рух призмі 4. Призма 4 звільняє заготовку.

### 2.3.2 Розрахунок сили затиску і основних параметрів механізму

Розрахункова схема для визначення сил затиску представлення на рисунку 2.4.

$$Q = K(P_0 + M_p / l_1) \times \sin 45^\circ / (f_1 + f_2),$$

де Q – сила затиску;

$M_p$  – крутний момент. Приймаємо  $M_p=20,69$  Н·м [п.1.5.2];

$P_0$  – осьова сила. Приймаємо  $P_0=113$ .

$K_0$  – гарантований коефіцієнт надійності;

$K_1$  – коефіцієнт, що враховує стан технологічної бази;

$K_2$  - коефіцієнт, що враховує ударні навантаження;

$K_3$  – коефіцієнт, що враховує затуплення інструменту;

$K_4$  - коефіцієнт, що враховує стабільність силового приводу;

$K_5$  – коефіцієнт, що характеризує механізм з ручним приводу;

$K_6$  - коефіцієнт, що враховує певне розташування опорних точок;

Приймаємо коефіцієнти  $K_0=1.5$ ;  $K_1=1.2$ ;  $K_2=1.2$ ;  $K_3=1.3$ ;  $K_4=1.0$ ;  $K_5=1.0$ ;  $K_6=1.6$ ;

Отже  $K=1,5 \times 1,2 \times 1,2 \times 1,3 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 2,8$ .

$l_1$  – плече, приймаємо  $l_1 = 0,055$  м;

$f_1, f_2$  - коефіцієнт тертя між деталлю і упорами, приймаємо  $f_1=f_2=0,25$ .

Отже  $Q = 2.8(113 + 20.69/0.055) \times \sin 45^\circ / (0.25 + 0.25) = 1489.6$  Н.

Сила на поршні  $P = Q$ .

Діаметр пневмоциліндра:

$$D = \sqrt{\frac{843.5 \times 4}{\pi \times 0.4 \times 0.9}} = 54 \text{ мм},$$

Згідно рекомендації [10, с.426, табл.1] приймаємо найбільший ближчий діаметр циліндра  $D=60$  мм.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ



### 3 Імітаційне моделювання роботи притискної ланки свердлильного пристрою (оп. 070)

Імітаційне моделювання під час проектування пристроїв для механічної обробки деталей є ефективним інструментом аналізу та оптимізації конструкцій, що дозволяє на етапі розроблення оцінити напружено-деформований стан, жорсткість і надійність елементів, зменшити кількість натурних випробувань і підвищити якість проектних рішень, що дозволяє заздалегідь прогнозувати поведінку конструкції під дією робочих навантажень, сил різання та закріплення заготовки. Застосування імітаційного моделювання дає можливість виявити критичні зони концентрації напружень, оцінити деформації та їх вплив на точність обробки, а також обґрунтувати вибір матеріалів і геометричних параметрів елементів пристрою. У результаті підвищується ефективність проектування, скорочуються терміни розроблення та зменшуються виробничі витрати.

Сьогодні для імітаційного моделювання застосовують комп'ютерні програми, наприклад **SolidWorks Simulation**, які забезпечують можливість виконання розрахунків методом скінченних елементів. Використання таких програм дозволяє моделювати реальні умови навантаження, закріплення та контакту елементів, аналізувати напружено-деформований стан, переміщення і коефіцієнт запасу міцності конструкцій, а також оцінювати вплив конструктивних змін на роботу пристроїв для механічної обробки деталей.

Оскільки необхідно дослідити напружено-деформований стан притискного пристрою із врахуванням взаємодії його деталей, то спочатку побудовано 3D-модель пристрою (рис.3.1).

					МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		











## Висновки

Магістерська робота виконана на тему: “Удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі "Головка ТУМ-150В.02:21.006" для умов серійного виробництва”. Головка входить до складу механізму підйому і опускання стріли траверси з трубами трубоукладчика. Дана робота є завершальною роботою підготовки фахівця на рівні магістра напрямку «Прикладна механіка». В процесі виконання роботи виконавцем базуючись на знаннях загально-технічних дисциплін повинно бути вирішено комплекс інженерних задач з виконанням конкретних виробничих задач.

В даній роботі вдосконалено технологічний процес виготовлення «Головки ТУМ-150В.02:21.006" шляхом зміни способу отримання заготовки, запровадження нових конструктивних та технологічних рішень для базування деталі по операціях, було змінено маршрут технології виготовлення даної деталі. Зроблена зміна маршруту технології дала змогу зменшити кількість механообробних операцій, скоротити кількість обладнання. Застосування сучасного прогресивного обладнання, інструменту та оснастки дозволило значно скоротити допоміжний час, а отже і штучно-калькуляційний, що підвищило продуктивність праці.

Внаслідок вдосконалення технологічного процесу знизилась собівартість виготовлення даної деталі підвищилась безпека праці, конкурентоспроможність виробу та прибутковість.

					МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Література

1. 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
2. Горбатюк Є.О., Мазур М.П., Зенкін А.С., Каразей В.Д. Технологія машинобудування: Навчальний посібник – Львів: «Новий Світ-2000», 2009. –358с.
3. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Выш. школа, 1985, 256 с
4. 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.
5. 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.
6. 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
7. Руденко П.А., Харламов Ю.А., Плєскач В.М. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. – К.: Вища школа, 1991, - 247с.
8. Карпик Р. Т. Технологічна оснастка. Методичні вказівки / Р. Т. Карпик, Б. Д. Сторож. – Івано-Франківськ: Факел, 2010. – 80 с.
9. Основи технології виробництва машин: навчальний посібник / Г. П. Кремнєв, В. М. Колеснік, Ф. В. Новіков, В. О. Жовтобрюх. Дніпро : ЛІРА, 2022. - 136 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-010.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

# Додатки

					МР.ПМК-010.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

--	--	--	--	--	--

Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	І Ф Н Т У Н Г	ПМКм-24-1	10240.00001		
	Головка ТУМ-150В.02.21.006			Н	

«Затверджую»

Зав. кафедрою Панчук В.Г.

**КОМПЛЕКТ  
технологічної документації**

Технологічний процес  
механічної обробки деталі  
Головка ТУМ-150В.02.21.006

Розробив: ст.гр.ПМКм-24-1  
Ільчишин О.А.

Перевірив:  
Шуляр Б.Р. \_\_\_\_\_

Акт № \_\_\_\_\_ від "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2025 р.





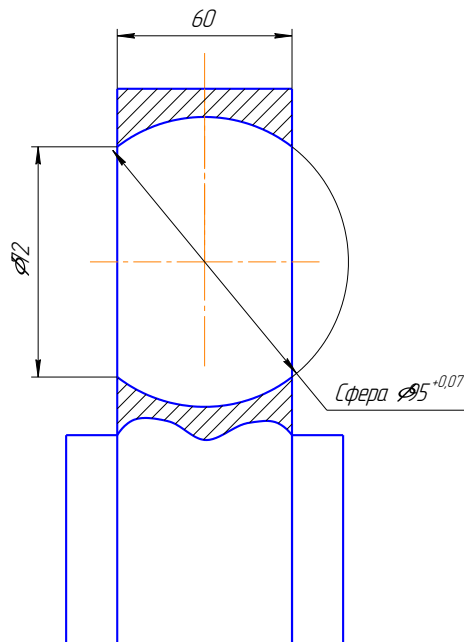


Дубл.															
Взам.															
Оригінал										Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	
Розроб.	Ільчишин			ІФНТУНГ	ПМКм-24-1						60240.00009.				
Перевір.	Шуляр														
Затверд.															
Н.Контр.	Шуляр			Головка ТУМ-150В.02.21.006									Н		
Номер і назва операції			Матеріал			Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри			МЗ	КООД		
055 Токарна			Сталь 35 ДСТУ 3473-96			Нв 197	кє	13,3	Кованка 215X160x90			20,5			
Обладнання, пристрій ЧПК			Позначення програми			То	Тд	Т п.з.	Т шт.	МОР					
Токарно-гвинторізний 16К30Ф3			-----			2,22	3,65	17,7	6,47	Водоемульсія					
Р			III	Д або В	L	t	i			S	n	V			
Р				мм	мм	мм				мм (мм/хв.)	1/хв.	мм/хв.			
01	1. Встановити і закріпити деталь														
02	Лежача з гвинтовим затиском														
03															
04	2. Свердлимо отвір 17 в розмір $\varnothing 30^{+0,33}$														
05	Свердло спіральне ВК8 2301-1756 ГОСТ 22736-77														
06				30	60	15	1	0,4	71	7,82					
07	3. Розсвердлимо отвір 17 в розмір $\varnothing 60^{+0,3}$														
08	Свердло спіральне ВК8 2301-2008 ГОСТ 22736-77														
09				60	60	15	1	0,25	35,5	7,54					
10	4. Розсвердлимо отвір 17 в розмір $\varnothing 72^{+0,19}$														
11	Свердло спіральне ВК8 2342-2008 ГОСТ 22736-77														
12				72	60	6	1	0,3	35,5	9,05					
13															
OK															



Дубл.													
Взам.													
Оригінал									Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата

Розроб.	Ільчишин			ІФНТУНГ	ПМКМ-24-1	20240.00003				
Перевір.	Шуляр									
Затверд.										
Н.Контр.	Шуляр			Головка ТУМ-150В.02.21.006				Н		



ДСТУ 3.1404-86

Форма 3

Дубл.																				
Взам.																				
Оригінал																				
Розроб.	Ільчишин			ІФНТУНГ	ПМКм-24-1															
Перевір.	Шуляр																			
Затверд.																				
Н.Контр.	Шуляр			Головка ТУМ-150В.02.21.006																
Номер і назва операції				Матеріал			Твердість		ОВ	МД	Профіль і розміри			МЗ	КООД					
080 Контрольна				Сталь 35 ДСТУ 3473-96			НВ 207		кг	13,3	215x160x90			20,5						
Номер переходу	Зміст переходу				Пристрій (код, назва)			Вимірювальний інструмент (код, назва)		Відсоток контролю		Особливі відмітки								
1	Контролювати лінійні розміри							Штангенциркуль												
	60 <sub>-0,74</sub>							ШЦ-2-250-0,05 ГОСТ166-89		40										
	90 <sub>-0,87</sub>									40										
	69 <sub>-0,74</sub>									40										
	125 <sub>-1,0</sub>									40										
	215 <sub>-1,15</sub>									40										
	135 <sub>-1,0</sub>									40										
2	Контролювати параметри різьби циліндричної внутрішньої																			
	М52x3-6H																			
	Середнього діаметра 50,051мм.																			
	Крока 3мм							Інструментальний мікроскоп												
	Половини кута профіля $\alpha/2$							з ножами ММИ ГОСТ6507-60		40										
	Внутрішнього діаметру 48,752мм																			
OK																				

Дубл.																				
Взам.																				
Оригінал																				
Розроб.	Ільчишин			ІФНТУНГ	ПМКм-24-1															
Перевір.	Шуляр																			
Затверд.																				
Н.Контр.	Шуляр			Головка ТУМ-150В.02.21.006																
Номер і назва операції				Матеріал			Твердість		ОВ	МД	Профіль і розміри			МЗ	КООД					
080 Контрольна				Сталь 35 ДСТУ 3473-96			НВ 207		кг	13,3	215x160x90			20,5						
Номер переходу	Зміст переходу				Пристрій (код, назва)		Вимірбвальний інструмент (код, назва)		Відсоток контролю		Особливі відмітки									
	3				Контролювати параметри різьби конічної внутрішньої КМ6х1 середнього діаметра 50,051мм. Внутрішнього діаметру 48,752мм		Інструментальний мікроскоп з ножами ММИ ГОСТ6507-60		40		Крока 1мм									
4				Контрольний діаметр $\varnothing 22^{+0,33}$		Калібр-пробка $\varnothing 22$ Н14		ГОСТ 2015-84		20										
5				Контралювати параметр симетричності Сфери $\varnothing 95^{+0,07}$ відносно пов.В різьбового отвору М52х3-6Н		Пристрій для вимірювання симетричності		2-ИПМ ГОСТ14712-85		30										
						Стойка СІІ ГОСТ 10197-70		Штатив Ш-ІІВ ГОСТ 10197-70		Плита перевірочна ГОСТ10905-86										
ОК																				

Форм.	Зона	Позн.	Позначення	Найменування	Кіл	Прим
				<u>Документація</u>		
A1			MP.ПМК-010.03.00.000	Складальне креслення	1	
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	MP.ПМК-010.03.00.000	Планшайба		
				<u>Деталі</u>		
		2	MP.ПМК-010.03.00.001	Вісь	1	
		3	MP.ПМК-010.03.00.002	Призма	1	
		4	MP.ПМК-010.03.00.003	Вісь	1	
		5	MP.ПМК-010.03.00.004	Планка	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		6		Болт відкидний M16x210,58 ГОСТ 3033-81	1	
		7		Кільце А1665Гкд хр ГОСТ 13941-81	2	
		8		Гайка М16,5 ГОСТ 5915-81 Шайба ГОСТ 11371-81	2	
		9		М16.01.099	2	
		10		М16.02.099	1	

					MP.ПМК-010.03.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ Докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Ільчишин				Пристрій для закріплення деталі на операції 055	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив	Шуляр							
Реценз.								
Н. Контр.	Шуляр					ІФНТУНГ, ПМКм-24-1		
Затверд.	Панчук							





Форм.	Зона	Позн.	Позначення	Найменування	Кіл	Прим
				<u>Документація</u>		
A1			MP.ПМК-010.05.00.000	Складальне креслення	1	
				<u>Деталі</u>		
		1	MP.ПМК-010.05.00.001	Корпус	1	
		2	MP.ПМК-010.05.00.002	Стійка	1	
		3	MP.ПМК-010.05.00.003	Ролик широкий	1	
		4	MP.ПМК-010.05.00.004	Ролик вузький	1	
		5	MP.ПМК-010.05.00.005	Стакан	1	
		6	MP.ПМК-010.05.00.006	Пружина	1	
		7	MP.ПМК-010.05.00.007	Гайка	1	
		8	MP.ПМК-010.05.00.008	Важіль	1	
		9	MP.ПМК-010.05.00.009	Втулка	1	
		10	MP.ПМК-010.05.00.010	Кришка	1	
		11	MP.ПМК-010.05.00.011	Опора	1	
		12	MP.ПМК-010.05.00.012	Плита	1	
				<u>Стандартні</u>		
				Болт ГОСТ 7789-81		
		13		M16x70.58	1	
		14		M12x30.58	4	
		15		M12x36.58	2	

					MP.ПМК-010.05.00.000 ПЗ					
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Пристрій для операції 070					
Розробив	Ільчишин							Лит.	Арк.	Аркушів
Перевірив	Шуляр								1	2
Реценз.								ІФНТУНГ, ПМКм-24-1		
Н. Контр.	Шуляр									
Затверд.	Панчук									



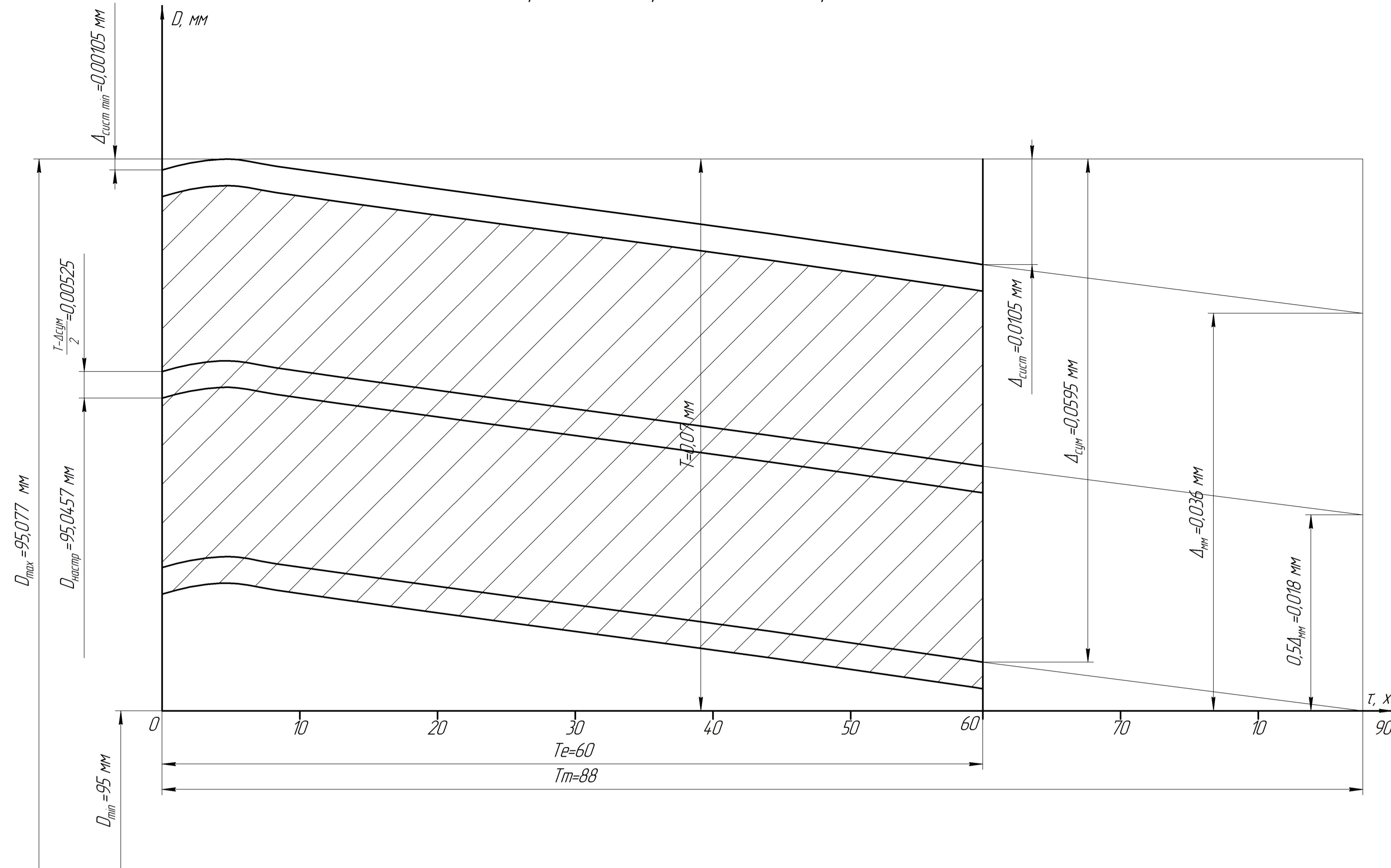
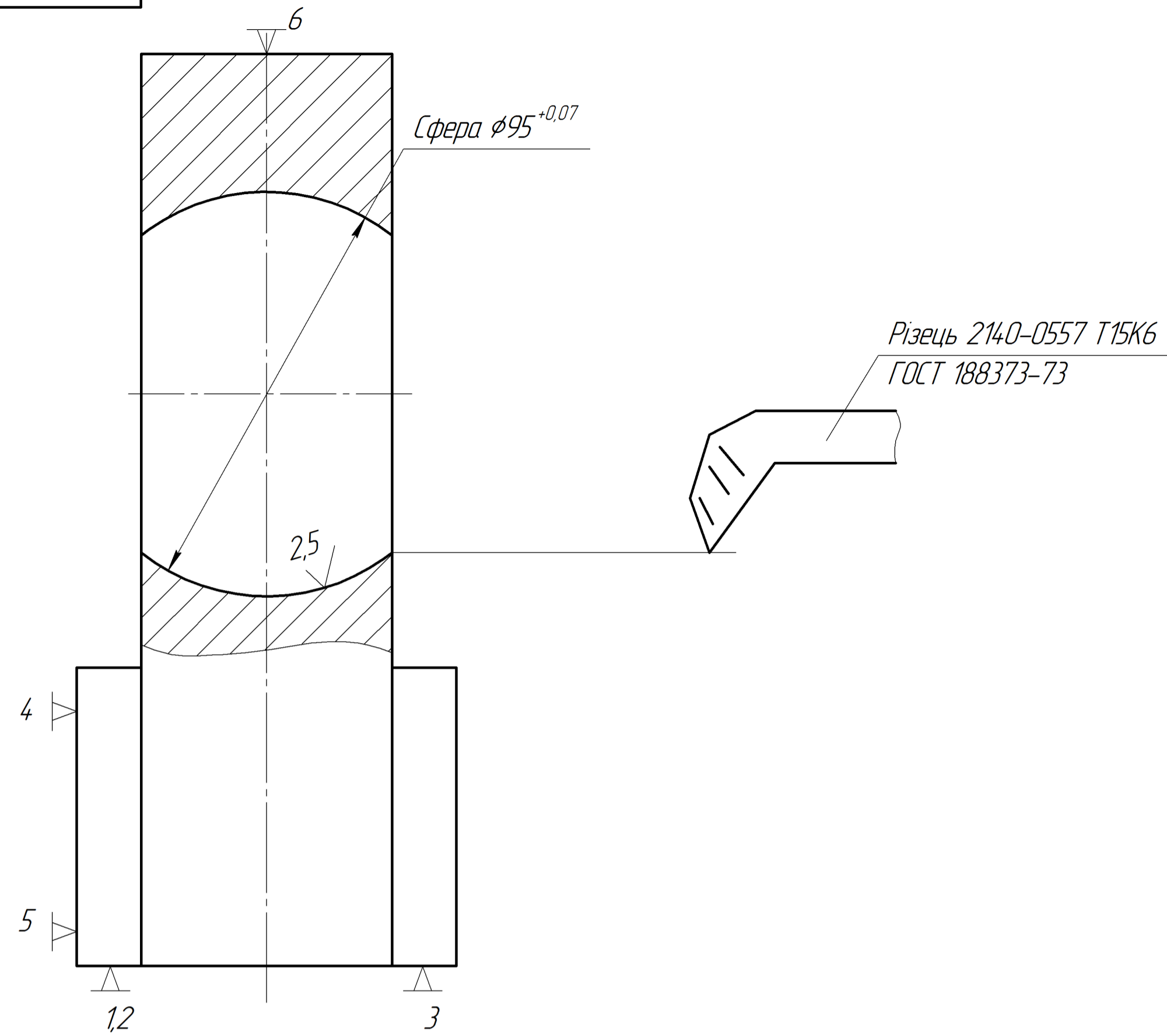
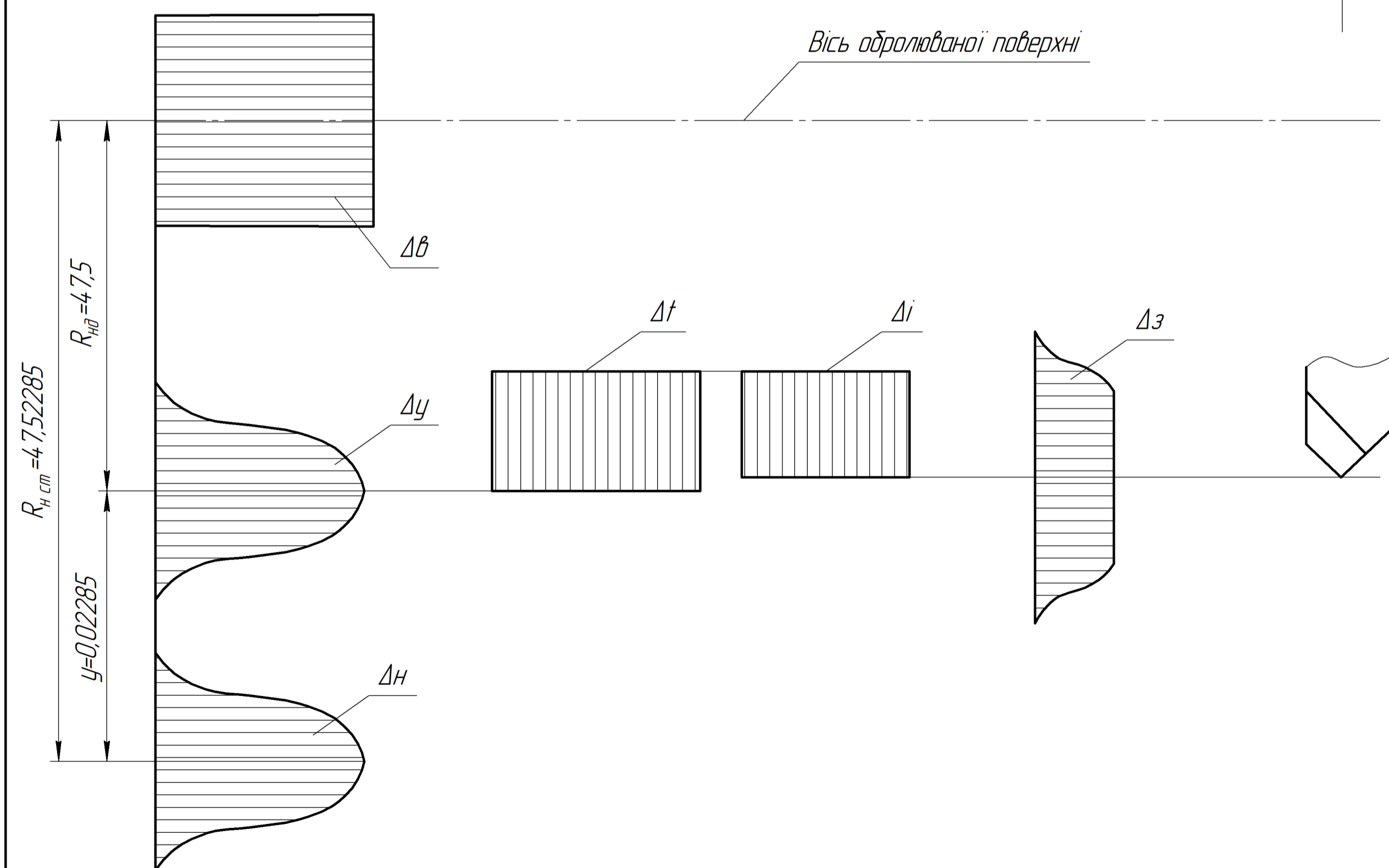
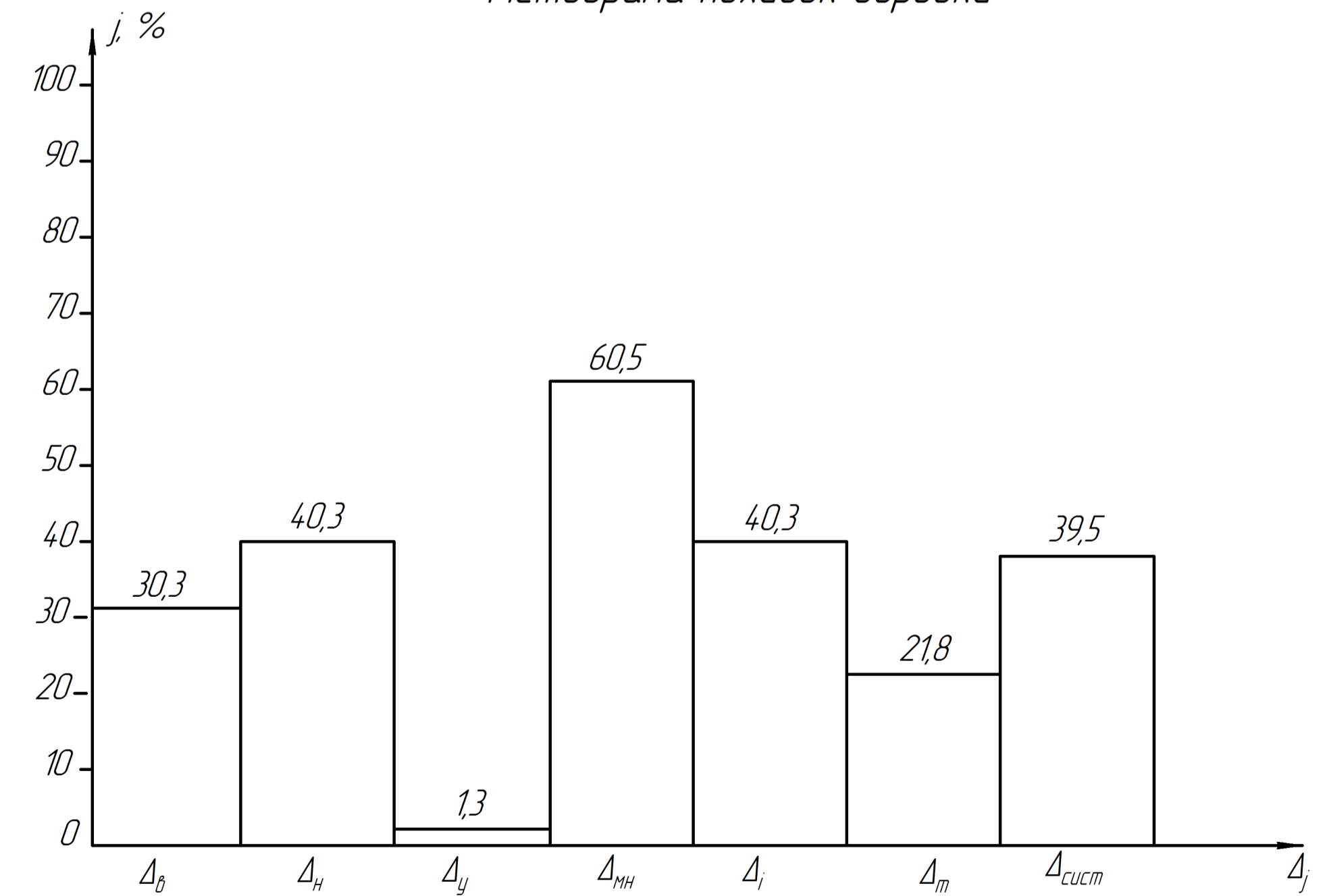


Схема технологічного розмірного ланцюга



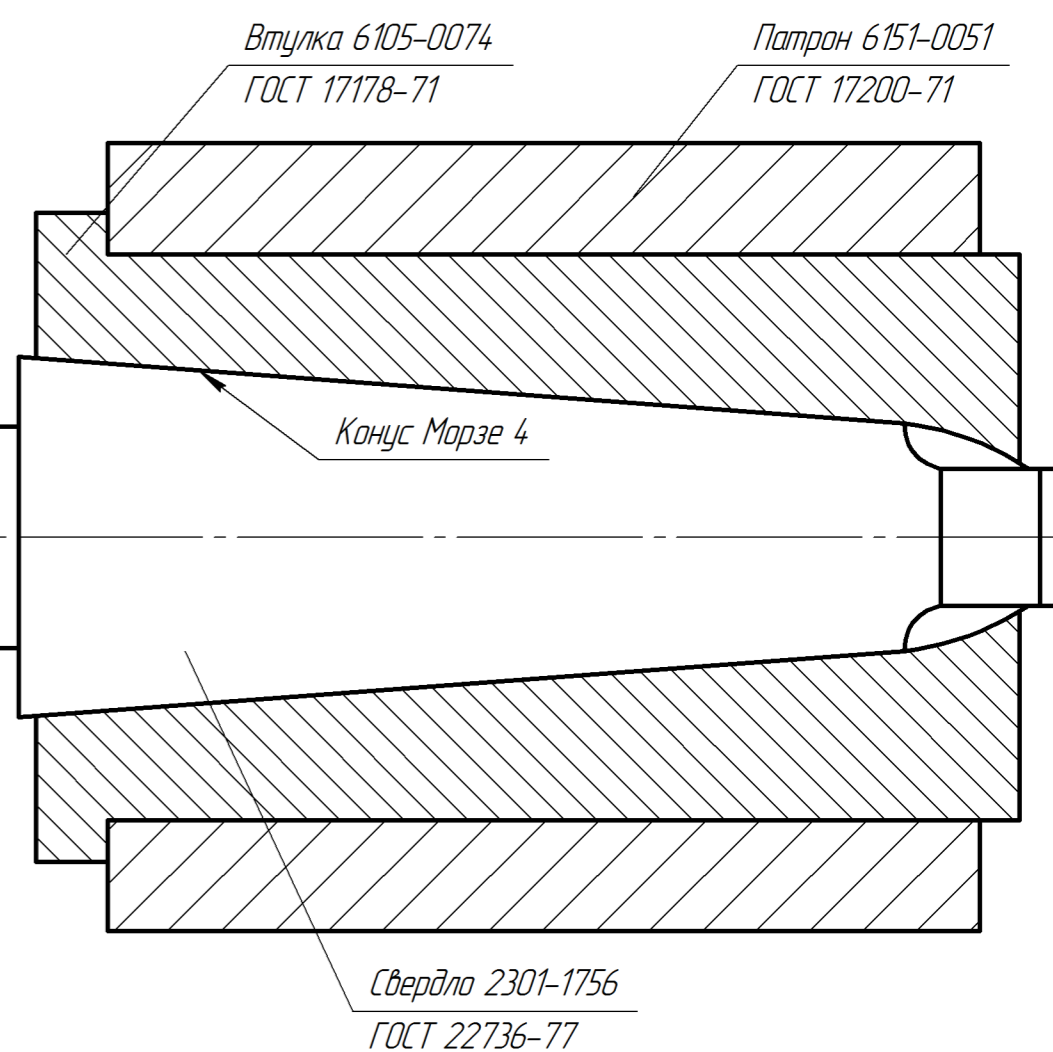
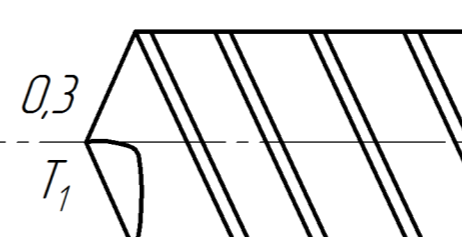
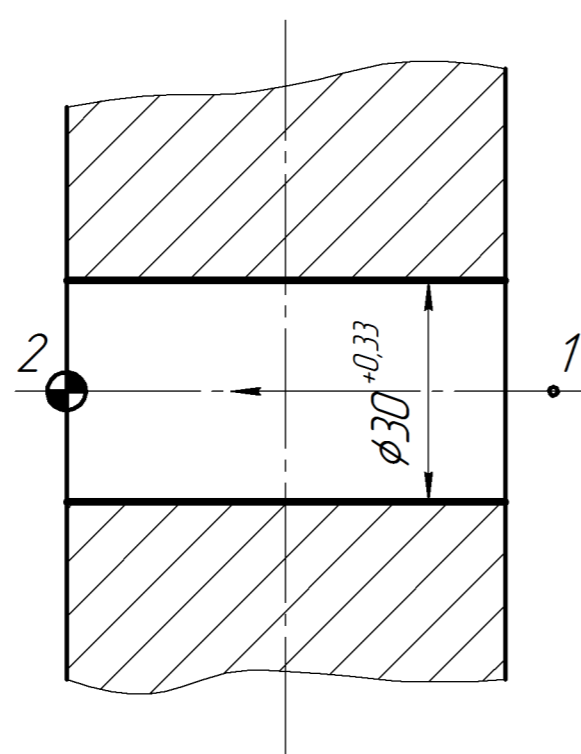
Гістограма похибок обробки



МР.ПМК-010.01.00.000 СХ				Лист	Маса	Масштаб
Аналіз точності обробки				Н		
Зм.	Арк.	№ Док.	Підп.	Дата	Архив	Архив
Разр.	Ильчишин					
Перев.	Шляяр					
Т.контр.	Шляяр					
Н.контр.	Шляяр					
Затв.	Лончик					
				ІФНТЧНГ ПМКМ-24-1		

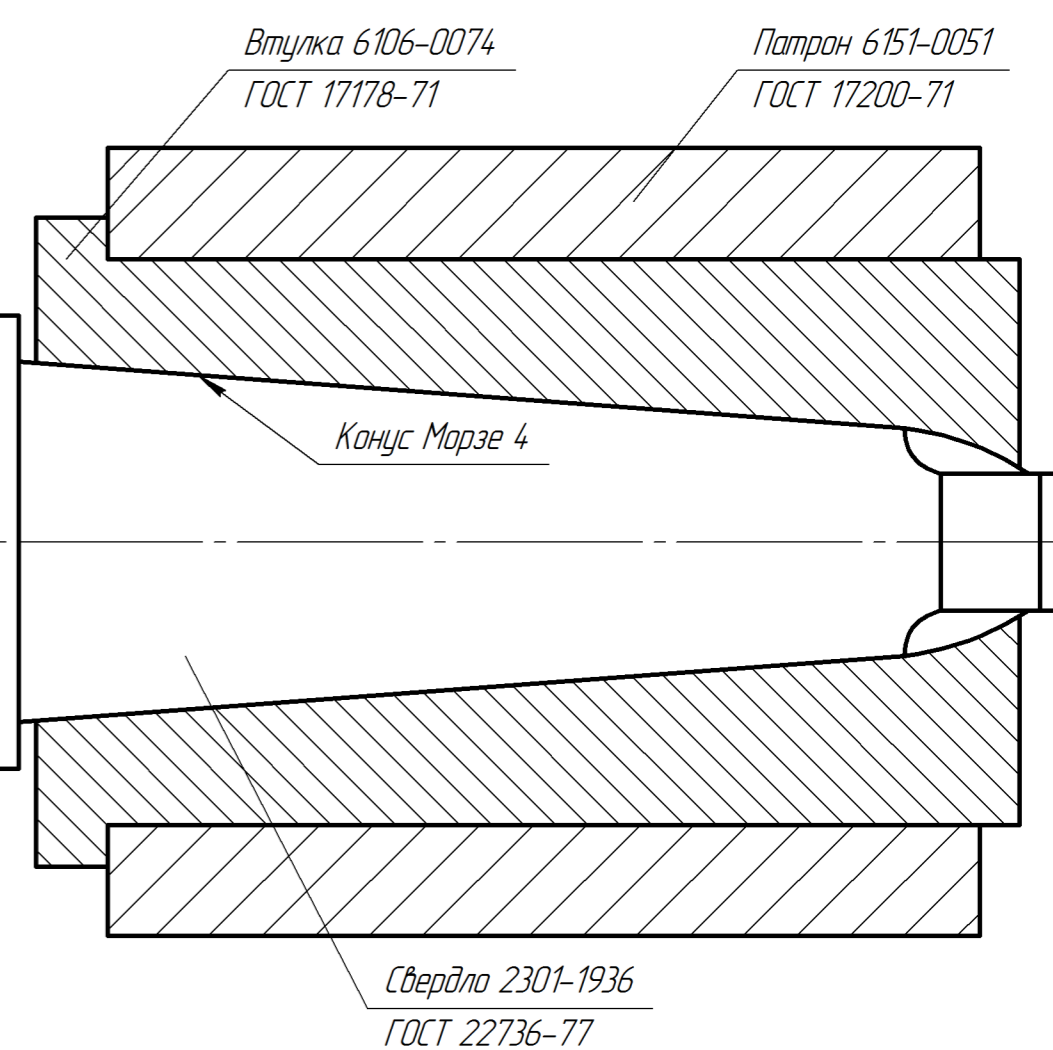
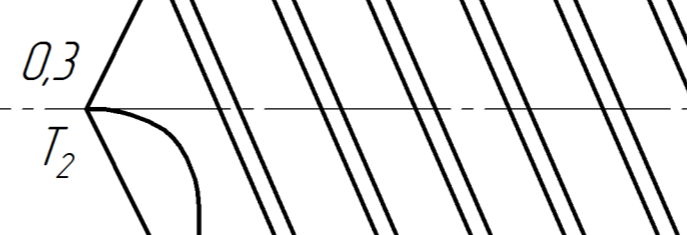
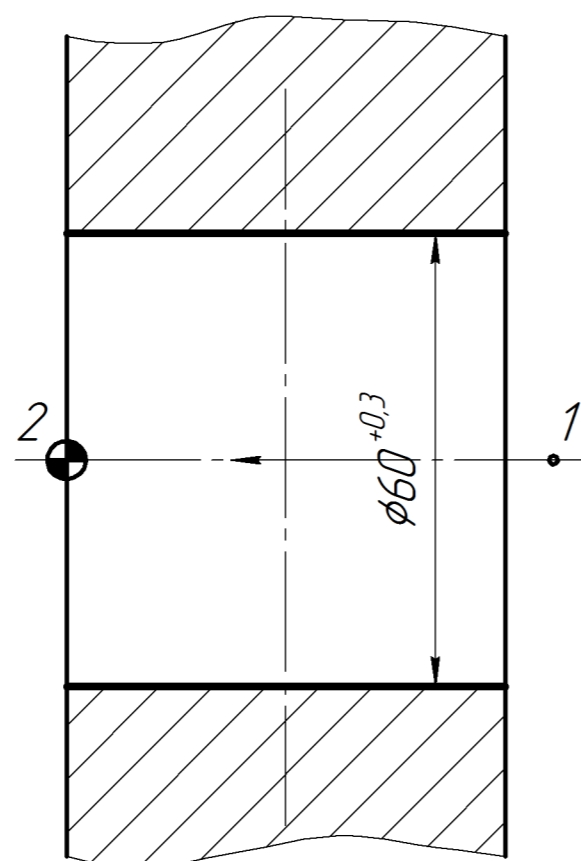
Таблиця 3 - Режими різання для свердління отвору  $\phi 30$

L, мм	t, мм	S, $\frac{мм}{об}$	T, хв	V, $\frac{м}{хв}$	N, кВт	T <sub>0</sub> , хв
60	15	0,45	50	7,82	1,2	1,36



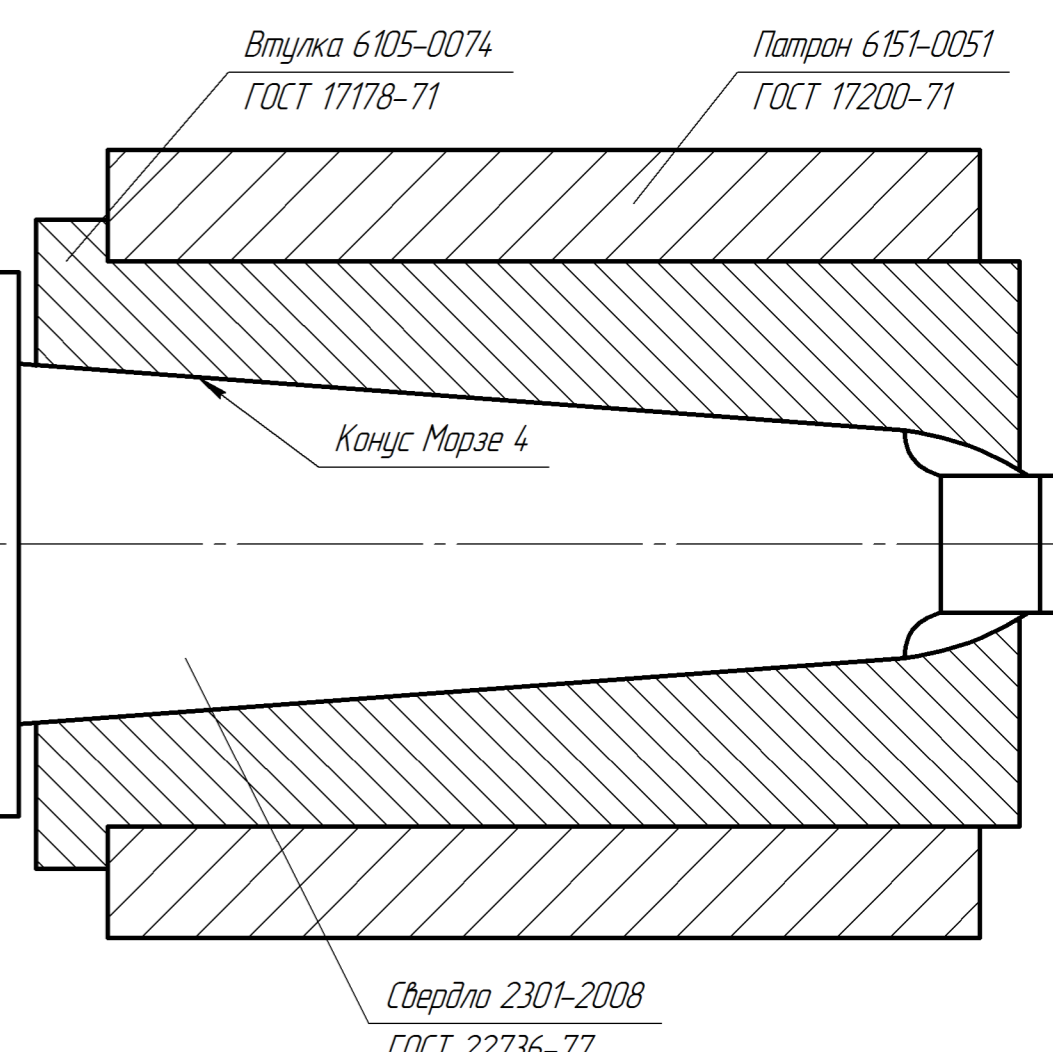
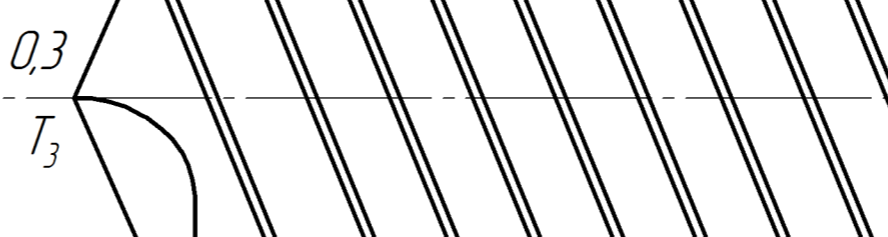
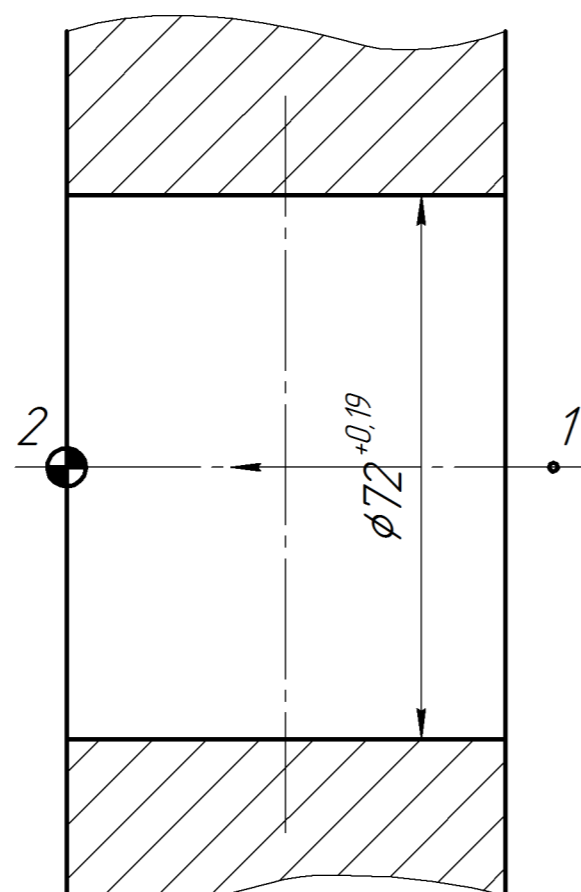
Таблиця 3 - Режими різання для першого розсвердлювання

L, мм	t, мм	S, $\frac{мм}{об}$	T, хв	V, $\frac{м}{хв}$	N, кВт	T <sub>0</sub> , хв
60	6	0,25	50	7,54	5,1	4,14



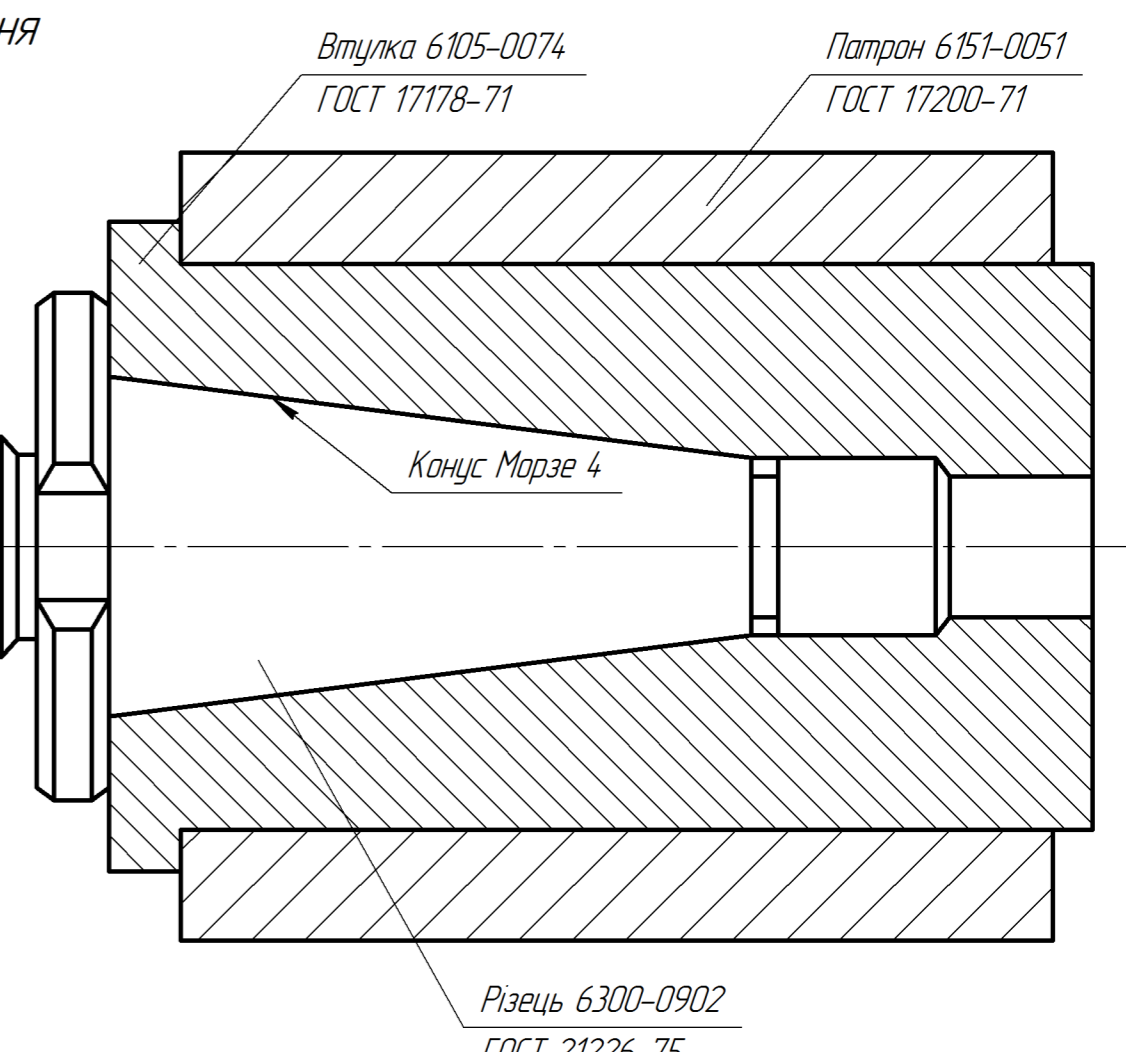
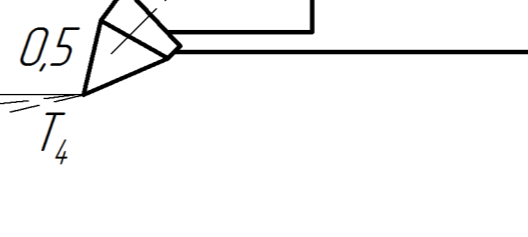
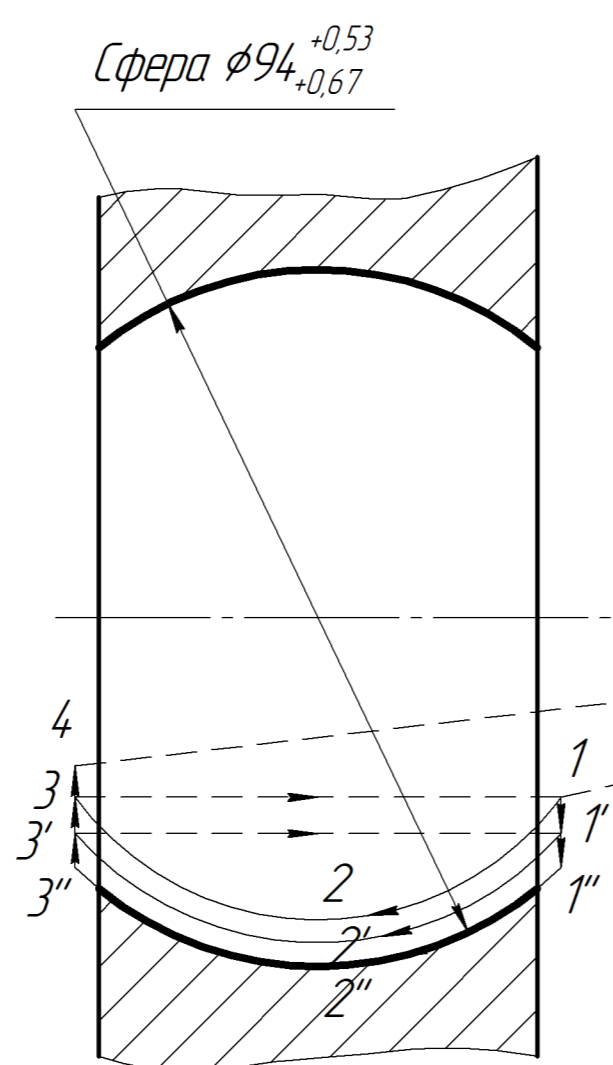
Таблиця 3 - Режими різання для другого розсвердлювання

L, мм	t, мм	S, $\frac{мм}{об}$	T, хв	V, $\frac{м}{хв}$	N, кВт	T <sub>0</sub> , хв
60	6	0,3	50	9,05	5,4	3,06



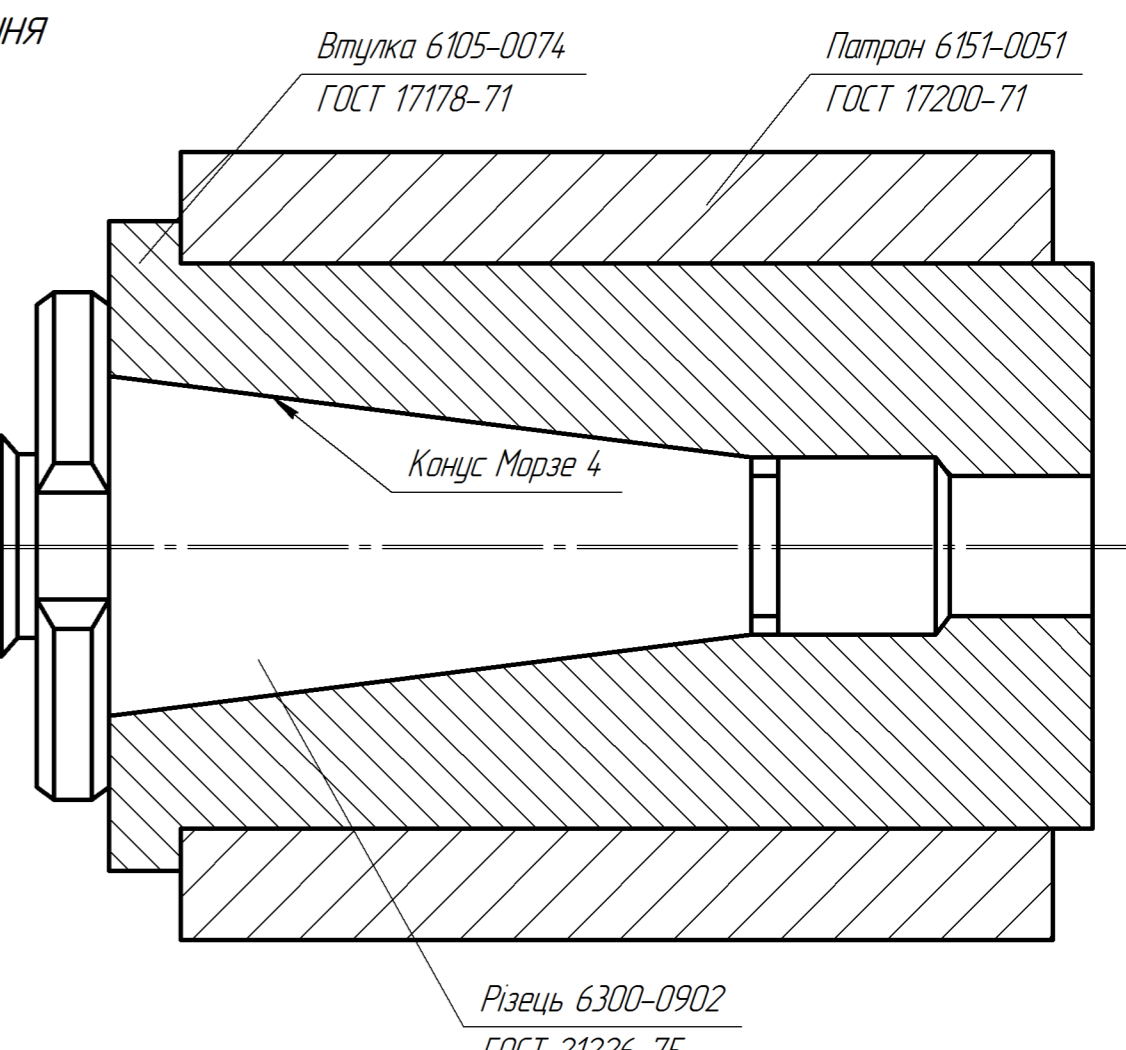
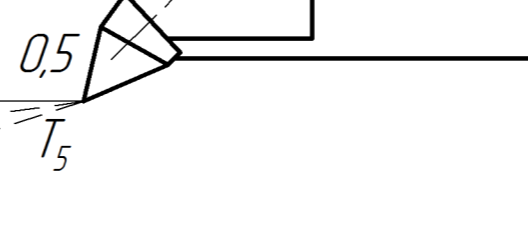
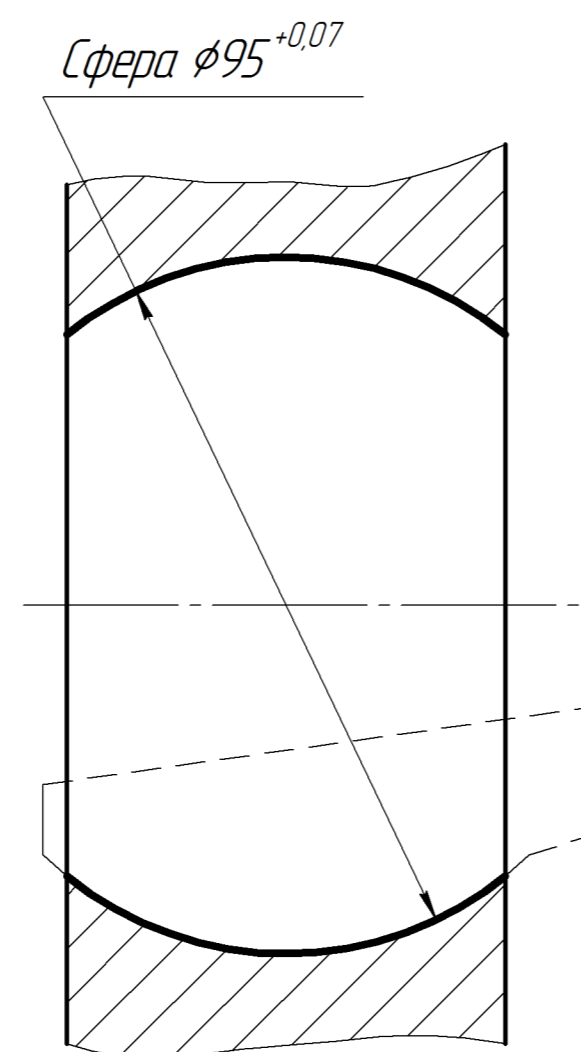
Таблиця 3 - Режими різання для чорнового розточування

L, мм	t, мм	S, $\frac{мм}{об}$	T, хв	V, $\frac{м}{хв}$	N, кВт	T <sub>0</sub> , хв
60	3,8	0,125	60	14,8,9	0,63	1,93

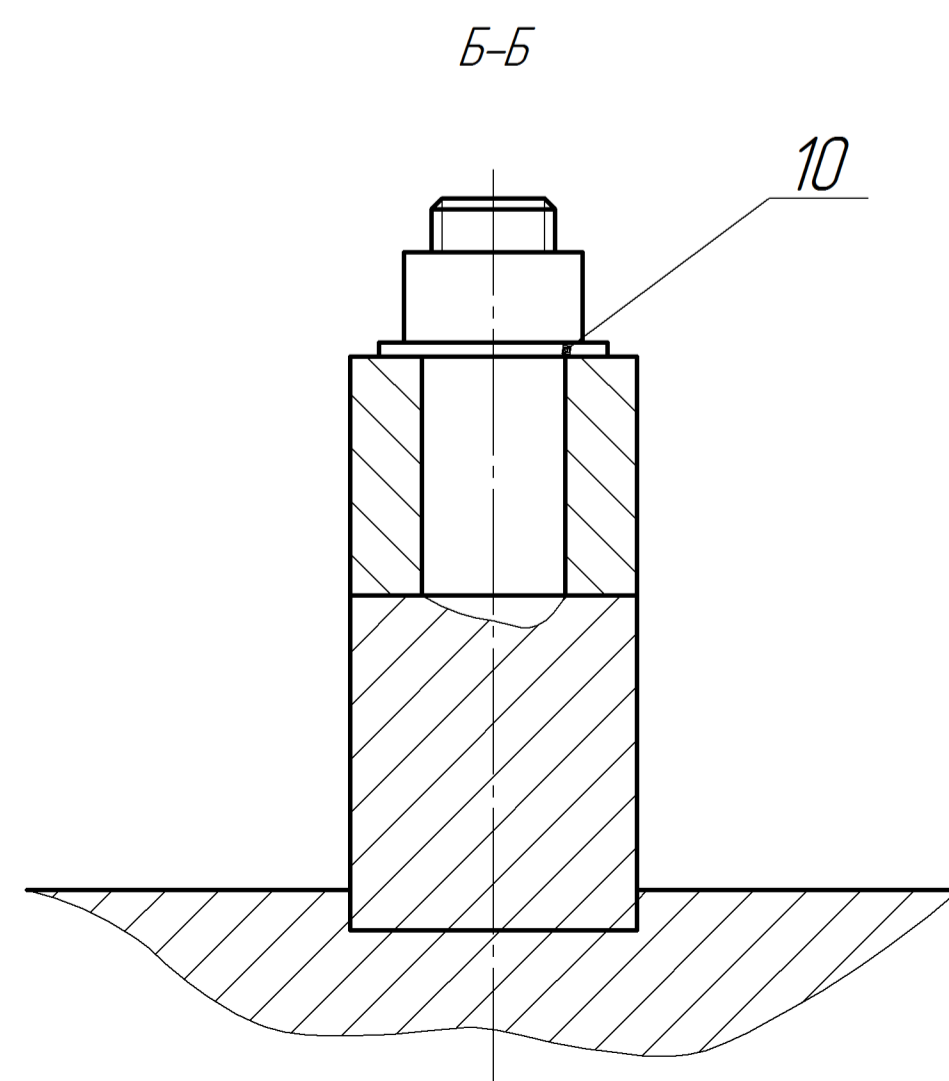
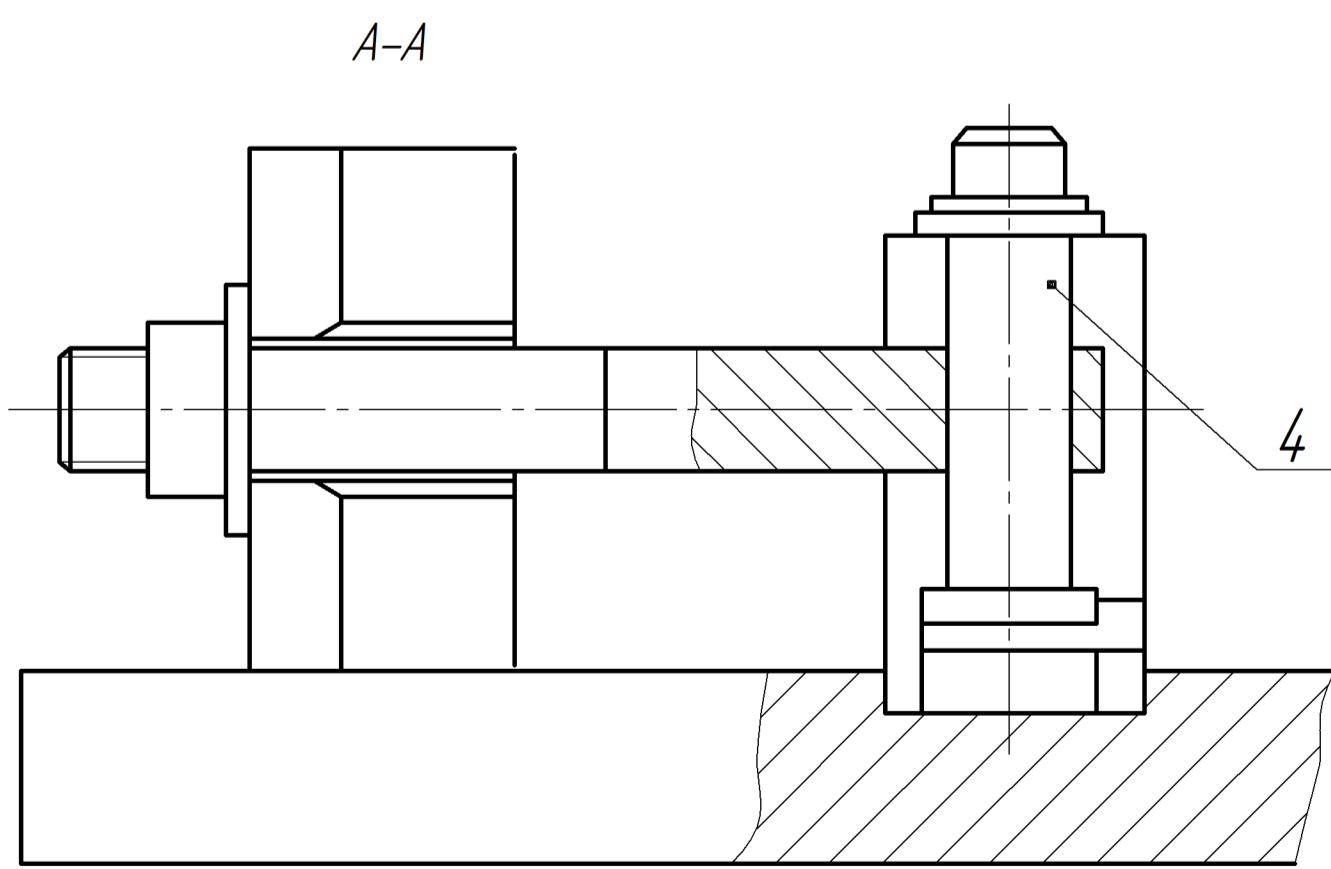
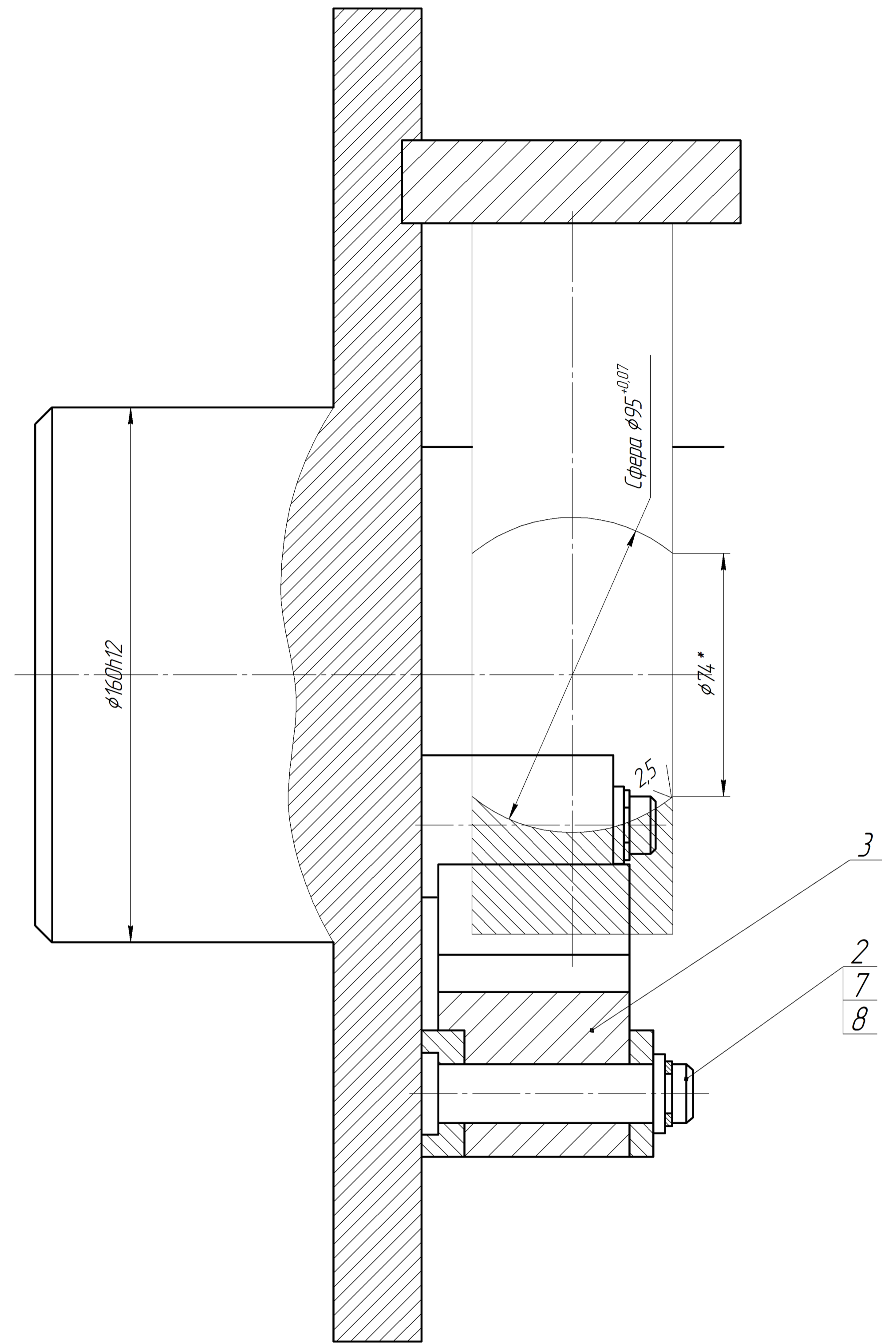
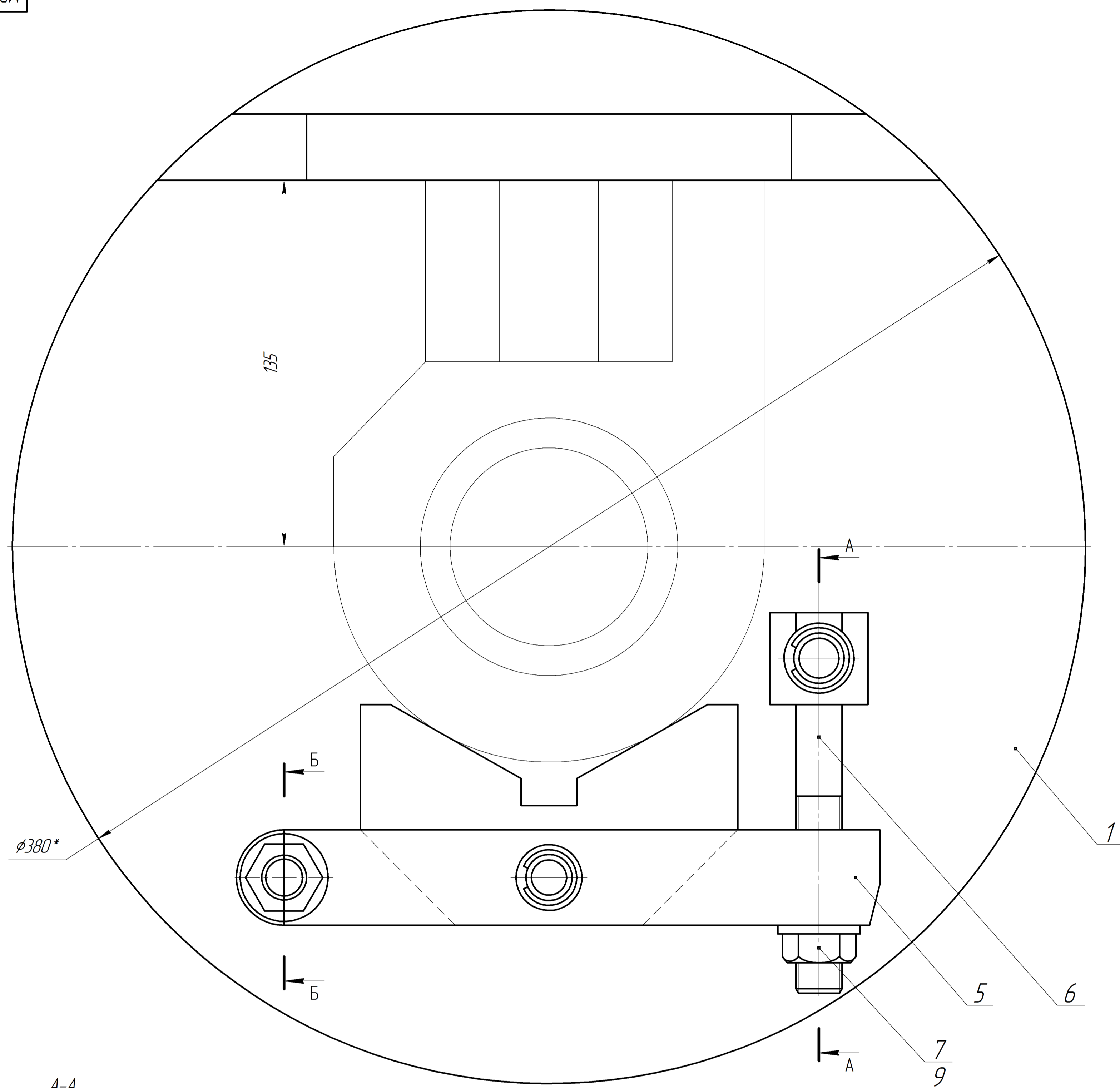


Таблиця 3 - Режими різання для чистового розточування

L, мм	t, мм	S, $\frac{мм}{об}$	T, хв	V, $\frac{м}{хв}$	N, кВт	T <sub>0</sub> , хв
60	0,47	0,1	60	178	0,13	1,05

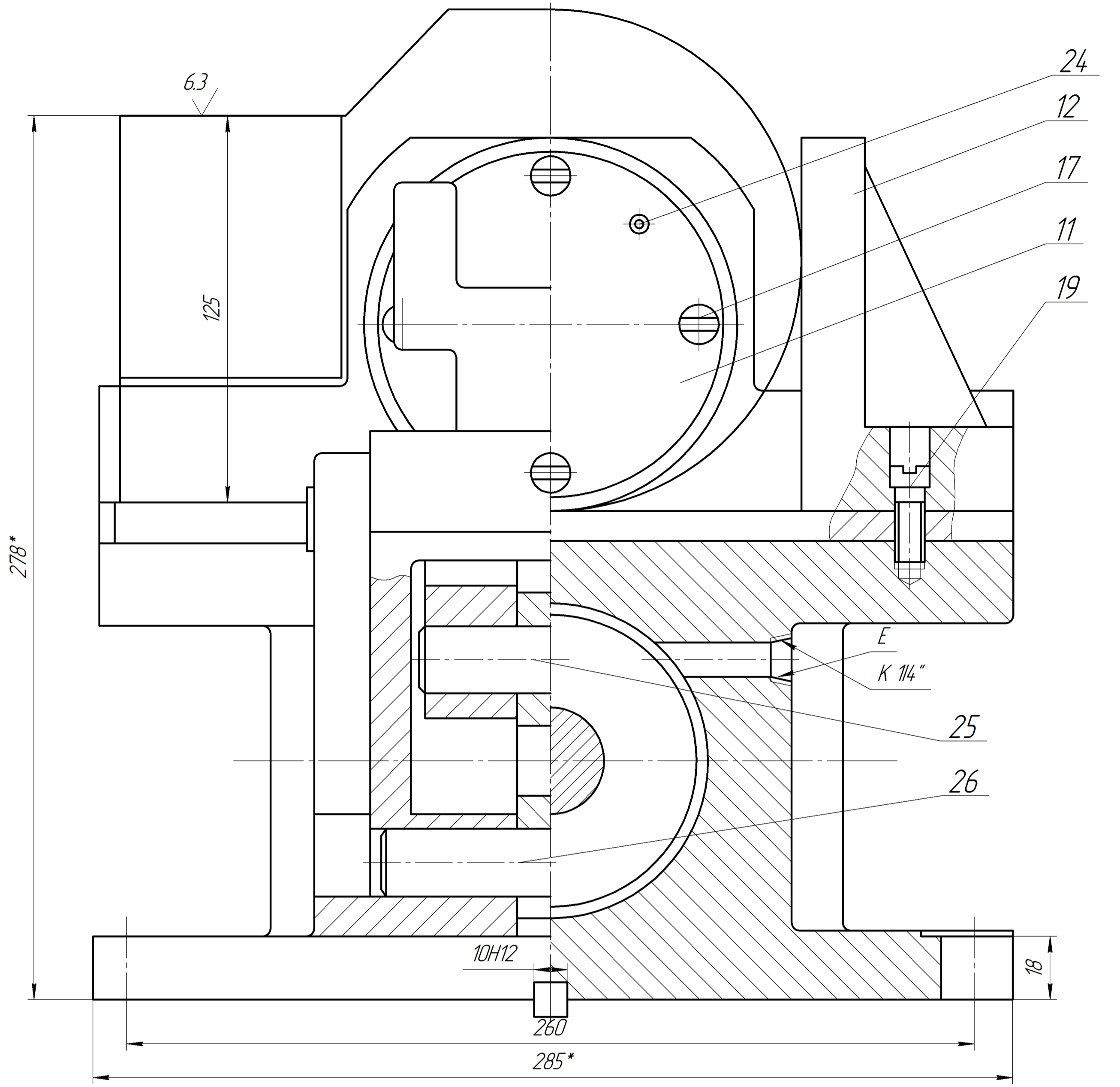
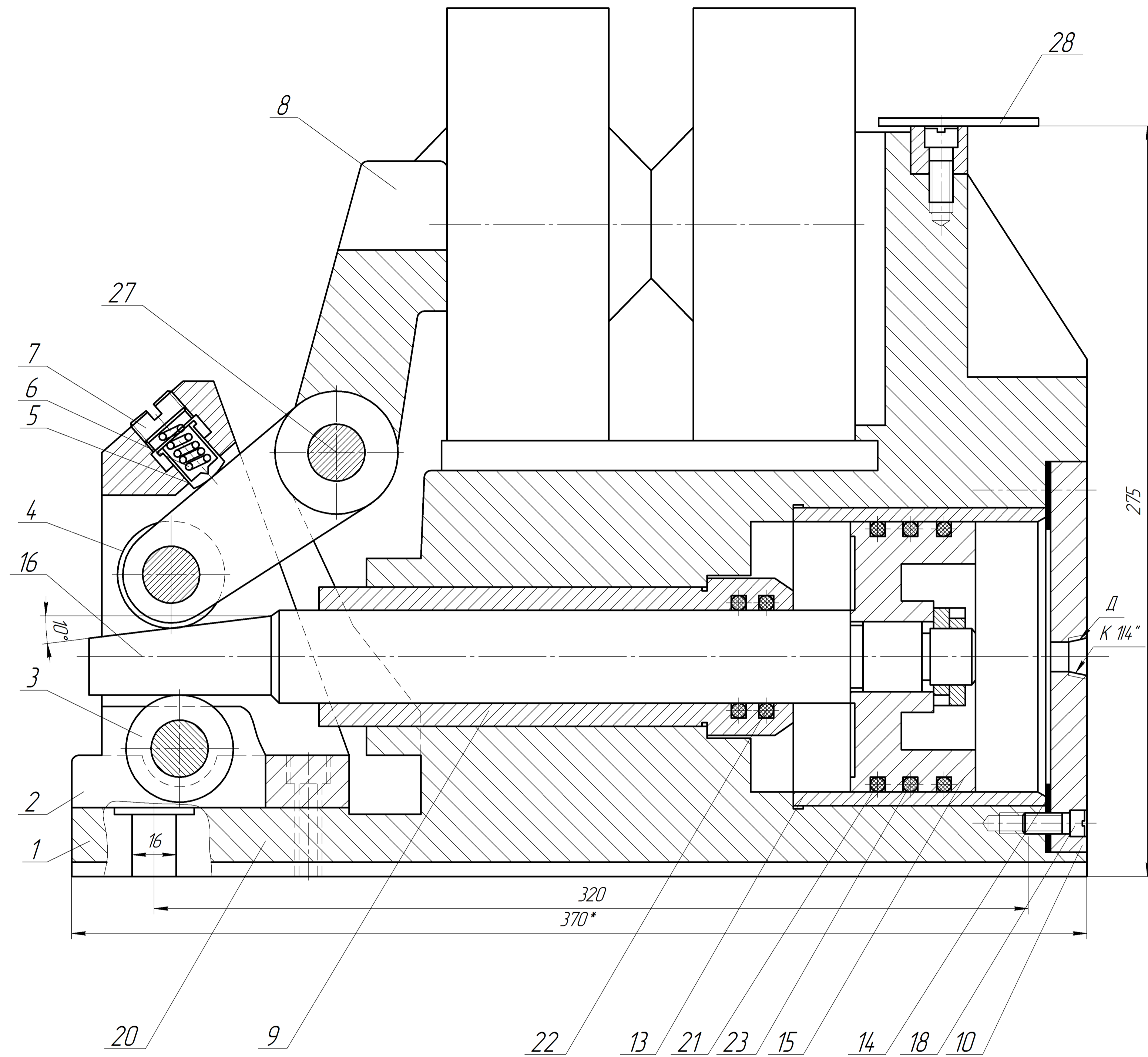


МР.ПМК-010.01.00.000 СХ						Карта налагодження на операцію 055 Верстат мод. 16К20Ф3		
Зм.	Арж.	№ Доким.	Підп.	Дата	Лит.	Маса	Масштаб	
Розроб.	Шуляр				Н			
Перев.	Шуляр				Аржш			
Т.контр.	Шуляр				Аржш			
Н.контр.	Шуляр				ІФНТЧНГ ПМКМ-24-1			
Затв.	Панчик							



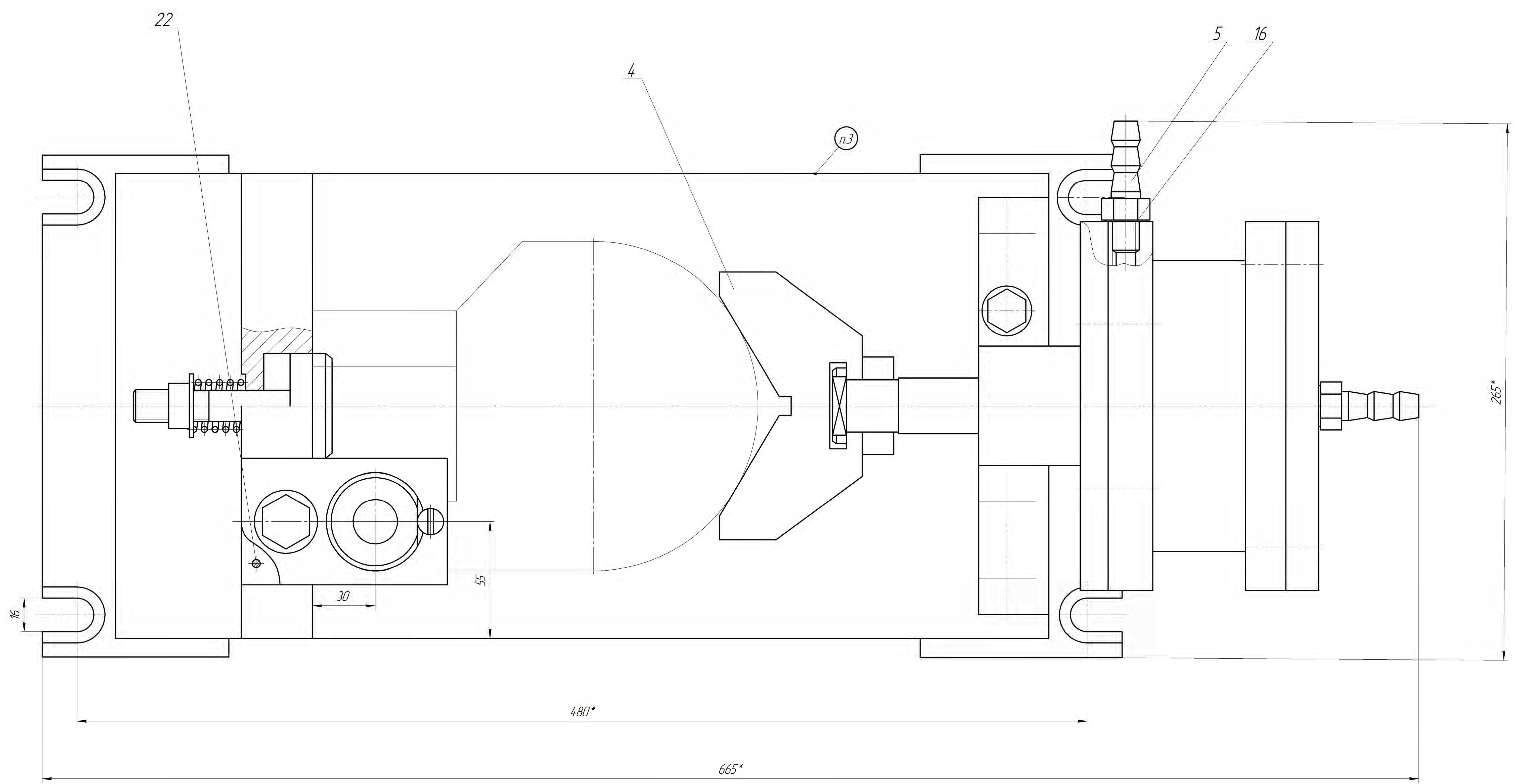
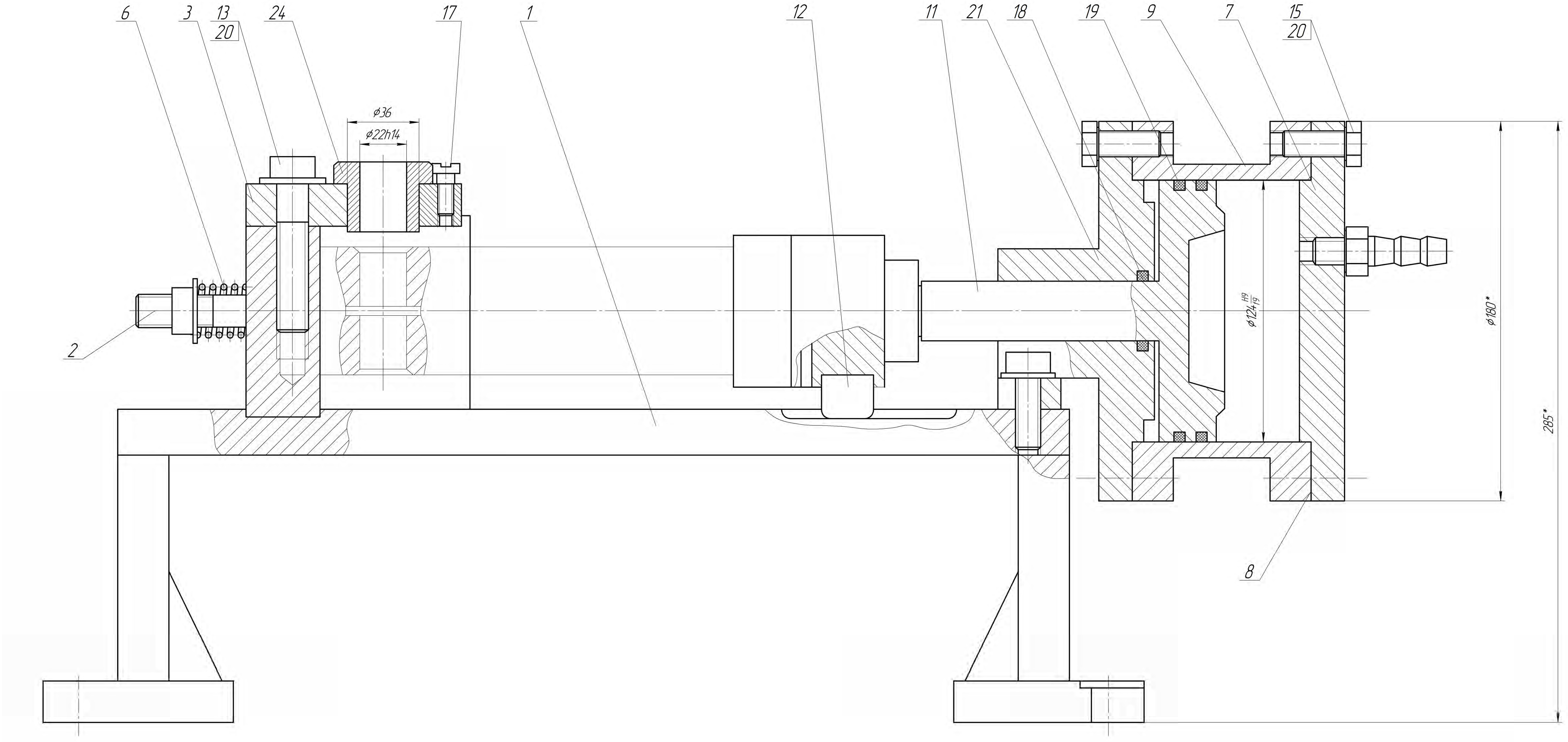
- 1. \*Размір для довідок.
- 2. Точність пристрою 0,032
- 3. Сила на ключі 118,6 Н

MP.ПМК-010.03.00.000СК					Лит	Маса	Масштаб
Зм. Арк.	№ Доким.	Підп.	Дата	Пристрій на операцію 055 (верстат мод. 16К20Ф3)	Н		
Розроб.	Виконан.				Архив	Архив	
Перев.	Шлях				ІФНТЧНГ ПМКМ-24-1		
Т.контр.	Шлях						
Н.контр.	Шлях						
Затв.	Ланчик						



- 1. \*Разміри для довідок
- 2. Кут клина  $\alpha=10^\circ$
- 3. Тиск в пневмосистемі  $P=0,4$  МПа
- 4. Похибка пристрою = 0,54 мм
- 5. Маркування

MP.ПМК-010.04.00.000 СК					Лит	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата	Пристрій на операцію ОЗО Верстат мод.6М12П		
Розроб.	Шляр	Ильчишин					
Перев.	Шляр						
Т.контр.	Шляр						
Н.контр.	Шляр				Архив	Архив	
Затв.	Ланчик				ІФНТЧНГ		
					ПМКМ-24-1		

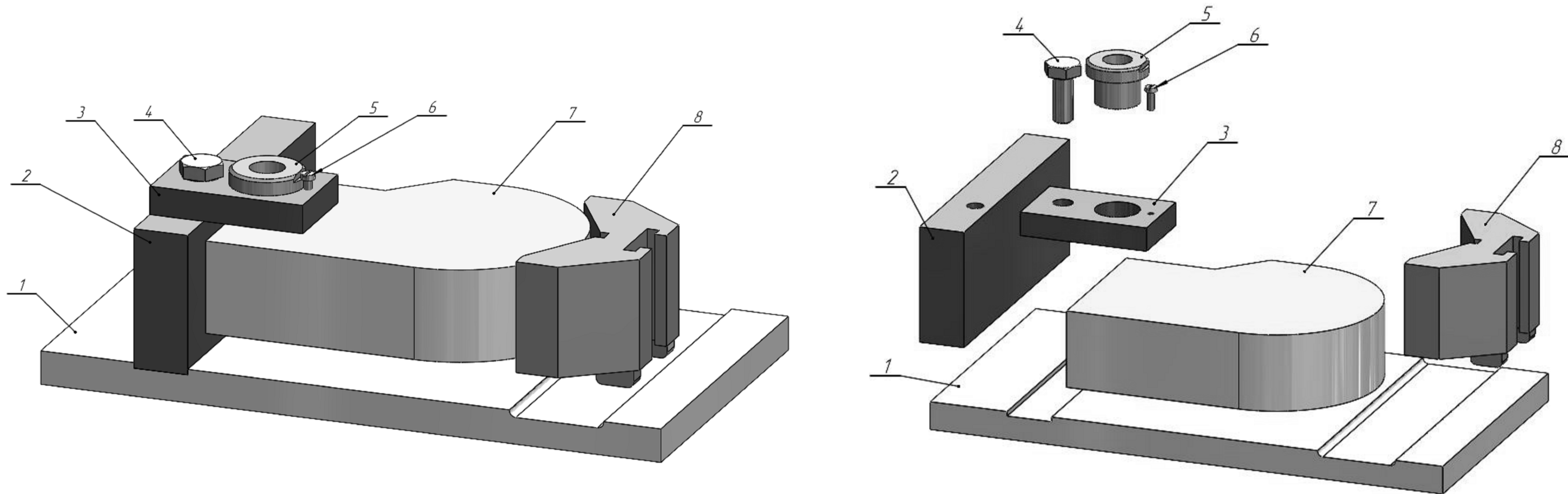


- 1. \*Розмір для довідки
- 2. Точність пристрою  $-0,249$
- 3. Сила затиску пристрою  $- 84,35 \text{ Н}$
- 4. Маркування

MP.ПМК-010.05.00.000 СК				Лист		Маса		Масштаб	
Зад. Арк.	№ Док.	Дата	Вста.	Розроб.	Шуляр	Н		Висл.	Шуляр
Висл.	Григор	Шуляр		Начальн.	Шуляр	Архив		Директ.	
Затв.	Пенчик								

Пристрій на операцію 070  
(верстат мод. 2Н125Ф2)

ІФНТУНГ  
ПМКН-24-1



1 – основа; 2 – пластина; 3 – планка; 4 – болт; 5 – втулка; 6 – гвинт; 7 – деталь; 8 – прижим  
 Рисунок 1 – 3D-модель пристрою

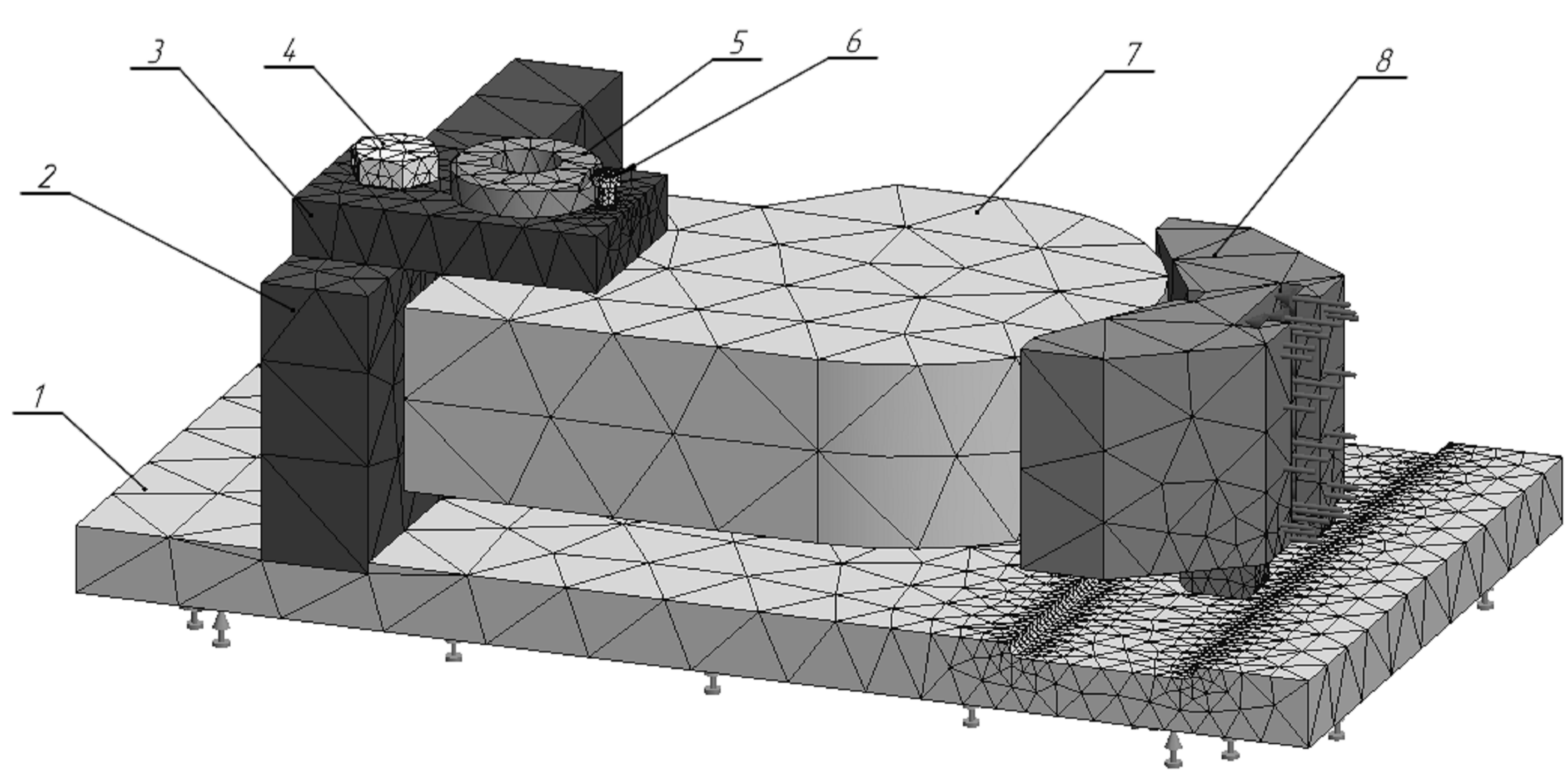


Рисунок 3 – Сітка скінченних елементів

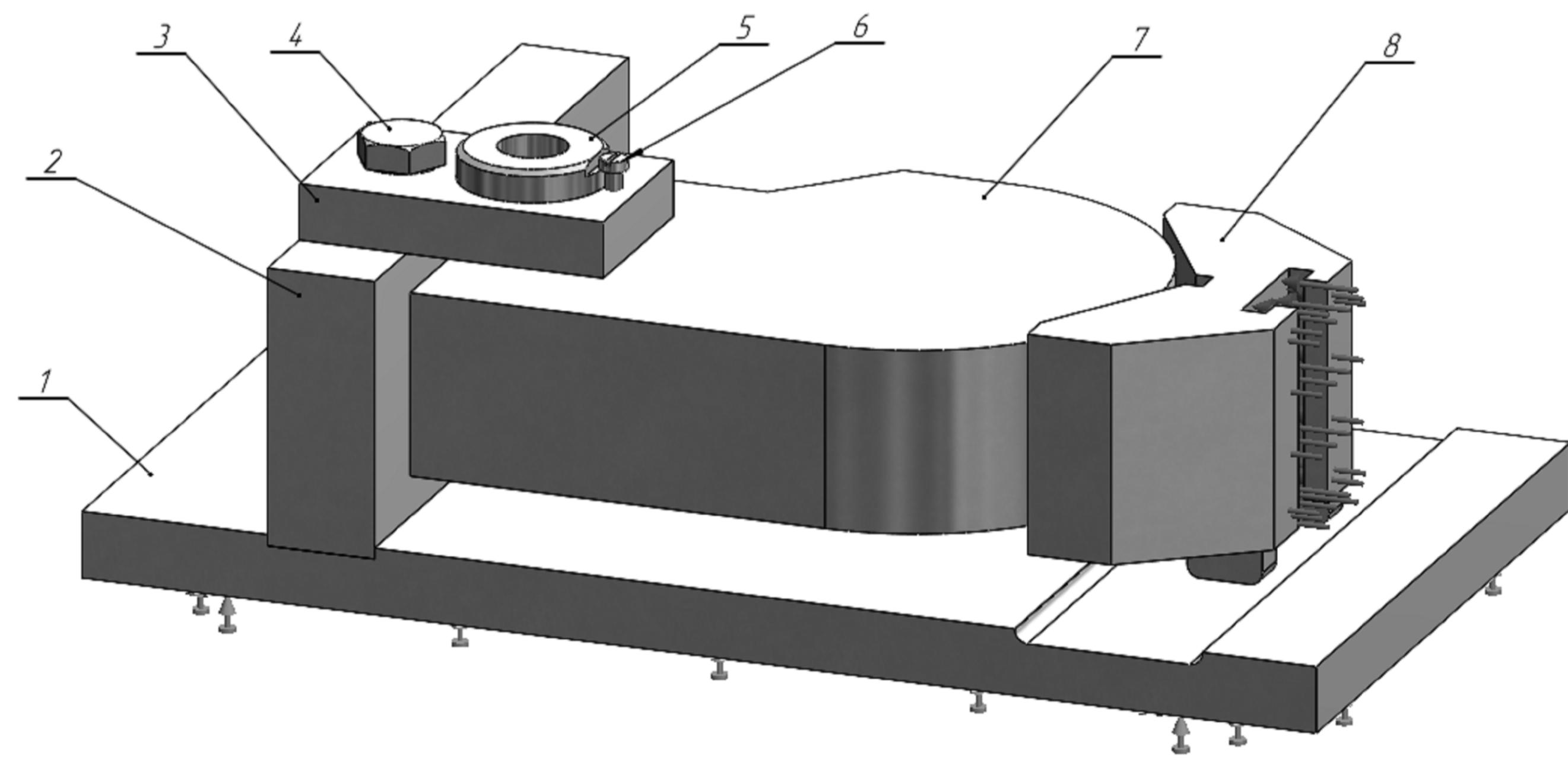


Рисунок 2 – Розрахункова схема

					MP.ПМК-010.06.00.000 CX		
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата	Імітаційне дослідження		
Розроб.	Шляр	Шляр			Лит	Маса	Масштаб
Перев.	Шляр				Н		1:1
Т.контр.	Шляр				Архив Архив 1		
Н.контр.	Шляр				ІФНТЧНГ		
Затв.	Панчик				ПМК-24-1		

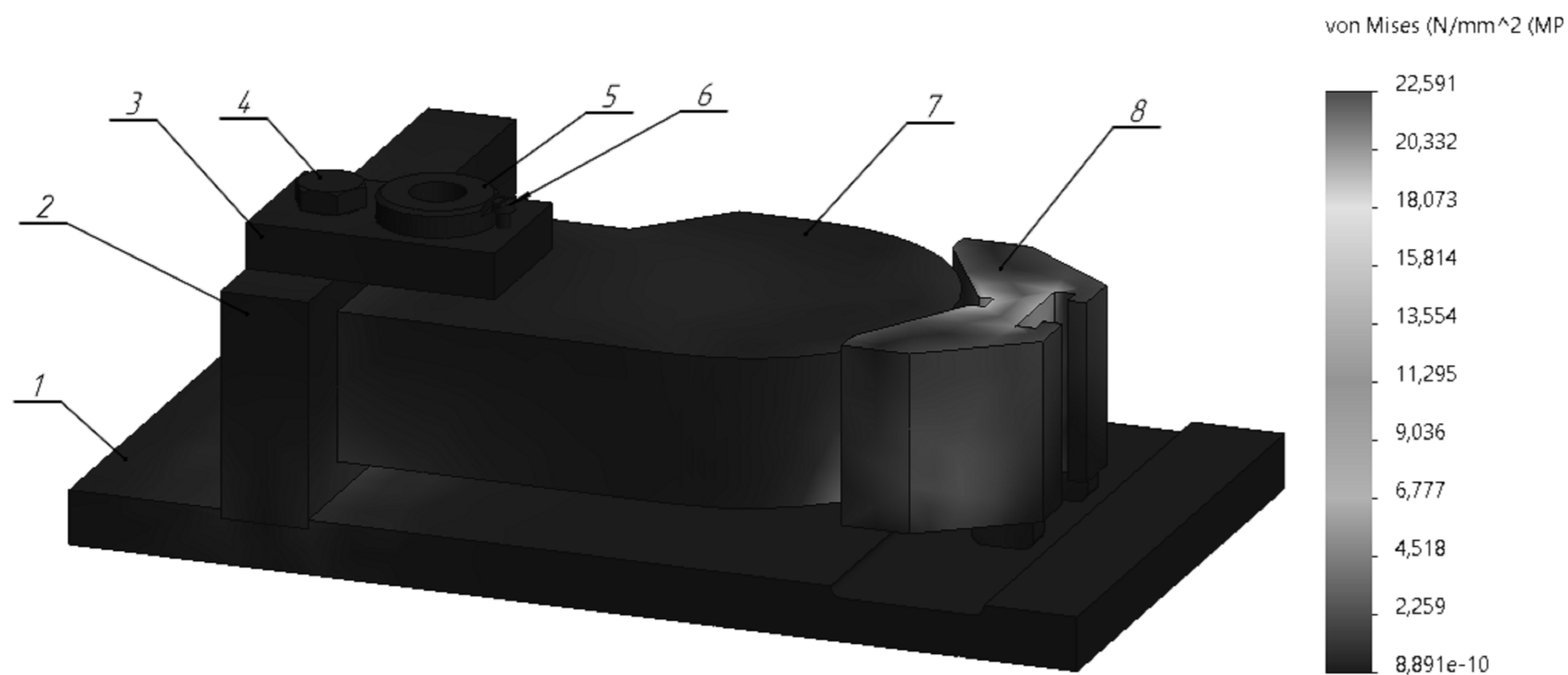


Рисунок 4 – Розподіл еквівалентних напружень

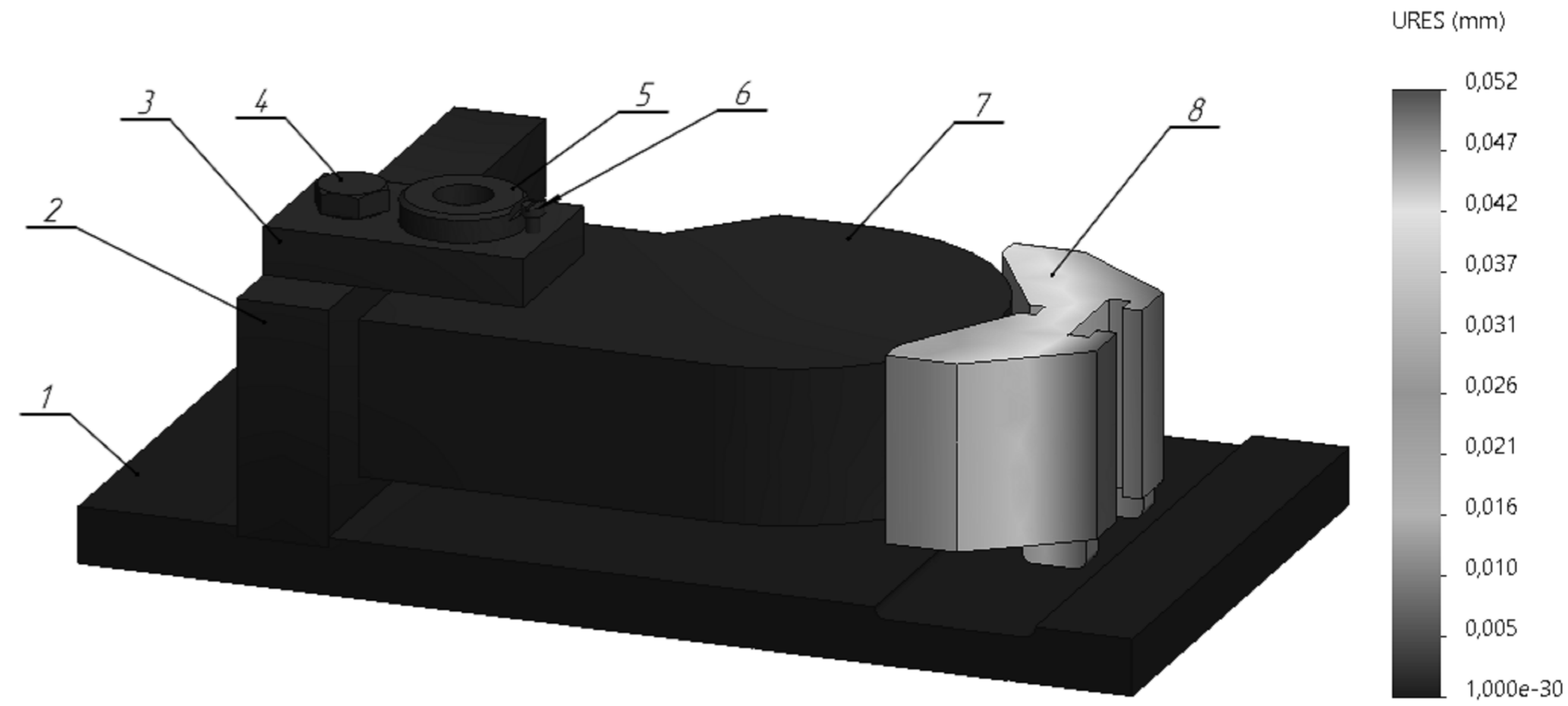


Рисунок 5 – Переміщення у притискному пристрої

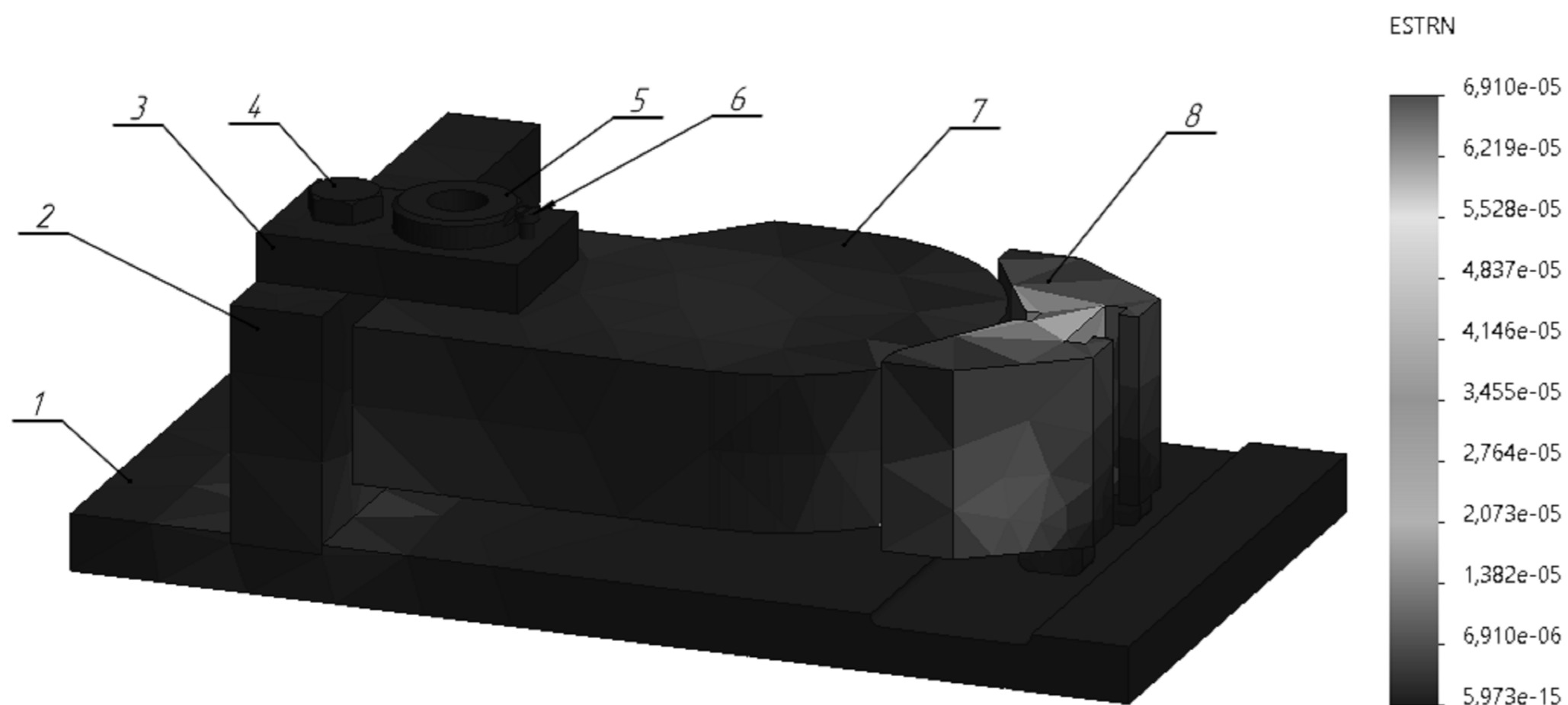


Рисунок 6 – Деформація

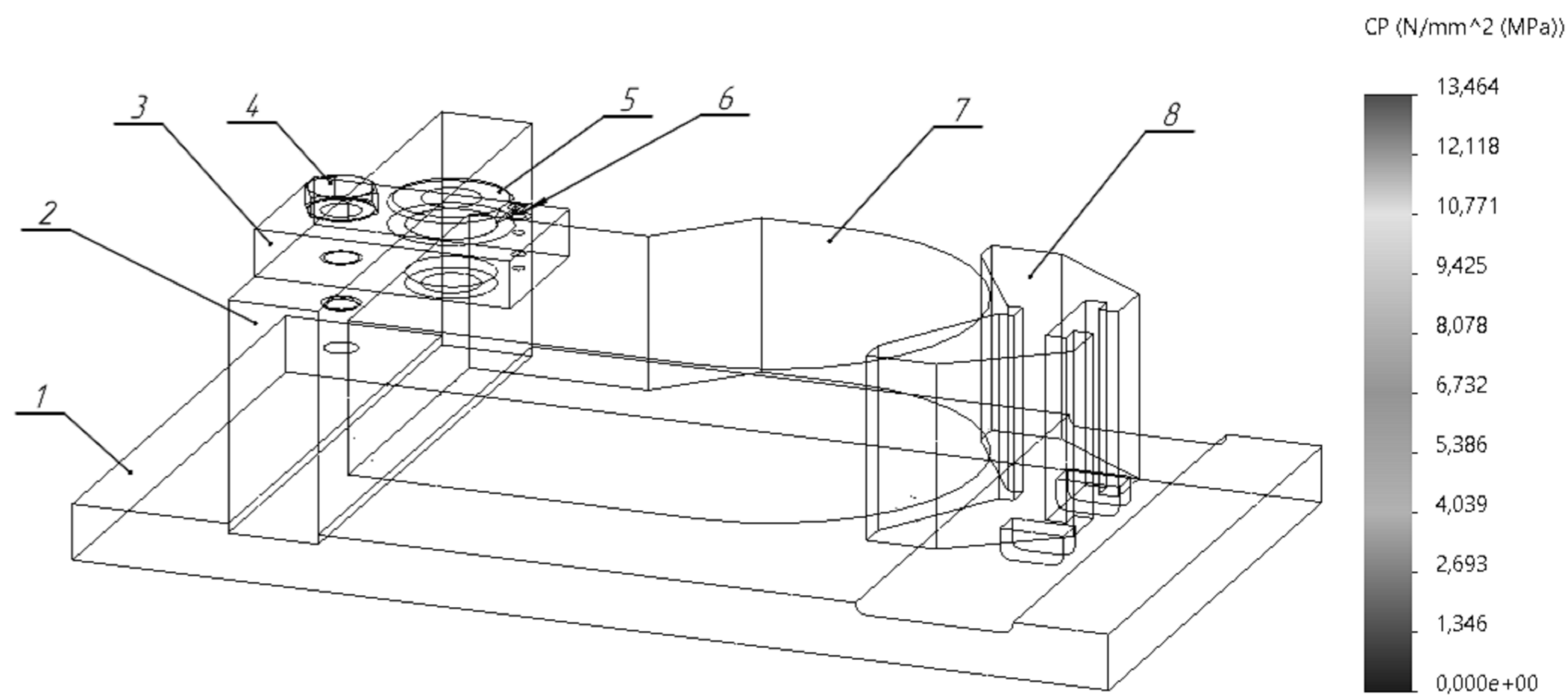


Рисунок 7 – Контактний тиск

				MP.ПМК-010.06.01.000 СХ				
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата	Тривимірні моделі	Лит.	Маса	Масштаб
Разр.	Ильчишин					Н		1:1
Перев.	Шуляр				Архив	Архив	1	
Т.контр.	Шуляр				ІФНТУНГ			
Н.контр.	Шуляр				ПМКМ-24-1			
Затв.	Панчик							