

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Шумило Юрій Богданович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі

(назва роботи)

«Гільза Ц42. 110 СК» для умов серійного виробництва

Комп'ютеризовані та роботизовані технології машинобудування

(назва освітньої програми)

131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

Ю.Б. Шумило

(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 «Гільза Ц42. 110 СК» для умов серійного виробництва.

Розрахунково-пояснювальна записка складається з 91 сторінки і містить: 19 таблиць, 18 рисунків, 10 посилання на літературні джерела та додатків на 12 сторінках.

Графічна частина: 8 аркушів (7 - ф. А1., 1 – ф. А2).

Об'єкт дослідження – процес механічної обробки.

Предмет дослідження – деталь “Гільза Ц42. 110 СК”.

Мета роботи – розробити покращений маршрут технологічного процесу виготовлення гільзи Ц42. 110 СК 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 верстатного і одного контрольного 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 гільзи, пораховано припуски, режими різання та норми часу на механообробні операції. Для закріплення деталі на свердлильній операції розроблено конструкції спеціального пристрою, зроблено його складальне 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: Шумило Ю.Б.

SUMMARY

of the qualifying master's thesis on the topic: Improvement of the technological process of manufacturing the “И42.110 CK” sleeve for serial production.

The explanatory note consists of 91 pages and contains: 19 tables, 18 figures, 10 references to literary sources and appendices on 12 pages.

Graphical part: 8 sheets (7 - f. A1., 1 – f. A2).

The object of research is the mechanical processing process.

The subject of research is the part “Sleeve И42. 110 CK”.

The purpose of the work is to develop an improved route for the technological process of manufacturing the И42.110 CK sleeve based on the factory route for its manufacture. 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 a machine tool and one control device for the design route and confirm their operability 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 sleeve was developed, allowances, cutting modes and time norms for machining operations were calculated. To secure the part during the drilling operation, a special device was designed, its assembly drawing was made and its performance was tested (calculations are given in sections 2 and 3 of the explanatory note), and a control device was also designed and its performance was tested.

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

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

Student: Shumilo Y.B.

Зміст

Вступ	
1 Технологічна частина	
1.1 Опис призначення і конструкція деталі	
1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі	
1.3 Визначення річної програми та кількості деталей в партії	
1.3.1 Аналіз точності обробки	
1.4 Аналіз базового технологічного процесу і розробка маршрутної технології	
1.4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки	
1.4.2 Опис і аналіз базового технологічного процесу.	
1.4.3 Техніко-економічне обґрунтування вибору проектного варіанту маршруту механічної обробки	
1.5 Розробка операційної технології	
1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку і визначення технологічних розмірів	
1.5.1.1 Розрахунок припусків на механічну обробку і визначення технологічних розмірів розрахунково-аналітичним методом на внутрішню поверхню 14 - \varnothing 160H8	
1.5.1.2 Розрахунок припусків на механічну обробку і визначення технологічних розмірів розрахунково-аналітичним методом на торцеві поверхні 2, 12 в розмір 558 _{-1,8}	
1.5.1.3 Розрахунок припусків і визначення технологічних розмірів дослідно-статистичним методом на решту поверхонь	
1.5.2 Розрахунок режимів різання	
1.5.2.1 Розрахунок режимів різання на операцію 010 – Токарно-гвинто-різну – послідовне чорнове підрізання торців 2, 12 в розмір 558,7 _{-1,8}	

					МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	Шумило				<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>	Шуляр						
<i>Реценз.</i>					Пояснювальна записка ІФНТУНГ, ПМКм-24-		
<i>Н. Контр.</i>	Шуляр						
<i>Затверд.</i>	Панчук						

1.5.3	Розрахунок режимів різання нормативним методом
1.5.4	Нормування технологічного процесу
1.5.4.1	Розрахунок норм часу на одну операцію
1.5.4.2	Нормування решти операцій
2	Конструкторська частина
2.1	Пристрій для свердління отвору під різьбу M14×1,5-6H
2.1.1	Будова та принцип роботи пристрою
2.1.2	Силовий розрахунок пристрою
2.1.3	Розрахунок слабкої ланки на міцність
2.1.4	Розрахунок пристрою на точність
2.1.5	Розрахунок рівня стандартизації
2.2	Пристрій контрольний
2.2.1	Будова та принцип роботи пристрою
2.2.2	Розрахунок показників уніфікації та стандартизації
3	Імітаційне моделювання роботи притискної ланки пристрою
	Висновки
	Література
	Додатки

					MP.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Машинобудування відіграє провідну роль у розвитку економіки країни, при цьому забезпечуючи матеріальну та технічну основу науково-технічного прогресу у всіх галузях народного господарства.

Для прискорення науково-технічного прогресу необхідно збільшувати продуктивність праці, підвищувати ефективність суспільного виробництва та покращує якість продукції. Удосконалення технологічних процесів виробництва як окремих деталей так і машин в цілому є першочерговим завданням. Також технології виробництва впливають на естетичність виробу, економічність, довговічність та надійність в процесі експлуатації. Використання прогресивних методів обробки, що здатні забезпечити високу якість та точність поверхонь деталей, застосування сучасних методів зміцнення робочих поверхонь подовжують ресурс роботи як деталей так і машин загалом.

Ефективне застосування прогресивних форм організації праці в виробничих процесах із залученням сучасних металообробних верстатів, оснастки та іншої новітньої техніки здешевлює виробництво без втрати якості підвищує конкурентоспроможність виробів на ринку товарів та дозволяє підприємствам отримувати очікувані прибутки та розвиватись.

Ринкові відносини поліпшують тенденцію випуску високоефективного устаткування та машин. У сучасних технологічних процесах передбачається концентрація операції з використанням багатомісних пристроїв, комбінованого різального інструменту і т.д.

					MP.ПМК-026.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Технологічна частина

1.1 Опис призначення і конструкція деталі

Гільза Ц42. 110 СК є складальним вузлом, в який входять деталі: труба Ц42.111 – 1 шт., втулка Ц42.114 – 1 шт., вухо Ц42.103 – 4 шт., з'єднані за допомогою зварки в єдине ціле. В свою чергу гільза Ц42.110 є корпусом гідроциліндра і є однією з основних складових частин гідроциліндра виносних опор Ц42.000. Гідроциліндр Ц42.000 призначений для вивішування кранової установки на виносних опорах в гідрокранах КС-4574 і КТА-28. В комплект гідрокрана входить 4 шт. гідроциліндрів Ц42.000. Виносна опора крана - це влаштування, з допомогою якого збільшується опорний контур крана в робочому положенні. Виносні опори встановлюються на ходовій рамі крана.

При транспортуванні крана виносні опори встановлюються в транспортне положення.

Технічна характеристика гідроциліндра:

1. Діаметр циліндра, мм	160;
2. Діаметр штока, мм	140;
3. Хід поршня, мм	360;
4. Тиск, кгс/см ²	
- номінальний	160;
- максимальний	200;
5. Максимальна швидкість поршня, м/с	0,03;
6. Зусилля на штоці:	
- штовхаюче, кгс	32144
- тягове, кгс	12560;
7. К.к.д. загальний	0,95;
8. Ресурс, км	60;
9. Маса, кг	115,8.

Основною робочою поверхнею гільзи Ц42.110 є базова поверхня – отвір Ø160Н8. По ній рухається шток Ц22.200 з'єднаний із поршнем за допомогою зварювання.

					МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зовнішньою поверхнею $\varnothing 205d11$ втулка Ц42.114 встановлюється в спряжену поверхню виносної опори до упора в опорний торець бурта втулки. Опорний торець бурта сприймає основні навантаження при вивішуванні крана. Гідроциліндр Ц42.000 кріпиться до виносної опори за допомогою 4-х болтів М12×40.109.019 ГОСТ 11738-82.

Канавка шириною $b=125^{+0,43}$ на зовнішньому 188h12 є замком, тобто з'єднує в єдине ціле гільзу Ц42.110 і кришку Ц41.400-01.

При подачі робочої рідини в безштокову порожнину гідроциліндрів їх штоки висуваються і впираються сферичною головкою штока на башмак, під який підкладається прокладка – проходить вивішування крана. При подачі робочої рідини в штокову порожнину гідроциліндра проходить втягування штока у внутрішню порожнину гільзи – колеса опускаються на основу.

Гільза Ц42.110 є складальною одиницею, до якої входять 3 деталі: труба Ц42.111 – 1 шт.: втулка Ц42.114 – 1 шт.: вуха Ц42.103 – 4 шт.

В нашому випадку матеріал деталей Ц42.111, Ц42.114, Ц42.113 – сталь 35.

У відповідності з кресленням труби Ц42.111 рекомендується Труба $\frac{194 \times 20 \text{ ГОСТ } 8732-70}{\text{В35 ГОСТ } 8731-70}$, порізана в розмір 562-1,8 поштучно.

В даному випадку заготовка із гарячекатаної труби за ГОСТ8732-70 є найбільш прийнятною для нашої деталі – труби Ц42.111.

У відповідності з кресленням втулки Ц42.114 рекомендується Труба $\frac{219 \times 18 \text{ ГОСТ } 8732-70}{\text{В35 ГОСТ } 8731-70}$ порізана поштучно в розмір 110-0,87. В даному випадку труба 219x18 є найбільш придатною для деталі – втулки Ц42.114.

Вуха Ц42.103 виготовляється з листа Лист $\frac{8 \text{ ГОСТ } 5681-50}{35 \text{ ГОСТ } 1572-70}$ методом холодної штамповки.

Дані про хімічний склад і механічні властивості сталі 35 подані в таблицях 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 35, %

Марка сталі	Вуглець С	Марганець Mn	Кремній Si	Фосфор P	Сірка S	Хром Cr	Нікель Ni	Мідь Cu	Титан Ti
35	0.32-0.40	0.40-0.90	0.20-0.52	0.050	0.050	0.30	0.30	0.30	до 0,05

					МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 35

Марка сталі	Границя текучості σ_T , МПа (кгс/мм ²)	Тимчасовий опір σ_B , МПа (кгс/мм ²)	Відносне видовження, δ_n , %	Відносне звуження, χ , %	Ударна в'язкість, a_n , кг•м/см ²	НВ
	не менше					
35	320(32)	500(50)	17	45	7	187

Зварюваність – висока. Оброблюваність різанням – висока.

Проводимо класифікацію поверхонь деталі.

Для спрощення опису кожній поверхні деталі присвоюємо номер і вказуємо його на кресленні деталі (рисунок 1.1). результати цього аналізу зводимо в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 – Аналіз поверхонь деталі за службовим призначенням

№ поверхні	Конфігурація та службове призначення	Розміри, мм	Квалітет точності, допуск, мм	Ступінь точності форми, розміщення їх допуску	Шорсткість, Ra
1	2	3	4	5	6
1	Канавка робоча	125H4 (^{+0,43})	H14(^{+0,43})	12; верхнє відхилення	4, 16
2; 12	Торець робоча	558h14(-1,8)	h14(-1,8)	12; нижнє відхилення	4, 16
3	Фаска робоча	6×30°(6h14(-0,3))	h14(-0,3); 30°±1°	12; нижнє відхилення	2
4	Зовнішня поверхня, технологічна база	∅118h12(-0,46)	h12(-0,46)	11; нижнє відхилення	1,6
5	Зовнішня поверхня робоча	∅190h8(-0,072)	h8(-0,072)	7; нижнє відхилення	1,6
6; 21	Торець робоча	105h14(-0,87)	h14(-0,87)	12; нижнє відхилення	16; 16
7	Опорна поверхня робоча	7,5h14(-0,3)	h14(-0,3)	12; нижнє відхилення	2
8	Опорний торець; робоча	75H14(^{+0,74})	H14(^{+0,74})	12; верхнє відхилення	16
9	Зовнішня поверхня; робоча	∅205d11(- ^{0,350} / _{-0,570})	d11(- ^{0,350} / _{-0,570})	10	8
10	Радіус; робоча	R0,5 _{-0,1}	h14(-0,1)	12; нижнє відхилення	8
11	Фаска; робоча	20°±2°	±2°	12; симетрично	16

Арк.

МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4	5	6
13	Фаска; робоча	0,5×45°	h14 _(-0,1) 45°±1°	12; нижнє відхилення симетрично	16
14	Отвір; база	∅160H8 ^(+0,63)	H8 ^(+0,63)	7; верхнє відхилення	0,63
15	Фаска; робоча	30°±1°	±1°	12; симетрично	2
16	Отвір; робоча	∅14,5 h11 ^(+0,11)	h 11 ^(+0,11)	10; верхнє відхилення	2
17	Різьба; робоча	M14×1,5-6H	6H	5; симетрично	4
18	Фаска; робоча	45°±1°	±1°	12; симетрично	16
19	Отвір; робоча	∅13H14 ^(+0,43)	H14 ^(+0,43)	12; верхнє відхилення	20
22	Торець; робоча	145 h14 ^(+1,0)	h14 ^(+1,0)	12; верхнє відхилення	16

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Гільза Ц42.110 є складальною одиницею, до якої входять 3 деталі: труба Ц42.111 – 1 шт., втулка Ц42.114 – 1 шт., вухо Ц42.103 – 4 шт.

Технологічність конструкції неможливо розглядати ізольовано без взаємного зв'язку і врахування умов виконання заготівельних процесів, процесів обробки і контролю.

Відпрацьована на технологічність конструкція заготовки не повинна ускладнювати наступну механічну обробку.

Згідно креслення вузла Ц42.110 матеріалом для складових деталей вузла є сталь 35.

У відповідності з кресленням труби Ц42.111 рекомендується Труба $\frac{194 \times 20 \text{ ГОСТ } 8732-70}{\text{В35 ГОСТ } 8731-70}$, поріzana в розмір 562-1,8 поштучно.

В даному випадку заготовка із гарячекатаної труби за ГОСТ8732-70 є найбільш прийнятною для нашої деталі – труби Ц42.111.

					МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У відповідності з кресленням втулки Ц42.114 рекомендується Труба $\frac{219 \times 18 \text{ ГОСТ } 8732-70}{\text{В35 ГОСТ } 8731-70}$ порізана поштучно в розмір 110-0,87. В даному випадку труба 219x18 є найбільш придатною для деталі – втулки Ц42.114.

Вухо Ц42.103 виготовляється з листа - Лист $\frac{8 \text{ ГОСТ } 5681-50}{35 \text{ ГОСТ } 1572-70}$ методом холодної штамповки.

Перераховані вище методи отримання заготовки є оптимальними і прийнятними для даного типу виробництва.

Після обробки зовнішньої поверхні труби $\varnothing 190h9$ в розмір і внутрішньої поверхні отвору $\varnothing 190C9_{(+0,355, +0,240)}$ і отримання вуха Ц42.103 методом холодної штамповки із листа товщиною 8 мм проводимо збирання і зварювання вузла заготовки гільзи Ц42.110 в складальний вузол у спеціальному зварювальному кондукторі.

На основі вивчення умов роботи гільзи Ц42.110 і циліндра Ц42.000, а також заданого в завданні типу виробництва визначаємо можливість застосування високопродуктивних методів обробки, щоб забезпечити вказані на кресленні деталі допустимі відхилення розмірів, шорсткості поверхонь і просторових відхилень по геометричній формі і взаємному їх розміщенню поверхонь, та пов'язуємо їх з геометричними похибками верстатів.

Технологічність конструкції гільзи Ц42.110 складається із наступного:

1. Проста за конструкцією;
2. Порівняно невелика вага деталі;
3. Простота встановлення деталі;
4. Дана конструкція забезпечує вигідний підвід і відвід різального інструменту;
5. Має не дуже високу точність обробки;
6. Дає можливість використовувати стандартний, нормалізований різальний і вимірвальний інструмент не знижуючи при цьому продуктивність обробки.

Обробка деталі буде проводитись на верстатах нормальної точності, так як використання унікальних верстатів для даного випадку технологічно та економічно не виправдано.

					МП.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Визначення річної програми та кількості деталей в партії [2]

Згідно завдання задано тип виробництва – середньосерійний.

Річна програма N визначається коефіцієнтом серійності K_c , або K_o – коефіцієнтом закріплення операцій, та тактом випуску – t_b .

Вихідні формули:

$$K_c = \frac{t_b}{T_{шт.}}, \quad (1.1)$$

$$\text{де } t_b = \frac{F \cdot 60}{N}, \text{ хв./шт.} \quad (1.2)$$

Розрахункова формула:

$$N = \frac{F \cdot 60}{K_c T_{шт.}}, \text{ (шт.)} \quad (1.3)$$

де F – дійсний річний фонд часу роботи обладнання.

Для 2-х змінної роботи $F=4008$ год.

$K_c = 10 \dots 20$ - для середньосерійного типу виробництва.

Середній штучний час:

$$T_{шт} = \frac{\sum t_{шти}}{n}, \text{ хв} \quad (1.4)$$

де $t_{шти}$ – штучний час на кожній операції базового або проектного варіанту технологічного процесу,

n – число операцій; $n = 11$ – операцій базового техпроцесу.

Маючи штучні часи по базовому техпроцесу, отримуємо:

$$T_{шт} = \frac{9,92+12,8+7,8+6,9+6,5+14,3+15,4+10+2,7+6,8+2,5}{11} = \frac{95,62}{11} = 8,69 \text{ хв.}$$

$$\text{Тоді: } N = \frac{F \cdot 60}{10 T_{шт}} \dots \frac{F \cdot 60}{20 T_{шт}} = \frac{4008 \cdot 60}{10 \cdot 8,69} \dots \frac{4008 \cdot 60}{20 \cdot 8,69} = 2767 \dots 1384 \text{ (шт)}$$

Приймаємо $N = 2750$ шт.

$$\text{Тоді } t_b = \frac{4008 \cdot 60}{2750} = 87,44 \text{ хв.}$$

$$K_c = \frac{87,44}{8,69} = 10,06$$

Визначаємо кількість деталей в партії для одночасного запуску:

$$n = \frac{N \cdot a}{\Phi}, \text{ шт} \quad (1.6)$$

де a – необхідне число днів на виготовлення деталей, що є на складі для безперебійної роботи дільниці (приймаємо $a=6$ днів);

					МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ф – число робочих днів у році;

Ф=251 день на 2025 рік

$$n = \frac{2750 \cdot 6}{251} = 65 \text{ шт.}$$

Організаційна форма виробництва – переміннопоточна. Верстати розміщуються в послідовності виконання технологічних операцій закріпленими за окремими операціями.

Деталь подається від верстата до верстата поштучно, але синхронність операцій не витримується на всіх операціях. Біля верстатів, де час обробки більший, утворюється деякий запас необроблених деталей. Така форма виконання робіт називається пульсуючим потоком.

Для перевезення заготовок і готових деталей по території цеху використовується спеціальна тара та електрокара.

1.4 Аналіз базового технологічного процесу і розробка маршрутної технології

1.4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

В сучасному виробництві одним із основних напрямків розвитку технології механічної обробки є вибір способу виготовлення заготовок з економічними конструктивними формами, які забезпечують можливість більш раціональних та економічних способів їх обробляння на металорізальних верстатах, тобто обробки з найбільшою продуктивністю та найменшими відходами. Цей напрям вимагає безпосереднього підвищення точності заготовок з наближенням їх конструктивних форм і розмірів до готової деталі і дозволяє відповідно скоротити область застосування обробки різанням, обмежуючи її в ряді випадків чистовими операціями.

Від вибраного виду отримання заготовки значною мірою залежить характер технологічного процесу механічної обробки деталі. Так, чим більше заготовка наближається за формою до готової деталі, тим менші затрати потрібні на її обробку.

					МП.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільший вплив на вибір виду заготовки мають матеріал, конфігурація деталі, її розміри, маса та тип виробництва.

Гільза Ц42.110 є складальною одиницею, до якої входять 3 деталі: труба Ц42.111 – 1 шт., втулка Ц42.114 – 1 шт., вухо Ц42.103 – 4 шт.

В нашому випадку тип виробництва – середньосерійний. Матеріал деталей Ц42.11, Ц42.114, Ц42.103 є Сталь 35.

У відповідності до креслення труби Ц42.111 рекомендується Труба $\frac{194 \times 20 \text{ ГОСТ } 8732-70}{\text{В35 ГОСТ } 8731-70}$, порізана поштучно в розмір 562_{-1,8}.

Заготовка з гарячекатаної труби за ГОСТ 8732-70 є найбільш прийнятною для нашої деталі – Труби Ц42.111.

У відповідності з кресленням втулки Ц42.114 рекомендується Труба $\frac{219 \times 18 \text{ ГОСТ } 8732-70}{\text{В35 ГОСТ } 8731-70}$, порізана поштучно в розмір 110_{-0,87}. В даному випадку труба 219x18 є найбільш придатною для деталі – Втулки Ц42.114.

Вухо Ц42.103 виготовляється з Лист $\frac{8 \text{ ГОСТ } 5681-50}{35 \text{ ГОСТ } 1572-70}$ методом холодної штамповки.

Перераховані вище методи отримання заготовки є оптимальними та прийнятними для даного типу виробництва. Після обробки зовнішньої поверхні труби $\varnothing 190 \text{h}9$ в розмір і внутрішньої поверхні отв. $\varnothing 190 \text{C}9^{(+0,355)}_{(+0,240)}$ і отримання вуха Ц42.103 методом холодної штамповки з листа товщиною $\delta=8$ мм проводимо збирання та зварювання вузла заготовки гільзи Ц42.110 в зварювальний вузол.

Вибравши таким чином вид заготовки ми максимально наблизили заготовку до готового вузла, в зв'язку з чим значно зменшилась трудомісткість виготовлення вузла і його собівартість.

Тип виробництва – середньосерійний

Програма випуску основної деталі: N=2750 шт.,

Партія запуску n=65 шт.

Гільза Ц42.110 – це зварна конструкція, яка складається з трьох деталей:

Труба Ц42.111 – 1 шт. – Сталь 35;

Втулка Ц42.114 – 1 шт. – Сталь 35;

					MP.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вухо Ц42.103 – 4 шт. – Сталь 35.

Вага зварного вузла після обробки: $M_{\text{вузла}}=41,5$ кг

Параметри деталей вузла:

Труба Ц42.111 – заготовка Труба $\frac{194 \times 20 \text{ ГОСТ } 8732-70}{\text{В35 ГОСТ } 8731-70}$, порізана в розмір $L=562_{-1,8}$. $M_{\text{д}}=36$ кг; $M_{\text{заг}}=47,8$ кг.

Втулка Ц42.114 – заготовка Труба $\frac{219 \times 18 \text{ ГОСТ } 8732-70}{\text{В35 ГОСТ } 8731-70}$, порізана в розмір $L=110_{-0,87}$.

Вухо Ц42.103 – заготовка отримана холодною штамповкою з Лист $\frac{8 \text{ ГОСТ } 5681-50}{35 \text{ ГОСТ } 1572-70}$ товщиною $\delta=8$ мм по контуру без пробитого отвору $\varnothing 13$ мм.

$M_{\text{д}}=M_{\text{з}}=0,010$ кг 4 отвори $\varnothing 13$ свердяться в зварному вузлі Ц42.110.

На одну гільзу Ц42.110 входить 4 шт. Ц42.103

$\sum M_{\text{д}}=4 \cdot 0,010=0,040$ кг

Загальна вага зварної конструкції гільзи Ц42.110 – 41,5 кг.

Зварювання Труби Ц42.111 та Втулки Ц42.114 проводиться порошковим дротом марки ПП-АН-29 діаметром 2,2 мм на постійному струмі. Сила струму для приварки втулки $I_{\text{зв}}=300..350$ А, напруга на дузі $U_{\text{д}}=26..30$ В, швидкість подачі дроту $v_{\text{п.д.}}=250..310$ м/год.

Зварювання проводиться в середовищі захисного газу – CO_2 (вуглекислий газ).

Довжина шва за кресленням $L_{\text{шв}}=1330$ мм.

Вага наплавленого металу вибирається в залежності від катету шва $V_{\text{н.м.}}=317$ г/мм $\cdot 1,3$ мм = 422 г.

Розхід металу для приварки втулки $V_{\text{р}}=422 \cdot K_{\text{р}}=422 \cdot 1,25=464$ г, де $K_{\text{р}}=1,25$ – коефіцієнт розходу металу.

Розхід CO_2 : $V_{\text{рCO}_2}=V_{\text{н.м.}} \cdot K_{\text{рCO}_2}=422 \cdot 1,45=612$ г, де $K_{\text{рCO}_2}=1,45$ – коефіцієнт розходу CO_2

Зварювання вуха (4 шт.) згідно креслення виконується ручною електродуговою зваркою електродами типу Э50А марки УОНИІ-13/55 діаметром 4 мм.

Сила зварного струму для $\Delta 6$: $I_{\text{зв}}=130..160$ А

Вага наплавленого металу $V_{\text{н.м.}}=191$ г/м пог.

					МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Довжина шва катетом 6 мм $L_{ш}=240$ мм.

Вага наплавленого металу $V_{н.м.} = L_{ш} \cdot 191 = 0,24 \cdot 191 = 46$ г

Розхід металу $V_p = 46 \cdot K_p = 46 \cdot 1,7 = 78$ г, де $K_p = 1,7$ при ручній дуговій зварці.

Сила зварювального струму для зварювання №1

$I_{зв} = 170 \dots 210$ А

Вага штампованого металу

$V_{ш.м.} = 475$ г/м•пог

Довжина шва $L_{ш} = 64$ мм

Вага наплавленого металу $V_{н.м.} = L_{ш} \cdot V_{ш.м.} = 0,064 \cdot 475 = 31$ г

Розхід металу $V_p = 31 \cdot 1,7 = 52$ г.

Основний час на зварювання труби Ц42.111 і втулки Ц42.114 визначаємо в залежності від ваги наплавленого металу по таблиці

$T_0 = V_{н.м.} \cdot K = 422 \cdot 0,0119 = 5,02$ хв.,

де K – коефіцієнт із таблиці

$T_{шт-к} = 10,70$ хв.

Основний час приварювання вуха Ц42.103 – 4 шт.

$T_0 = T_{01} + T_{02}$

$T_{01} = 46 \cdot 0,0136 = 0,626$ хв.;

$T_{02} = 31 \cdot 0,0094 = 0,292$ хв.;

$T_0 = 0,626 + 0,292 = 0,918$ хв.

$T_{шт-к} = 6,93$ хв.

Виконавши аналіз приведених даних за видом заготовки базового варіанту приходимо до висновку, що єдино вигідним видом заготовки для деталей Гільзи та складального вузла Ц42.110 в проектному варіанті є зварна конструкція гільзи Ц42.110 із застосуванням аналогічних деталей у вузлі відповідно до базового варіанту.

					MP.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4.2 Опис і аналіз базового технологічного процесу.

Таблиця 1.4 – Маршрут механічної обробки деталі і зміст операцій

Номер, назва і зміст операцій	Тип і модель верстата	Характеристика пристрою	Схема базування
1	2	3	4
<p>005. Заготівельна</p> <p>Заготовка труби Ц42.111 поступає із заготівельного цеху порізаною в розмір 562h14_(-1,8)</p>			
<p>010. Токарно-гвинторізна</p> <p>А. Встановити заготовку, закріпити</p> <p>1. Підрізати торець в розмір 562h14_(-1,8)</p> <p>Б. Переустановити заготовку, закріпити. Зняти</p> <p>2. Підрізати торець в розмір 561h14_(-1,8)</p>	Токарно-гвинторізний моделі 1М63	Патрон 3-х кулачковий; люнет	
<p>015. Токарно-гвинторізна</p> <p>А. Встановити заготовку, закріпити. Зняти</p> <p>1. Точити поверхню $\varnothing 190h8_{(-0,072)}$</p> <p>2. Точити поверхню $\varnothing 188h12_{(-0,46)}$ довжиною $80^{+1,2}$ на довжину $27_{-1,0}$ від торця труби</p> <p>3. Точити фаску $1 \times 45^\circ$ на $\varnothing 190h8$</p>	Токарно-гвинторізний моделі 1М63	Центр рифлений; центр обертовий	

МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ

Арк.

Змін.

Арк.

№ док.м.

Підпис

Дата

Змін.	
Арк.	
№ док-т.	
Підпис	
Дата	

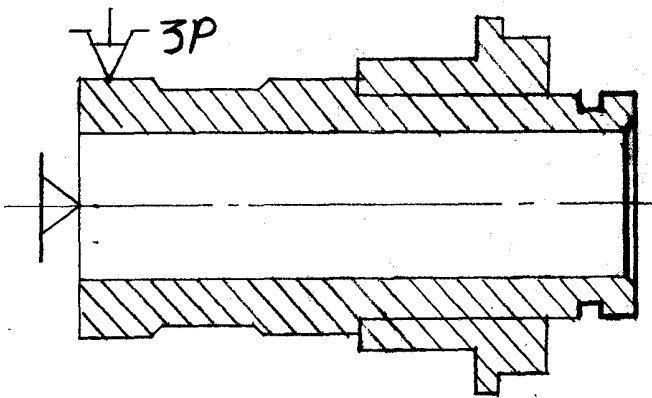
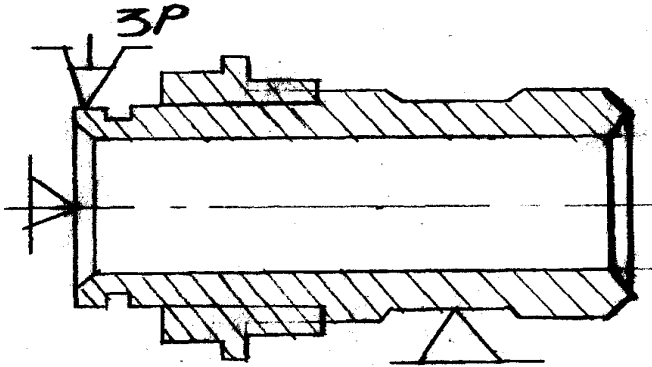
Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4
<p>020. Зварювальна</p> <p>1. Зібрати деталі Ц42.111 – труба (1 шт.); Ц42.114 – втулка (1 шт.), Ц42.103 – вухо (4 шт.) у вузол згідно креслення вузла</p> <p>2. Зварити вузол</p>			
<p>025. Токарно-гвинторізна</p> <p>А. Встановити вузол, закріпити. Зняти</p> <p>1. Розточити отвір $\varnothing 160H8$ начорно напрохід</p>	Токарно-гвинторізний моделі 1М63	Цанга спеціальна, люнет	
<p>030. Токарно-гвинторізна</p> <p>А. Встановити вузол, закріпити. Зняти</p> <p>1. Розточити отвір $\varnothing 160H8$ начисто напрохід</p>	Токарно-гвинторізний моделі 1М63	Цанга спеціальна, люнет	
<p>035. Токарно-гвинторізна</p> <p>А. Встановити вузол, закріпити. Зняти</p> <p>1. Розвернути отвір $\varnothing 160H8^{(+0,063)}$ начисто напрохід</p>	Токарно-гвинторізний моделі 1М63	Цанга спеціальна, люнет	

МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ

Змін	
Арк.	
№ док.м.	
Підпис	
Дата	
МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	
Арк.	

Продовження таблиці 1.4

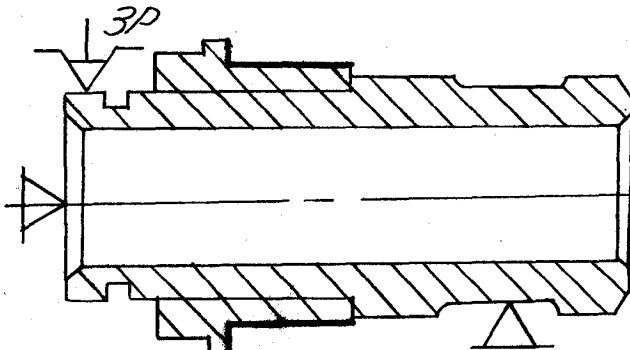
1	2	3	4
<p>040. Токарно-гвинторізна А. Встановити вузол, закріпити. Зняти 1. Підрізати торець в розмір 558,5h14 2. Розточити фаску під $30^{\circ} \pm 1^{\circ}$ в розмір 6h14_(-0,3) 3. Точити поверхню $\varnothing 188h12_{(-0,46)}$ в розмір 24,5h14_(-0,52) 4. Точити канавку b=12,5H14 до $\varnothing 175h8_{(-0,063)}$ в розмір 12h11_(-0,4) 5. Скруглити радіус R0.5 min на перехідній кромці фаски 6x$30^{\circ} \pm 1^{\circ}$ і $\varnothing 160H8$</p>	<p>Токарно-гвинторізний моделі 1M63</p>	<p>Патрон 3-х кулачковий</p>	
<p>045. Токарно-гвинторізна А. Встановити вузол, закріпити. Зняти 1. Підрізати торець в розмір 558,5h14_(-1,8) 2. Розточити фаску 0,5x45° на $\varnothing 160H8$ 3. Точити фаску під 20° в розмір 178h14_(-1,0)</p>	<p>Токарно-гвинторізний моделі 1M63</p>	<p>Цанга спеціальна, люнет</p>	

Змін.	
Арк.	
№ док.м.	
Підпис	
Дата	

МР.ІІМК-026.00.00.000 ПЗ

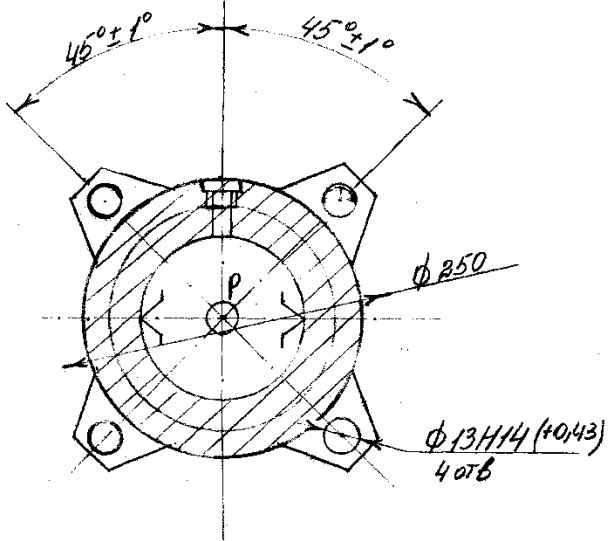
Арк.

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4
<p>050. Токарно-гвинторізна А. Встановити вузол, закріпити, зняти 1. Точити $\varnothing 205d11(-0,350 / -0,570)$ в розмір $75H14(+0,74)$ з одночасною підрізкою торця бурта в розмір $10_{-0,3}$</p>	<p>Токарно-гвинторізний моделі 1М63</p>	<p>Патрон, цанга спеціальна, люнет</p>	
<p>055. Вертикально-свердлильна А. Установити заготовку, закріпити. Зняти 1. Свердлити отвір $\varnothing 12,43^{+0,2}$ на прохід розмір $55 \pm 0,4$ 2. Зенкувати поверхню, витримавши розмір $11 \pm 0,2$ 3. Зенкерувати отвір $\varnothing 14H11$ в розмір $4 \pm 0,2$ 4. Зенкувати фаску під $30^\circ \pm 1^\circ$ $\varnothing 15,5h11(+0,11)$ 5. Розвернути отвір $\varnothing 14,5H11(+0,11)$ в розмір $4 \pm 0,2$ 6. Полірувати кромку $R0,4^{+0,2}$ на прохід і фаску $30^\circ \pm 1^\circ$ на $\varnothing 14,5H11$ 7. Нарізати різьбу $M14 \times 0,5-6H$ на глибину 13^{+1}</p>	<p>Вертикально-свердлильний моделі 2Н135</p>	<p>Кондуктор</p>	

Змін.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4
<p>060. Радіально-свердлильна А. Встановити вузол, закріпити. Зняти 1. Свердлити послідовно 4 отв. $\varnothing 13H14(+0,43)$ у вухах вузла на прохід</p>	<p>Вертикально-свердлильний моделі 2Н135</p>	<p>Кондуктор</p>	
<p>065. Слюсарна Зачистити задирки, притупити гострі кромки</p>	<p>Верстак слюсарний</p>		
<p>070. Контрольна Перевірити розміри деталі відповідно до креслення вузла</p>	<p>Стіл контролера ВТК</p>		

МР ДІМК-026.00.00.000 ПЗ

В базовому варіанті на всіх операціях застосовується поруч із стандартною та нормалізованою оснасткою і спеціальна, стандартизований різальний і вимірний інструмент. На операціях 025, 030, 035 – токарно-гвинторізних – застосовуємо спеціальні борштанги, розточні головки; на операції 035 застосовуємо спеціальну розвертку.

Операції 020; 030; 035
 Операція 065

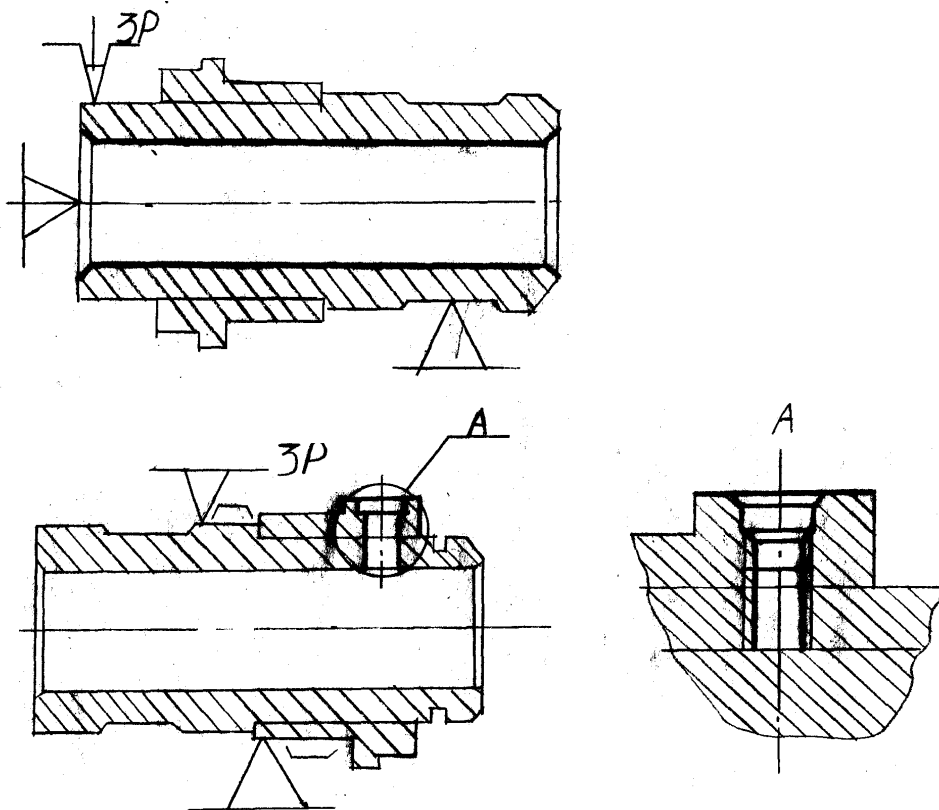
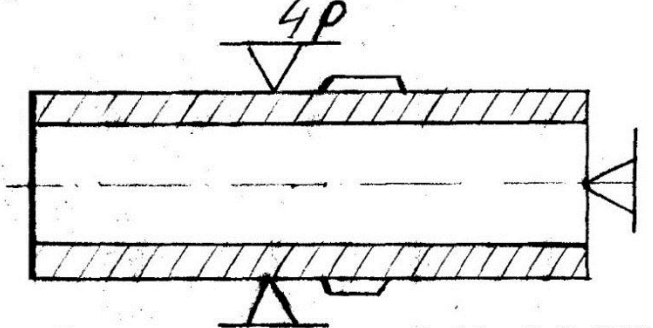
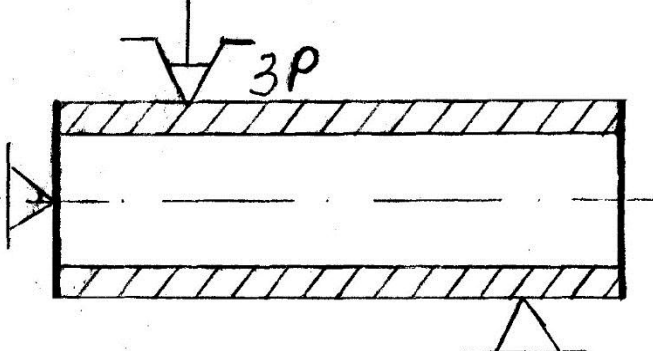


Рисунок 1.4 – Ескізи техпроцесу механічної обробки гільзи Ц42.110 – базовий варіант

					MP.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4.3 Техніко-економічне обґрунтування вибору проектного варіанту маршруту механічної обробки

Таблиця 1.5 – Маршрут проектно механічної обробки і зміст операцій

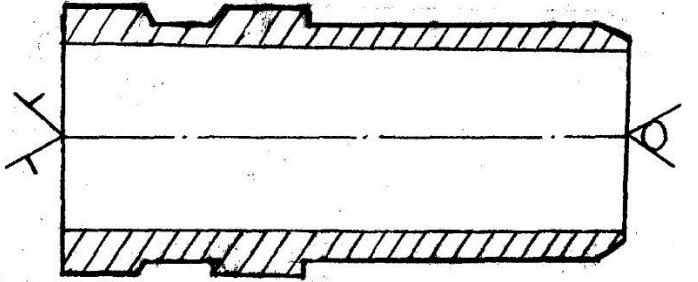
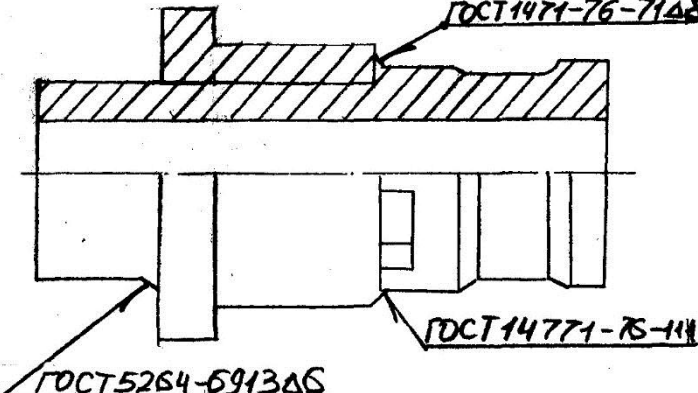
Номер, назва і зміст операцій	Тип і модель верстата	Характеристика пристрою	Схема базування
1	2	3	4
<p>005. Заготівельна</p> <p>Заготовка труби Ц42.110 поступає із заготівельного цеху порізаною в розмір 562h14(-1,8)</p>			
<p>010. Токарно-гвинторізна</p> <p>А. Встановити заготовку, закріпити</p> <p>1. Підрізати торець в розмір 562h14(-1,8)</p> <p>Б. Переустановити заготовку, закріпити. Зняти</p> <p>2. Підрізати торець в розмір 561h14(-1,8)</p>	<p>Токарно-гвинторізний моделі 1М63</p>	<p>Патрон 3-х кулачковий; люнет</p>	

МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ

Арк.

Змін.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	
МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	
Арк.	

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4
<p>015. Токарно-гвинторізна А. Встановити заготовку, закріпити. Зняти</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Точити поверхню $\varnothing 190h8(-0,072)$ 2. Точити поверхню $\varnothing 188h12(-0,46)$ довжиною $80^{+1,2}$ на довжину $27_{-1,0}$ від торця труби 3. Точити фаску $1 \times 45^\circ$ на $\varnothing 190h8$ 	<p>Токарно-гвинторізний моделі 1М63</p>	<p>Центр рифлений; центр обертовий</p>	
<p>020. Зварювальна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Зібрати деталі Ц42.111 – труба (1 шт.); Ц42.114 – втулка (1 шт.), Ц42.103 – вухо (4 шт.) у вузол згідно креслення вузла 2. Зварити вузол 	<p>Зварювальний пост Пристрій зварювальний</p>		

Змін.

Арк.

№ докум.

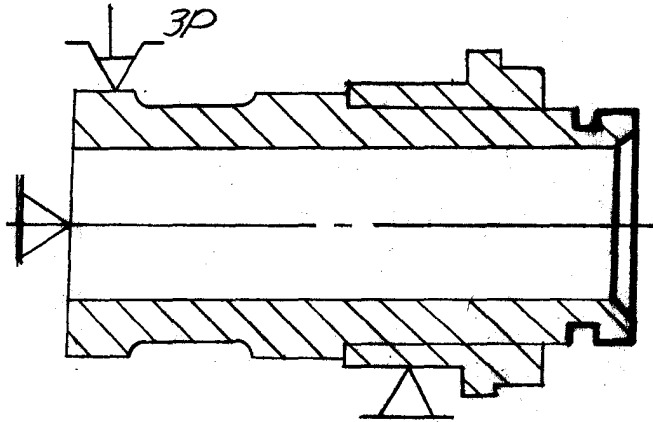
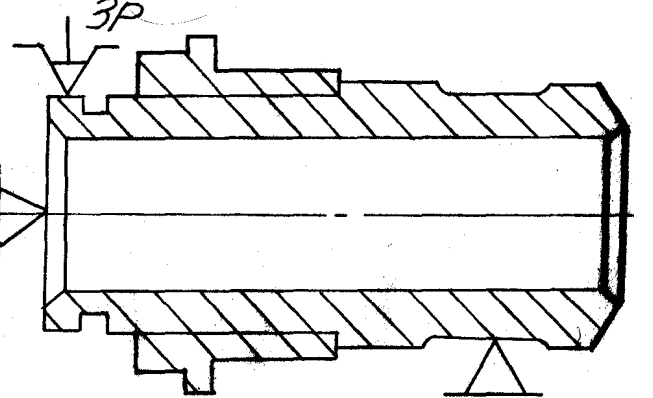
Підпис

Дата

МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4
<p>025. Токарно-гвинторізна</p> <p>А. Встановити вузол, закріпити. Зняти</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Підрізати торець в розмір 558,5h14 2. Розточити фаску під $30^{\circ} \pm 1^{\circ}$ в розмір 6h14_(-0,3) 3. Точити поверхню $\varnothing 188h12_{(-0,46)}$ в розмір 24,5h14_(-0,52) 4. Точити канавку b=12,5H14 до $\varnothing 175h8_{(-0,063)}$ в розмір 12h11_(-0,4) 5. Скруглити радіус R0.5 min на перехідній кромці фаски 6x30°±1° і $\varnothing 160H8$ 	Токарно-гвинторізний моделі 1М63	Патрон 3-х кулачковий (кулачки розточні)	
<p>030. Токарно-гвинторізна</p> <p>А. Встановити вузол, закріпити. Зняти</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Підрізати торець в розмір 558,5h14_(-1,8) 2. Розточити фаску 0,5x45° на $\varnothing 160H8$ 3. Точити фаску під 20° в розмір 178h14_(-1,0) 	Токарно-гвинторізний моделі 1М63	Цанга спеціальна, люнет	

Зм.

Арк.

№ докум.

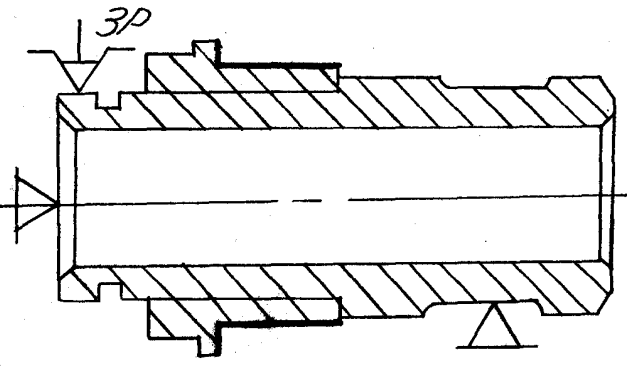
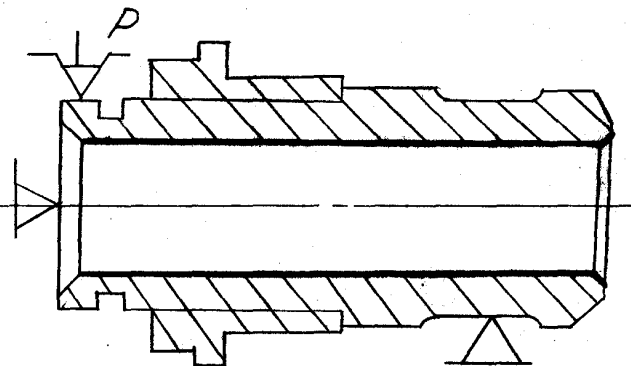
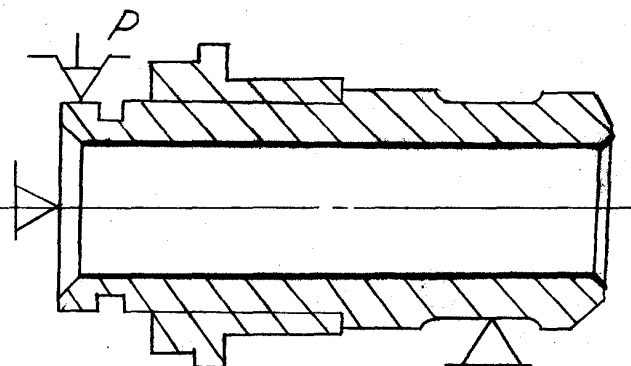
Підпис

Дата

МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ

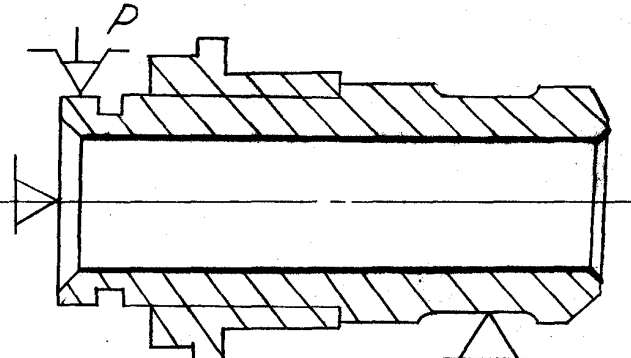
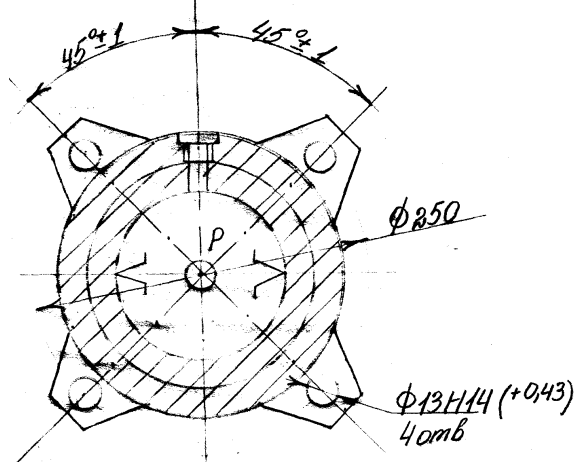
Арк.

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4
035. Токарно-гвинторізна А. Встановити вузол, закріпити. Зняти 1. Точити $\varnothing 205d11(-0.350_{-0.570})$ в розмір $75H14(+0.74)$ з одночасною підрізкою торця бурта в розмір $10_{-0,3}$	Токарно-гвинторізний моделі 1М63	Патрон, цанга спеціальна, люнет	
040. Токарно-гвинторізна А. Встановити вузол, закріпити. Зняти 1. Розточити отвір $\varnothing 160H8$ начорно напрохід	Токарно-гвинторізний моделі 1М63	Цанга спеціальна, люнет	
045. Токарно-гвинторізна А. Встановити вузол, закріпити. Зняти 1. Розточити отвір $\varnothing 160H8(+0.063)$ начисто напрохід	Токарно-гвинторізний моделі 1М63	Цанга спеціальна, люнет,	

Змін.	
Арк.	
№ док.м.	
Підпис	
Дата	

Продовження таблиці 1.5

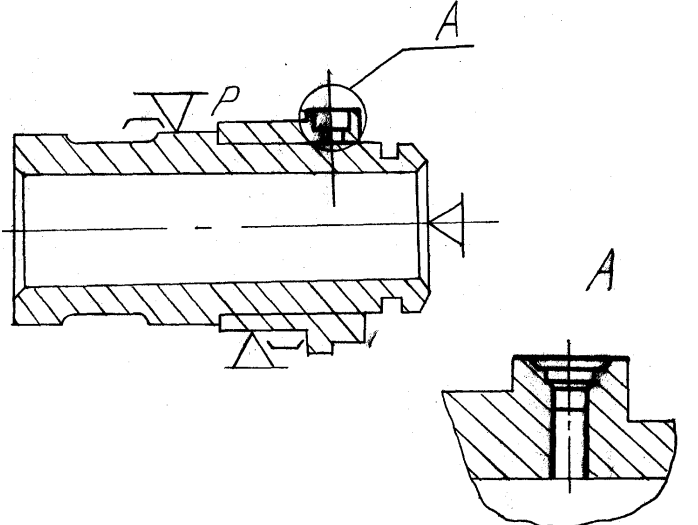
1	2	3	4
<p>050. Токарно-гвинторізна А. Встановити вузол, закріпити. Зняти 1. Розкатати отвір $\varnothing 160H8^{(+0,063)}$ начисто напрохід</p>	<p>Токарно-гвинторізний моделі 1М63</p>	<p>Цанга спеціальна, люнет, Розкатка роликів</p>	
<p>055. Вертикально-свердлильна А. Установити заготовку, закріпити. Зняти 1. Свердлити отвір $\varnothing 12,43^{+0,2}$ на прохід розмір $55 \pm 0,4$ 2. Зенкувати поверхню, витримавши розмір $11 \pm 0,2$ 3. Зенкерувати отвір $\varnothing 14H11$ в розмір $4 \pm 0,2$ 4. Зенкувати фаску під $30^\circ \pm 1^\circ$ $\varnothing 15,5h11^{(+0,11)}$ 5. Розвернути отвір $\varnothing 14,5H11^{(+0,11)}$ в розмір $4 \pm 0,2$ 6. Полірувати кромку $R0,4^{+0,2}$ на прохід і фаску $30^\circ \pm 1^\circ$ на $\varnothing 14,5H11$ 7. Нарізати різьбу $M14 \times 0,5-6H$ на глибину 13^{+1}</p>	<p>Вертикально-свердлильний моделі 2Н135</p>	<p>Кондуктор</p>	

МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ

Арк.	
------	--

Змін.
Арк.
№ докум.
Підпис
Дата

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4
<p>060. Радіально-свердлильна А. Встановити вузол, закріпити. Зняти 1. Свердлити послідовно 4 отв. $\varnothing 13H14^{+0,43}$ у вухах вузла на прохід</p>	<p>Вертикально-свердлильний моделі 2Н55</p>	<p>Кондуктор</p>	
<p>065. Слюсарна Зачистити задирки, притупити гострі кромки</p>	<p>Верстак слюсарний</p>		
<p>070. Контрольна Перевірити розміри деталі відповідно до креслення вузла</p>	<p>Стіл контролера ВТК</p>		

МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ

Арк.

В проектному варіанті пропонується обробку гільзи – отвір $\varnothing 160H8$ проводити на токарно-гвинторізному модернізованому верстаті моделі МН63 в наступній послідовності: чорнова розточна з використанням спеціальної борштанги, головки розточної; чистова розточна з використанням спеціальної борштанги і розкатки $\varnothing 160H8$. Змінивши послідовність операцій механічної обробки (точіння торців, фасок, канавок зовнішнього діаметра $\varnothing 188h12$) і залишивши в кінці токарних операцій обробку дзеркала гільзи методом розкатування, ми досягаємо високу і стабільну точність розміру гільзи $\varnothing 160H8$, шорсткість $Ra=0,63$ мкм.

Змінивши техпроцес механічної обробки та застосувавши на змінених операціях спеціальну оснастку і різальні інструменти ми значно зменшимо трудомісткість виготовлення вузла.

1.5 Розробка операційної технології

1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку і визначення технологічних розмірів

1.5.1.1 Розрахунок припусків на механічну обробку і визначення технологічних розмірів розрахунково-аналітичним методом на внутрішню поверхню 14 - $\varnothing 160H8$

Заготовкою труби Ц42.110 у відповідності до креслення вузла рекомендується Труба $\frac{194 \times 20 \text{ ГОСТ } 8732-70}{В35 \text{ ГОСТ } 8731-70}$ поріzana поштучно на довжину l .

Технологічний маршрут обробки отв. $\varnothing 160H8$ складається з 3-х технологічних переходів: чорнове розточування, чистове розточування і розкатка. Заготовка на даних операціях базується по чисто оброблених базах: поверхні 5 - $\varnothing 190H8_{(-0,072)}$ і базової поверхні $\varnothing 188h12_{(-0,46)}$ під люнет з упором в начисто оброблений торець поверхні 2.

					МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

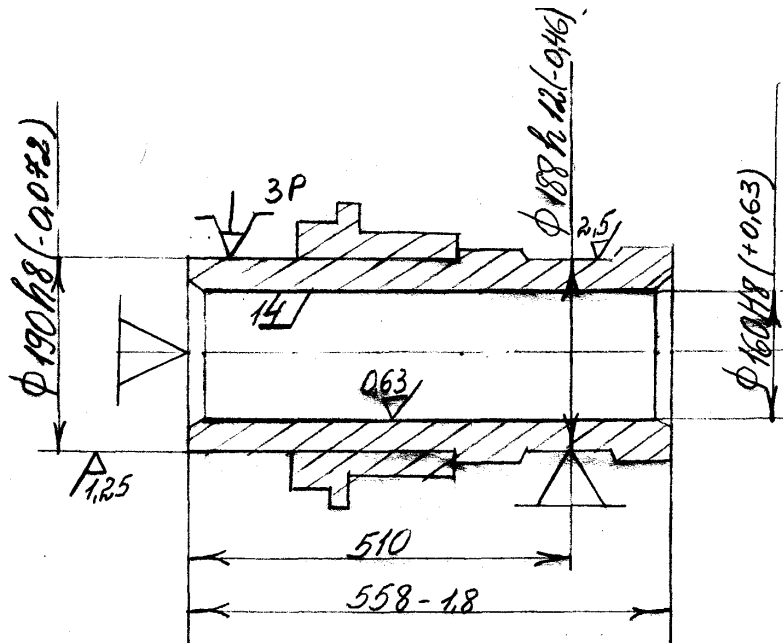


Рис. 1.5 - Ескіз і схема установки при обробці отвору $\text{Ø}160\text{H}8^{(+0,063)}$
гільзи Ц42.110

Розрахунок припусків на обробку отвору $\text{Ø}160\text{H}8^{(+0,063)}$ ведемо шляхом складання таблиці, в яку послідовно записуємо технологічний маршрут обробки отвору і всі значення елементів припуску.

Сумарне значення R_z і T , які характеризують якість поверхонь гарячекатаного прокату складає:

$$R_z = 300 \text{ мкм}; T = 400 \text{ мкм}; ([2]).$$

Після першого технологічного переходу:

$$R_z = 50 \text{ мкм}; T = 50 \text{ мкм}; - \text{ для чорнового розточування } ([2]),$$

$$R_z = 5 \text{ мкм}; T = 10 \text{ мкм}; - \text{ для чистового розточування } ([2]),$$

$$R_z = 0,5 \text{ мкм} - \text{ для розкатування роликовою розкаткою (калібрувати), } ([2]).$$

Сумарне значення просторових відхилень для заготовок даного типу при кріпленні в самоцентруючому патроні по зовнішньому діаметру з упором до торцевої поверхні:

$$\Delta_z = \sqrt{\Delta_{\text{кор}}^2 + \Delta_{\text{зм}}^2}$$

Короблення отвору слід враховувати як в діаметраотному, так і в осьовому січенні $\Delta_{\text{кор}} = \sqrt{(\Delta_{\text{к}}d)^2 + (\Delta_{\text{к}}l)^2} = \sqrt{(0,6 \cdot 160)^2 + (0,6 \cdot 558)^2} = 345 \text{ мкм}$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Питому кривизну заготовки знаходимо за табл. 4.8 с.71 [3]: $\Delta_k=0,6$ мкм/мм, де d і l – діаметр і довжина оброблюваного отвору.

$$\Delta_{зм} = ITe = 1800 \text{ мкм}; l = 558h14_{(-1,8)}$$

$$\text{Тоді: } \Delta_3 = \sqrt{345^2 + 1800^2} = 1832 \text{ мкм}$$

Величина залишкового просторового відхилення

$$\Delta_{заг} = k_y \cdot \Delta, ([2])$$

де k_y – коефіцієнт уточнення форми, визначаємо за ([2])

Величина залишкового просторового відхилення після чорнового розточування:

$$\Delta_1 = 0,06 \cdot 1832 = 110 \text{ мкм};$$

Після чистового розточування:

$$\Delta_2 = 0,04 \cdot 110 \approx 5 \text{ мкм};$$

після розкатування:

$$\Delta_3 = 0,002 \cdot 5 \approx 0,1 \text{ мкм};$$

Похибка базування:

$$\sum_1 = \sqrt{\sum \delta^2 + \sum z^2}$$

де $\sum \delta$ – похибка базування; $\sum z$ – похибка закріплення;

$$\sum \delta = 0,5D = 0,5IT_D = 0,5 \cdot 0,072 = 0,036 \text{ мм} = 36 \text{ мкм}, \text{ де } D = 190h8_{(-0,072)}.$$

Похибку закріплення заготовки визначаємо за табл. 4.10, с.75, [3];

$$\sum z = 250 \text{ мкм}$$

$$\sum_1 = \sqrt{36^2 + 250^2} = 253 \text{ мкм}$$

Залишкова похибка установки при чорновому розточуванні:

$$\sum_2 = 0,05 \sum_1 = 0,05 \cdot 253 = 13 \text{ мкм};$$

Залишкова похибка установки при чистовому розточуванні:

$$\sum_3 = 0,04 \sum_2 = 0,04 \cdot 13 = 0,5 \text{ мкм};$$

На основі записаних в таблиці даних проводимо розрахунок мінімальних значень міжопераційних припусків, користуючись основною формулою:

$$2Z_{min} = 2(R_{Zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \sum i^2}),$$

					МП.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $R_{Z_{i-1}}$, T_{i-1} та Δ_{i-1} – відповідно висота нерівностей, висота дефектного поверхневого шару і сумарне значення просторових відхилень для елементарної поверхні на попередньому переході; $\sum i$ – похибка установки при виконуючому переході.

Мінімальний припуск на розточування:

чорнове:

$$2Z_{min1} = 2(300 + 400 + \sqrt{1832^2 + 253^2}) = 2 \cdot 2519 = 5098 \text{ мкм};$$

чистове:

$$2Z_{min2} = 2(50 + 50 + \sqrt{110^2 + 13^2}) = 2 \cdot 210 = 420 \text{ мкм};$$

Мінімальний припуск на розкатування:

$$2Z_{min3} = 2(5 + 10 + \sqrt{5^2 + 0,5^2}) = 2 \cdot 20 = 40 \text{ мкм}$$

Графу «Розрахунковий розмір» (d_p) заповнюємо починаючи з кінцевого (в даному випадку розміру згідно креслення) розміру послідовним вирахуванням мінімального припуску кожного технологічного переходу.

Таким чином, маючи розрахунковий (креслярський) розмір, останнього переходу (в даному випадку – 160,063) для решти переходів отримуємо:

- для розточування чистового: $d_{p2} = 160.063 - 0.040 = 160.023 \text{ мм};$
- для розточування чорнового: $d_{p1} = 160,023 - 0,420 = 159,603 \text{ мм};$
- для заготовки: $d_z = 159,603 - 5,098 = 154,505 \text{ мм}.$

Значення допусків кожного переходу приймаються за таблицями у відповідності з квалітетом того чи іншого виду обробки.

В графі «Граничний розмір» найбільше значення (D_{max}) отримуємо на розрахункових розмірах округленим до точності допуску відповідного переходу.

Найменші граничні розміри (D_{min}) визначаються із найбільших граничних розмірів вирахуванням допусків відповідних переходів.

Мінімальні граничні значення припусків $Z_{max}^{гр}$ – відповідно різниці найменших граничних розмірів.

					МП.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.6 – Розрахункова таблиця аналітичного розрахунку припусків на обробку внутрішньої поверхні
 $\varnothing 160H8^{(+0,063)}$ труби Ц42.111 (гільзи Ц42.110)

Технологічні переходи обробки елементарної поверхні	Точність	Шорсткість, Ra	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2Z_{min}$, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск IT, мкм	Граничні розміри, мм		Граничні значення припусків, мкм		Прийнятий розмір, мм
			Rz	T	Δ	Σ				Dmin	Dmax	Z_{min}^{gp}	Z_{max}^{gp}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Заготовка			300	400	1832			154.505	400(± 200)	154.1	154.5			$\varnothing 154 \pm 0.2$
Розточування чорнове	12(H12)	20	50	50	110	253	5098	159.603	400	159.2	159.6	5100	5100	$\varnothing 159H12^{(+0,4)}$
Розточування чистове	9(H8)	25	5	10	5	13	420	160.023	63	159.96	160.023	577	760	$\varnothing 159H8^{(+0,063)}$
Розкатування	8(H8)	0,63	0.5	-	0.25	0.5	40	160.063	63	160.0	160.063	40	40	$\varnothing 160H8^{(+0,063)}$
Разом												5717	5900	

МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ

Арк.

Тоді для розкатування:

$$2Z_{min1}^{rp} = 160,063 - 160,023 = 0,040 \text{ мм};$$

$$2Z_{max1}^{rp} = 160 - 159.96 = 0.040 \text{ мм};$$

Для розточування чистового:

$$2Z_{min2}^{rp} = 159,023 - 159,6 = 0,577 \text{ мм};$$

$$2Z_{max2}^{rp} = 159,96 - 159.2 = 0.76 \text{ мм};$$

Для розточування чорнового:

$$2Z_{min3}^{rp} = 159,6 - 154,5 = 5,1 \text{ мм};$$

$$2Z_{max3}^{rp} = 159,2 - 154.1 = 5.1 \text{ мм};$$

Всі результати проведених розрахунків заносимо в розрахункову таблицю.

Загальні припуски Z_{omin} і Z_{omax} визначаємо сумуванням проміжних припусків і записуємо їх значення внизу відповідних граф:

$$2Z_{omin} = 5100 + 577 + 40 = 5717 \text{ мкм} = 5,717 \text{ мм}$$

$$2Z_{omax} = 5100 + 760 + 40 = 5900 \text{ мкм} = 5,90 \text{ мм}$$

Загальний номінальний припуск:

$$2Z_{оном} = 2Z_{omin} + EI_{заг} - EI_{дет} = 5717 + 200 - 63 = 5854 \text{ мкм} \approx 5,9 \text{ мм}$$

де $EI_{заг}$ і $EI_{дет}$ - відповідно верхні відхилення розміру заготовки і деталі.

$$D_{зном} = D_{дно} - 2Z_{оном} = 160 - 5,85 = 154,10 \text{ мм}$$

За ГОСТ 8732-70 – Труби сталеві безшовні гарячедеформовані вибираємо

Труба $\frac{194 \times 20 \text{ ГОСТ } 8732-70}{\text{В35 ГОСТ } 8731-70}$ з внутрішнім діаметром - $154 \pm 0,2$.

					МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

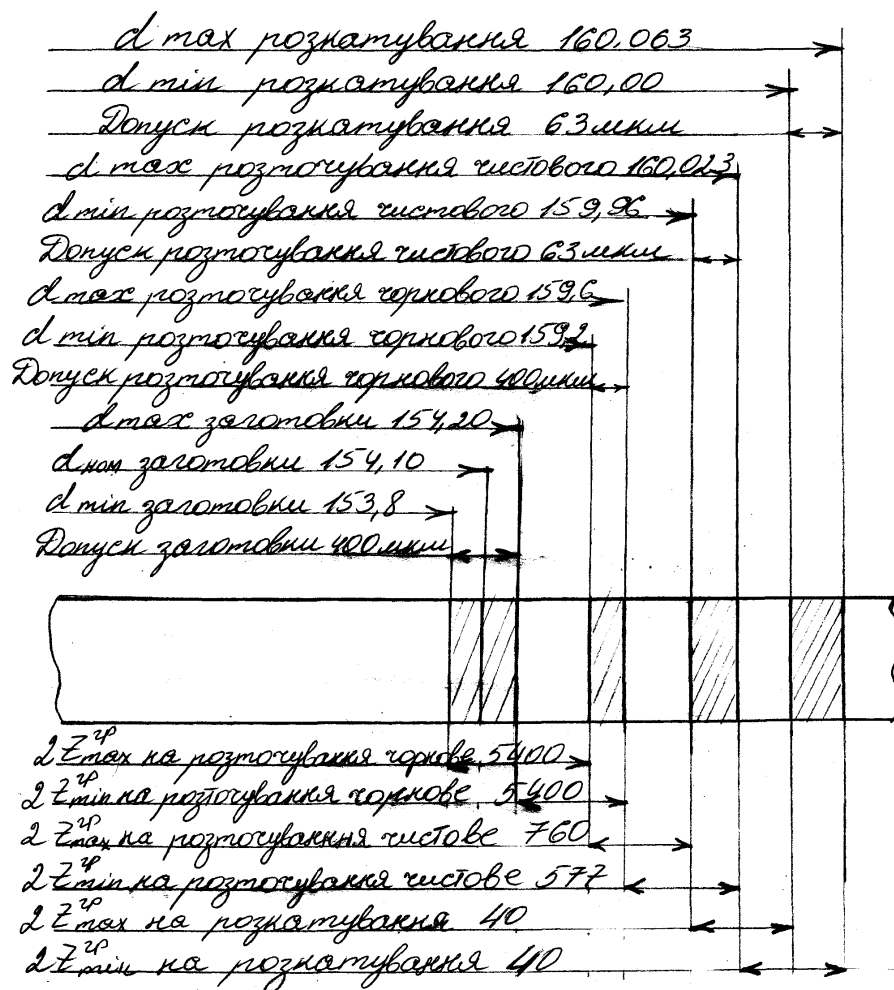


Рис. 1.6 - Схема графічного розміщення припусків і допусків на обробку отвору $\varnothing 160\text{H}8^{+0,063}$ труби Ц42.111

1.5.1.2 Розрахунок припусків на механічну обробку і визначення технологічних розмірів розрахунково-аналітичним методом на торцеві поверхні 2, 12 в розмір 558_{.1,8}

Технологічний маршрут обробки торцевих поверхонь 2, 12 складається із 3-х технологічних операцій: послідовне чорнове підрізання торців 2, 12; чистове підрізання торця 2; чистове підрізання торця 12.

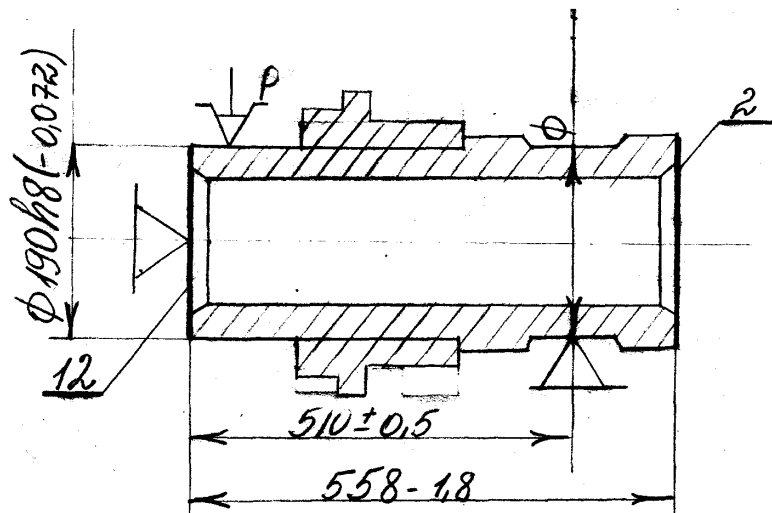
На першій технологічній операції – послідовне чорнове підрізання торців 2, 12 заготовка консольно кріпиться в 3-х кулачковому патроні і базується по

											Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	MP.ПМК-026.00.00.000 ПЗ						

чорновій необробленій поверхні $\varnothing 194 \pm 1,9$ з упором в опорний торець і на опори лунета на $\varnothing 194 \pm 1,9$ на довжині 510 мм;

при чистовому підрізання торця 2 заготовка консольно встановлюється в 3-х кулачковому патроні по поверхні $\varnothing 194 \pm 1,9$ з упором в торець і на опори лунета по $\varnothing 190h8(-0,72)$ на довжині 510 мм;

при чистовому підрізання торця 12 заготовка встановлюється в спеціальну цангу по чисто обробленій поверхні $\varnothing 190h8(-0,72)$ і на опори лунета по $\varnothing 188h12(0,46)$ на довжині 510 мм.



Ескіз і схема установки при обробці торців 2, 12 гільзи Ц42.110

Розрахунок припусків на обробку торців 2, 12 в розмір 558-1,8 ведемо шляхом складання таблиці, в яку послідовно записуємо технологічний маршрут обробки торців 2, 12.

Якість торцевої поверхні гарячекатаного прокату після різання по упору:

$$(Rz+T) = 200 \text{ мкм}, ([2])$$

Точність і якість торцевої поверхні після механічної обробки ([2]):

після підрізання чорнового: $T=60 \text{ мкм}$; $Rz = 60 \text{ мкм}$

після підрізання чистового: $T=30 \text{ мкм}$; $Rz = 30 \text{ мкм}$.

Сумарні значення просторових відхилень заготовок із прокату при консольному кріпленні прокату в самоцентруючих пристроях:

$$\rho_k = \Delta_k \cdot l; \quad ([3], \text{табл. 47, с.68})$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ

де Δ_k – питома кривизна заготовки (мкм) на 1 мм довжини;
 $\Delta_k = 1$ мкм/мм ([3], табл. 47, с.68);

l – довжина заготовки (мм) до точки упору елементів люнета ($l = 510$ мм)

$$\rho_k = 1 \cdot 510 = 510 \text{ мкм}$$

Величина залишкового просторового відхилення: після чорнової підрізки торця 2; 12

$$\Delta_{\text{заг}} = k_y \cdot \rho_k, \text{ ([2], табл. 31, с.202)}$$

$$\Delta_{\text{заг}} = 0,06 \cdot 0,510 = 0,0306 \text{ мм} = 30 \text{ мкм}; k_y = 0.06 \text{ ([2])},$$

Величина залишкового просторового відхилення: після чистової підрізки торця 2; 12

$$\Delta_{\text{заг}} = 0,04 \cdot 0,510 = 0,0204 \text{ мм} = 20 \text{ мкм}; k_y = 0.04 \text{ ([2])},$$

Похибка базування:

$$\Sigma_1 = \sqrt{\Sigma_6^2 + \Sigma_3^2},$$

де Σ_6 - похибка базування,

Σ_3 - похибка закріплення.

Похибка базування при базуванні по зовнішній поверхні в 3-х кулачковому патроні з упором в торець і затискній цанзі з упором в торець $\Sigma_6 = 0$, ([3], табл 36, с.76).

Похибка закріплення згідно ([3], табл. 4.10, с.75): $\Sigma_3 = 250$ мкм

$$\Sigma_1 = \sqrt{250^2} = 250 \text{ мкм} - \text{ для чорнового підрізання торців.}$$

$$\Sigma_2 = \sqrt{250^2} = 250 \text{ мкм} - \text{ для чистового підрізання торців.}$$

На основі записаних в таблиці даних проводимо розрахунок мінімальних значень міжопераційних припусків, користуючись основною формулою при обробці протилежних поверхонь при послідовній обробці:

$$Z_{i \text{ min}} = R_{z i-1} + T_{i-1} + \Delta_{i-1} + \Sigma_i,$$

де $R_{z i-1}, T_{i-1}, \Delta_{i-1}$ – відповідно висота нерівностей, висота дефектного поверхневого шару і сумарне значення просторових відхилень для елементарної поверхні на попередній операції;

					MP.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Σ_i – похибка установки при виконуючому переході.

Мінімальний припуск на підрізання торця:

чорнового 2; 12

$$Z_{\min 1} = Z_{\min 2} = 200 + 510 + 250 = 960 \text{ мкм,}$$

чистового 2; 12

$$Z_{\min 3} = Z_{\min 4} = 60 + 30 + 250 = 340 \text{ мкм,}$$

Графу «Розрахунковий розмір» (L_p) заповняємо починаючи з кінцевого (в даному випадку креслярського розміру) посоїдовним додаванням мінімального припуску технологічного переходу.

Таким чином, маючи розрахунковий розмір останнього переходу (в даному випадку 556,2) для решти переходів отримуємо:

для підрізання торця 2 чистового

$$l_{p3} = 556,2 + 0,340 = 556,54 \text{ мм;}$$

для підрізання торця 12 чорнового

$$l_{p2} = 556,54 + 0,340 = 556,88 \text{ мм;}$$

для підрізання чорнового торця 2

$$l_{p1} = 556,88 + 0,96 = 557,84 \text{ мм;}$$

для заготовки

$$l_3 = 557,84 + 0,96 = 558,8 \text{ мм.}$$

Значення допусків кожного переходу приймаються по таблицях у відповідності із квалітетом виду обробки.

В графі «Найменший граничний розмір» найменше значення (L_{\min}) отримуємо по розрахункових розмірах, округлених до точності допуску відповідного переходу.

Найбільше граничне значення (граничних) розмірів (L_{\max}) визначається додаванням допуску до округленого значення найменшого граничного розміру.

$$L_{\max 4} = 556,2 + 1,8 = 558,0 \text{ мм;}$$

$$L_{\max 3} = 556,5 + 1,8 = 558,3 \text{ мм;}$$

$$L_{\max 2} = 556,9 + 1,8 = 558,7 \text{ мм;}$$

					MP.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_{max1} = 557,8 + 1,8 = 559,6 \text{ мм};$$

$$L_{max3} = 558,8 + 1,2 = 560,6 \text{ мм};$$

Граничні значення припусків Z_{max}^{rp} визначаються як різниця найбільших граничних розмірів попереднього і виконуваного переходів.

Тоді для підрізання торця

$$Z_{max}^{rp} = 558,3 - 558,0 = 0,3 \text{ мм};$$

$$Z_{min}^{rp} = 556,5 - 556,2 = 0,3 \text{ мм};$$

$$Z_{max}^{rp} = 558,7 - 558,3 = 0,4 \text{ мм};$$

$$Z_{min}^{rp} = 556,9 - 556,5 = 0,4 \text{ мм};$$

$$Z_{max}^{rp} = 559,6 - 558,7 = 0,9 \text{ мм}.$$

$$Z_{min}^{rp} = 557,8 - 556,9 = 0,9 \text{ мм};$$

$$Z_{max}^{rp} = 560,6 - 559,6 = 1,0 \text{ мм};$$

$$Z_{min}^{rp} = 558,8 - 557,8 = 1,0 \text{ мм};$$

Всі результати виконаних розрахунків заносимо в таблицю 1.7.

Загальні припуски Z_{0min} і Z_{0max} визначаємо сумуванням проміжних припусків і заносимо їх значення внизу відповідних граф

$$Z_{0min} = 2600 \text{ мкм};$$

$$Z_{0max} = 2600 \text{ мкм}.$$

Номінальний припуск в даному випадку визначається з врахуванням несиметричного розміщення поля допуску заготовки:

$$Z_{0ном} = Z_{0min} + e_{i3} - e_{i_d} = 2600 + 1900 - 1800 = 2700 \text{ мкм} = 2,7 \text{ мм}$$

$$L_{pном} = L_{min} + Z_{0ном} = 556,2 + 2,7 = 558,9 \text{ мм}.$$

Номінальний розрахунковий розмір заготовки з допусками: $558,9_{-1,8}$.

Прийнятий розмір відповідно до рекомендацій ДСТУ 8981:2020 – $560_{-1,8}$.

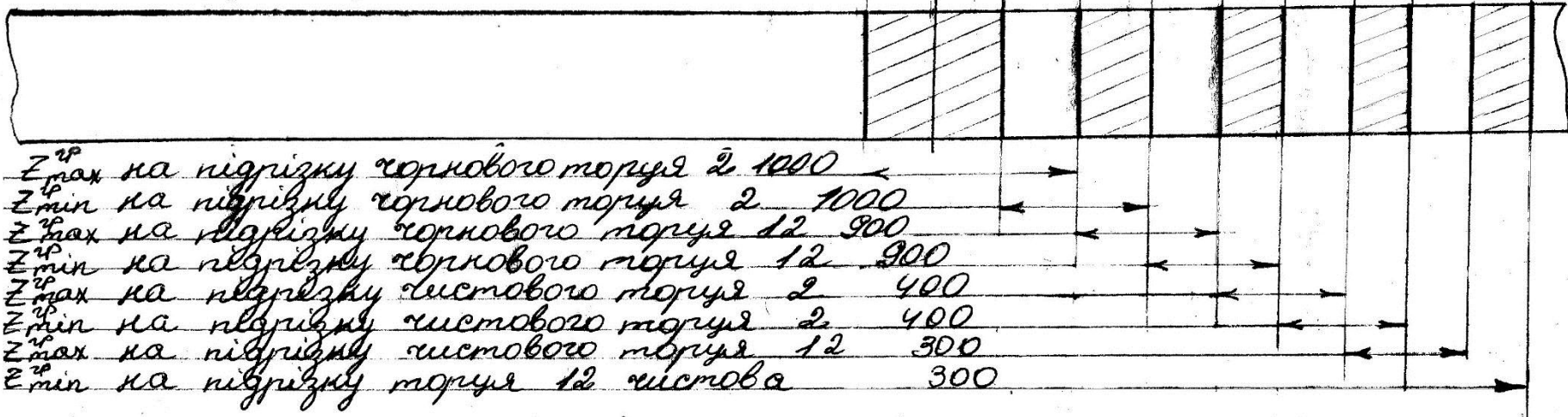
					МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змін.	
Арк.	
№ док.м.	
Підпис	
Дата	
МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	
Арк.	

Таблиця 1.7 – Розрахункова таблиця аналітичного розрахунку припусків на обробку торцевої поверхні 558_{-1,8} труби Ц42.111 (гільзи Ц42.110)

Технологічні переходи обробки елементарної поверхні	Точність	Шорсткість, Ra	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск 2Z _{min} , мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск IT, мкм	Граничні розміри, мм		Граничні значення припусків, мкм		Прийнятий розмір, мм
			Rz	T	Δ	Σ				Dmin	Dmax	Z _{min} ^{гр}	Z _{max} ^{гр}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Заготовка			200	200	510			558.8	1800	558.8	560.6			560 _{-1,8}
Підрізання торця 2 чорнове	h14	20	60	60	510	250	960	557.84	1800	557.8	559.6	1000	1000	559.6 _{-1,8}
Підрізання торця 12 чорнове	h14	20	60	60	30	250	960	556.88	1800	556.9	558.7	900	900	558.7 _{-1,8}
Підрізання торця 2 чистове	h14	5	30	30	30	250	340	556.54	1800	556.5	558.3	400	400	558.3 _{-1,8}
Підрізання торця 12 чистове	h14	5	30	30	20	250	340	556.2	1800	556.2	558.0	300	300	558 _{-1,8}
Разом												2600	2600	

Z_{\max} підрізка чистова торця 12 (558)
 Z_{\min} підрізка чистова торця 12 (556,2)
 Допуск на підрізку торця 12 (1800 мкм)
 Z_{\max} підрізка чистова торця 2 (558,3)
 Z_{\min} підрізка чистова торця 2 (556,5)
 Допуск підрізки торця 2 (1800)
 Z_{\max} підрізка чистова торця 2 (558,3)
 Z_{\min} підрізка чистова торця 2 (556,5)
 Допуск підрізки торця 2 (1800)
 Z_{\max} підрізка торця 2 корнове (559)
 Z_{\min} підрізка торця 2 корнове (557,8)
 Допуск підрізки торця 2 корнове (1800)
 $Z_{\max} \delta = 560,6$
 $Z_{\min} = 552,8$
 Допуск заготовки 1800



Z_{\max}^{CP} на підрізку корнового торця 2 1000
 Z_{\min}^{CP} на підрізку корнового торця 2 1000
 Z_{\max}^{CP} на підрізку корнового торця 12 900
 Z_{\min}^{CP} на підрізку корнового торця 12 900
 Z_{\max}^{CP} на підрізку чистового торця 2 400
 Z_{\min}^{CP} на підрізку чистового торця 2 400
 Z_{\max}^{CP} на підрізку чистового торця 12 300
 Z_{\min}^{CP} на підрізку торця 12 чистова 300

Рисунок 1.7 – Схема графічного розміщення припусків і допусків на послідовну обробку торців 2, 12 в розмір 558_{-1,8} гільзи Ц42.110

1.5.1.3 Розрахунок припусків і визначення технологічних розмірів дослідно-статистичним методом на решту поверхонь

Назначення припусків ведеться за таблицями довідкової літератури в порядку, зворотному до маршрутної технології механічної обробки поверхні.

Вибрані за таблицями проміжні припуски і визначені проміжні розміри зводимо в таблицю 1.8.

Таблиця 1.8 – Розрахунок припусків і проміжних технологічних розмірів (зовнішня поверхня $\varnothing 190h8_{(-0,072)}$)

Методи обробки поверхні	Точність	Шорсткість, Ra	Припуск, мм	Проміжні розрахункові розміри, мм	Проміжні розрахункові розміри з допусками, мм	Література
1	2	3	4	5	6	7
Точіння чистове	8(h8)	1,6	0,5	$\varnothing 190$	$\varnothing 190h8_{(-0,072)}$	
Точіння чорнове	11(h11)	10	1,5	$\varnothing 190,5$	$\varnothing 190,5h11_{(-0,29)}$	
Заготовка				$\varnothing 194$	$\varnothing 194 \pm 1,9$	ДСТУ 8938:2019

За ДСТУ 8938:2019 – труби сталеві безшовні гарячедеформовані вибираємо Труба $\frac{194 \times 20 \text{ ГОСТ } 8732-70}{\text{В35 ГОСТ } 8731-70}$, порізану поштучно в розмір $l = 560_{-1,8}$.

1.5.2 Розрахунок режимів різання

1.5.2.1 Розрахунок режимів різання на операцію 010 – Токарно-гвинторізну – послідовне чорнове підрізання торців 2, 12 в розмір $558,7_{-1,8}$.

Операція 010. Токарно-гвинторізна

Верстат: Токарно-гвинторізний моделі 1М63.

А. Встановити заготовку, закріпити.

Патрон 3-х кулачковий самоцентруючий. Люнет.

1. Підрізати торець в розмір $559,6_{-1,8}$

Б. Переустановити заготовку, закріпити. Зняти

2. Підрізати торець в розмір $558,7_{-1,8}$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Різець токарний підрізний відігнутий з пластинами із твердого сплаву Т15К6 за ГОСТ 18880-73;

Різець 2112-0065 Т15К6 -II ГОСТ 18880-73; НхВ=32х25; L=170 мм; $\phi=10^\circ$; $\phi_1=10^\circ$; $\alpha=8^\circ$; $\alpha_1 = 10^\circ$; $\gamma = 0$.

Вимірний інструмент: калібр-скоба 559,6_{-1,8} (перехід 1);
калібр-скоба 558,7_{-1,8} (перехід 2).

Перехід 1.

Режими різання

$t=560,5-559,6 = 0,9$ мм

Подача

$S_0 = 0.4 \dots 0.55$ мм/об ([6], карта 3, с.39)

Коректуємо подачу за паспортом верстату

$S_{0к} = 0,35$ мм/об.

Період стійкості інструменту $T = 60$ хв. ([5], с.268)

Швидкість різання

$$v = \frac{C_v}{T^{m \cdot t \cdot k \cdot s \cdot y}} K_v \quad ([5], \text{с.265}),$$

де C_v – коефіцієнт, m , x , y – показники степені.

$$C_v = 350; x = 0.15; y = 0.35; m=0.2 \quad ([5], \text{табл.17, с.269}),$$

K_v – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, який враховує конкретні умови різання.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \quad ([5], \text{с.268})$$

де K_{mv} – коефіцієнт, який враховує вплив матеріала заготовки;

K_{nv} - коефіцієнт, який враховує стан поверхні;

K_{uv} – коефіцієнт, який враховує матеріал різального інструменту.

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad ([5], \text{с.268}),$$

де σ_B – фактичні параметри, які характеризують оброблюючий матеріал, для якого розраховані сили різання.

K_r – коефіцієнт, який характеризує групу сталі зп оброблюваністю;

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

n_v – показник степеня.

$$K_r=1,0; n_v=1,0 \quad ([5], \text{табл.2, с.262}),$$

$$K_{mv} = 1,0 \left(\frac{750}{500}\right)^1 = 1,5; \quad K_{nv}=0,9 \quad ([5], \text{табл.5, с.263}),$$

$$K_{uv}=1,0 \quad ([5], \text{табл.6, с.263}),$$

$$K_v = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,35$$

$$v_p = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,9^{0,15} \cdot 0,35^{0,35}} 1,35 = 305 \text{ м/хв}$$

Частота обертання шпінделя

$$n = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 305}{3,14 \cdot 194} = 500 \text{ об/хв}$$

Коректуємо частоту обертання шпінделя за паспортними даними верстата:

$$n_d = 315 \text{ об/хв.}$$

Дійсна швидкість різання:

$$v_d = \frac{\pi D n_d}{1000} = \frac{3,14 \cdot 194 \cdot 315}{1000} = 191 \text{ м/хв}$$

Потужність, затрачена на різання

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z \cdot v_d}{60 \cdot 102}, \quad ([5], \text{с.271})$$

$$P_z = 10 C_{P_z} t^{x_{p_z}} S^{y_{p_z}} v^{n_{p_z}} K_{p_z}, \quad ([5], \text{с.271})$$

C_{P_z} – коефіцієнт; x_{p_z} , y_{p_z} , n_{p_z} – показники степенів;

$$C_{P_z} = 300; x_{p_z}=1,0; y_{p_z} = 0,75; n_{p_z} = -0,15, \quad ([5], \text{табл.22, с.273})$$

K_{p_z} – поправочний коефіцієнт на силу різання

$$K_{p_z} = K_{m_p} K_{\gamma_p}, \quad ([5], \text{с.271})$$

$$K_{m_p} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{n_p}, \quad ([5], \text{табл.9, с.264})$$

$$n_p=0,75, \quad ([5], \text{табл.9, с.264})$$

$$K_{m_p} = \left(\frac{500}{750}\right)^{0,75} = 0,74.$$

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 13^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,74 = 10 \cdot 0,0345 \cdot 169 \cdot 0,276 \cdot 0,74 = 12 \text{ Нм } (\approx 1,2$$

кГс)

Потужність, затрачена на різання

$$N_{\text{різ}} = \frac{M_{\text{кр}} n}{9750}, \quad ([5], \text{с.280})$$

де n – частота обертання шпінделя

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$N_{\text{різ}} = \frac{12 \cdot 400}{9750} = 0,49 \text{ кВт}$$

Перевірка потужності приводу верстату:

Обробка можлива, якщо $N_{\text{різ}} \leq N_{\text{шп}}$

Потужність на шпинделі верстату $N_{\text{шп}} = N_{\text{м}} \eta$

Для верстата 2Н55 $N_{\text{м}} = 4 \text{ кВт}$; $\eta = 0,8$.

$$N_{\text{шп}} = 4 \cdot 0,8 = 3,2 \text{ кВт}$$

$0,49 < 3,2$ – тобто обробка можлива.

За потужністю верстат моделі 2Н55 працездатний.

Основний машинний час на операцію

$$T_0 = \frac{L}{nS} \cdot i, \text{ хв.}$$

де $L = l + l_1 + l_2$, мм;

$$l = 8 \text{ мм};$$

$$l_1 + l_2 = 6 \text{ мм, ([6], додаток 4, арк.2, с.374);}$$

$$L = 8 + 6 = 14 \text{ мм.}$$

$i = 4$ – кількість отворів, які необхідно просвердлити.

$$T_0 = \frac{8}{400 \cdot 0,2} \cdot 4 = 0,4 \text{ хв.}$$

Для обробки вибираємо радіально-свердлильний верстат моделі 2Н55

Таблиця 1.10 – Паспортні дані радіально-свердлильного верстату моделі 2Н55

Найбільший діаметр свердління по сталі, мм	50
Віддаль від осі шпинделя до колони А, мм	1600
Віддаль від торця шпинделя до плити Б, мм	1600
Конус Морзе шпинделя	N5
Найбільше вертикальне переміщення шпинделя В, мм	350
Число ступеней швидкості	21
Частота обертання шпинделя, хв ⁻¹	20..2000
Число ступеней подачі	12
Подача шпинделя, мм/об	0,056..2,5
Потужність електродвигуна, кВт	4

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

1.5.3 Розрахунок режимів різання нормативним методом

Розрахунок режимів різання зводимо в таблиці:

- Розрахунок подачі в таблицю
- Розрахунок швидкості різання та основного часу в таблицю

Операція 035. Токарно гвинторізна.

Верстат: Токарно-гвинторізний моделі 1М63.

А. Встановити вузол, закріпити. Зняти

Цанга спеціальна. Люнет

1. Точити $\varnothing 205d11$ (${}_{-0,570}^{-0,350}$) в розмір $75H14$ (${}^{+0,74}$) з підрізкою торця в розмір $10_{-0,3}$

Різець токарний прохідний упорний з пластинами із твердого сплаву Т15К6 за ГОСТ 18879-73;

Різець 2103-0075 Т15К6 -II ГОСТ 18879-73; НхВ=32х25; L=200 мм; $\phi=90^\circ$; $\phi_1=10^\circ$; $\alpha=8^\circ$; $\alpha_1=10^\circ$; $\gamma=10^\circ$.

Вимірний інструмент: калібр-пробка $\varnothing 205d11$.

Глибина різання:

$$t = \frac{D-d}{2} = \frac{205,5-205}{2} = 0,25 \text{ мм.}$$

Подача

$$S_0 = 0,4 \dots 0,55 \text{ мм/об ([6], карта 3, с.39)}$$

Поправочний коефіцієнт на подачу рівний одиниці.

Коректуємо подачу за паспортними даними верстата:

$$S_{0д} = 0,3 \text{ мм/об}$$

Швидкість різання

$$v_{\text{табл}} = 208 \text{ м/хв; ([6], карта 6, арк.2, с.46-47)}$$

$$K_{uv}=1,0, K_{nv}=1,0 \text{ ([6], карта 6, арк.2, с.46-47)}$$

$$v_p = v_{\text{табл}} K_{uv} K_{nv} = 208 \cdot 1 \cdot 1 = 208 \text{ м/хв}$$

Частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 208}{3,14 \cdot 205,5} = 322 \text{ об/хв.}$$

Коректуємо частоту обертання шпинделя за паспортними даними верстата:

$$n_{\text{кор}} = 315 \text{ об/хв.}$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дійсна швидкість різання:

$$v_d = \frac{\pi D n_d}{1000} = \frac{3,14 \cdot 205,5 \cdot 315}{1000} = 203 \text{ м/хв}$$

Потужність різання

$$N_{\text{різ}} = 2,0 \text{ кВт}, \quad ([6], \text{ карта } 7, \text{ арк.2, с. 48-49})$$

Поправочні коефіцієнти на потужність різання дорівнюють одиниці.

$$N_{\text{різ}} < N_e$$

$$2,0 < 13 \cdot 0,8 = 10,4 \text{ кВт}$$

Основний машинний час на операцію:

$$T_0 = \frac{L}{nS} \cdot i, \text{ хв.}$$

де $L = l + l_1 + l_2$, мм;

$$l = 75 \text{ мм};$$

$$l_1 + l_2 = 3 \text{ мм}, \quad ([6], \text{ додаток } 4, \text{ арк.1, с.373});$$

$$L = 75 + 3 = 78 \text{ мм.}$$

$i = 1$ – кількість проходів.

$$T_0 = \frac{78}{315 \cdot 0,3} \cdot 1 = 0,83 \text{ хв.}$$

Паспортні дані верстату моделі 1М63 представлені в операції 010.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок режимів різання на інші операції

Таблиця 1.11 – Розрахунок подачі

№ операції	Зміст операції, переходів	№ оброб. пов.	Назва	Матеріал	Геометричні параметри	t, мм	S, мм/об	Ks	S, мм/об
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
015	1. Точити поверхню $\varnothing 190,5h11$ в розмір $145,5h14$	5	Різець прямий прохідний	T15K6	$\phi=90^\circ$; $\phi_1=10^\circ$; $\alpha=8^\circ$; $\alpha_1 = 10^\circ$; $\gamma = 10^\circ$	1,75	0,4-0,55	1,0	0,4-0,55
	2. Точити поверхню $\varnothing 190$ в розмір $145,5h14$	5	Різець прямий прохідний	T15K6	$\phi=90^\circ$; $\phi_1=10^\circ$; $\alpha=8^\circ$; $\alpha_1 = 10^\circ$; $\gamma = 10^\circ$	0,25	0,25-0,3	10	0,25-0,3
	3. Точити поверхню $\varnothing 188h12(-0,46)$ витримавши розміри $80+1,2$, $27-1,0$ за 2 проходи	23	Різець прямий прохідний	T15K6	$\phi=45^\circ$; $\phi_1=45^\circ$; $\alpha=8^\circ$; $\alpha_1 = 10^\circ$; $\gamma = 10^\circ$	2,75/0,25	0,25-0,3	1,0	0,25-0,3
	4. Точити фаску $1 \times 45^\circ$ на $\varnothing 190h8$	24	Різець прямий прохідний	T15K6	$\phi=45^\circ$; $\phi_1=45^\circ$; $\alpha=8^\circ$; $\alpha_1 = 10^\circ$; $\gamma = 10^\circ$	1	м.р	-	м.р
025	1. Підрізати торець в розмір $558,3-1,8$	2	Різець підрізний	T15K6	$\phi=10^\circ$; $\phi_1=10^\circ$; $\alpha=8^\circ$; $\alpha_1 = 10^\circ$; $\gamma = 10^\circ$	0,4	0,25-0,3	1,0	0,25-0,3
	2. Розточити фаску під $30^\circ \pm 1^\circ$ в розмір $6h14(-0,3)$	3	Різець розточний	T15K6	$\phi=60^\circ$; $\alpha=8^\circ$; $\gamma = 10^\circ$	3,46	0,16-0,18	1,0	0,16-0,18
	3. Точити поверхню $\varnothing 188h12(-0,46)$ в розмір $24,5h14$	4	Різець прямий прохідний	T15K6	$\phi=90^\circ$; $\alpha=10^\circ$; $\gamma = 10^\circ$	1,0	0,25-0,3	1,0	0,25-0,3
	4. Точити канавку $b=12,5H14$ до $\varnothing 175h8(-0,063)$ в розмір $12h11$	1	Різець канавочний	T15K6	$\phi=100^\circ$; $\alpha=10^\circ$; $\gamma = 10^\circ$	12,5	0,16-0,18	1,0	0,16-0,18
030	1. Підрізати торець в розмір $558-1,8$	12	Різець підрізний	T15K6	$\phi=10^\circ$; $\phi_1=10^\circ$; $\alpha=10^\circ$; $\gamma = 10^\circ$	0,4	0,25-0,3	1,0	0,25-0,3
	2. Розточити фаску $3,5 \times 45^\circ$ в отв. $\varnothing 154$	13	Різець фасочний	T15K6	$\phi=10^\circ$; $\phi_1=10^\circ$; $\alpha=10^\circ$; $\gamma = 10^\circ$	3,5 1,0	0,16-0,18	1,0	0,16-0,18
	3. Точити фаску під $20^\circ \pm 2^\circ$ до $\varnothing 178h14$	11	Різець прямий прохідний	T15K6	$\phi=70^\circ$; $\phi_1=20^\circ$; $\alpha=18^\circ$;	8	0,16-0,18	1,0	0,16-0,18

Арк.

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Продовження таблиці 1.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
040	Розточити отвір на прохід $\varnothing 159,2H12^{(+0,4)}$	14	Різець розточний	T15K6	$\phi=45^\circ$; $\phi_1=45^\circ$; $\alpha=10^\circ$; $\gamma=10^\circ$	2,6	0,4-0,55	10	0,4-0,55
045	Розточити отвір на прохід $\varnothing 159,96H8^{(+0,063)}$	14	Різець розточний	T15K6	$\phi=45^\circ$; $\phi_1=45^\circ$; $\alpha=10^\circ$; $\gamma=10^\circ$	0,76	0,4-0,55	10	
050	1. Розкатати отвір на прохід $\varnothing 160$	14	розкатка	Ролик сталь ШХ15 ГОСТ 801-60		0,02	2,0-/2,5	1,0	2,0-2,5
060	1. Свердлити отвір на прохід, витримавши розмір $\varnothing 12,43+0,2$ 55±4	17	Свердло 2301-0040 ГОСТ 10903-77	P6M5	$2\phi=118^\circ$; $\alpha=15^\circ$; $\omega=30^\circ$	6,25	0,15-0,19	1,0	0,15-0,19
	2. Зенкувати поверхню витримавши розмір 105±0,2	22	Зенковка	T15K6	$2\phi=118^\circ$; $\alpha=10^\circ$; $\gamma=10^\circ$	4,5	0,10-0,15	1,0	0,10-0,15
	3. Зенкерувати отвір в розмір $\varnothing 14H11^{(+0,11)}$ 4±0,2	16	Зенкер	T15K6	$\phi=45^\circ$; $\phi_1=30^\circ$; $\alpha=10^\circ$; $\gamma=20^\circ$	0,75	0,5-0,6	1,0	0,5-0,6
	4. Зенкувати фаску під $30^\circ \pm 1^\circ$ до $\varnothing 15,5H11^{(+0,11)}$	15	Зенковка $30^\circ \pm 1^\circ$	P6M5	$2\phi=60^\circ$; $\alpha=10^\circ$; $\gamma=10^\circ$	0,5	м.р.		м.р.
	5. Розвернути отвір в розмір $\varnothing 14,5H11^{(+0,11)}$ 4±0,2	16	Розвертка $\varnothing 14,5$	T15K6	$2\phi=45^\circ$; $\alpha=8^\circ$; $\gamma=0^\circ$; f=0.2	0,25	0,9	1,0	0,9
	6. Полірувати кромку $R0,4^{+0,2}$ в розмір 4±0,2	20	Наконечник	Паста ГОИ			м.р.		м.р.
	7. Нарізати різьбу $M14 \times 1,5-6H$ на глибину 13 ⁺¹	17	Мітчик $M14 \times 1,5$ кл.2	P6M5	$\phi=6^\circ$; $\alpha=8^\circ$; $\gamma=15^\circ$	0,812	1,5	1,0	2,0

Арк.

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Таблиця 1.12 – Розрахунок режимів різання та основного часу

№ оп.	№ пов	D або B	Швидкість різання, м/хв										S мм/об	N _p хв ⁻¹	N _{різ} кВт	N _e кВт	i	l мм	l ₁₊₂ мм	l _{дод} мм	L мм	T _о хв
			Джерело			V _H	K _{MV}	K ₁	K ₂	Джерело	V _p м/хв	V м/хв										
			N	Карта табл	ст																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
015	5	194	6	6	46-47	212	1,0	1,0	0,8	б, к.б, с.46-47	163,6	152	0,4	250	3,1	10,4	1	145,5	3,5	0	149	1,49
	5	190,5	6	6	46-47	212	1,0	1,0	1,0	б, к.б, с.46-47	212	188	0,26	315	1,2	10,4	1	145,5	3,5	0	149	1,82
		194	6	6	46-47	212	1,0	1,0	0,8	б, к.б, с.46-47	169,6	152	0,30	250	3,1	10,4	2	80	2	0	82	2,19
		190	6	6	46-47	212	1,0	1,0	1,0	б, к.б, с.46-47	212	188	м.р.	315	1,2	10,4	1	1,0	2	0	3	0,10
025	2	190	6	6	46-47	212	1,0	1,0	1,0	“-	212	188	0,26	315	1,0	10,4	1	18	5	0	24	0,29
	3	171	6	6	46-47	212	1,0	1,0	0,8	“-	169,6	169	0,15	315	3,5	10,4	1	3,5	3,5	0	7	0,15
	4	190	6	6	46-47	212	1,0	1,0	1,0	“-	212	188	0,26	315	1,0	10,4	1	24,5	3,5	0	28	0,34
	1	188	6	6	46-47	212	1,0	1,0	1,0	“-	212	186	0,15	315	4,5	10,4	1	6,5	3,5	0	10	0,21
030	12	194	6	6	46-47	212	1,0	1,0	1,0	“-	212	192	0,26	315	1,0	10,4	1	20	6	0	26	0,32
	13	161	6	6	46-47	212	1,0	1,0	0,8	“-	169,6	159	0,14	315	4,5	10,4	1	3,5	3,5	0	7	0,16
	11	194	6	6	46-47	212	1,0	1,0	0,8	“-	169,6	152	0,14	250	4,5	10,4	1	8	3	0	11	0,32
040	14	159,2	6	6	46-47	169	1,0	1,0	0,8	“-	135	125	0,34	250	4,1	10,4	1	558	6	0	564	6,64
045	14	159,9 6	6	6	46-47	169	1,0	1,0	1,0	“-	169	158	0,30	315	1,0	10,4	1	558	6	0	564	5,97
050	14	160	7	Д-1	244-247	50	1,0	1,0	1,0	7, к.Д-1, с.244-247	50	50	2,28	100	4,5	10,4	1	558	0	50	608	2,67

МР.ІПМК-026.00.00.000 ПЗ

Арк.

Змн.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	
МР.ІПК-026.00.00.000 ПЗ	
Арк.	

Продовження таблиці 1.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
060	17	14,5	6	42	104-105	27,5	1,0	1,0	1,0	6, к.42, с.104-105	27,5	22,8	0,14	500	1,0	3,2	1	29,5	6,5	0	36	0,52
	22	40	7	C-3	115	22	1,0	1,0	1,0	7, C-3, с.116	22	22	0,1	180	2,75	3,2	1	4,5	2,5	0	7	0,39
	15	14	6	75	138-139	32,5	1,0	1,0	1,0	6, к.42, с.104-105	32,5	31,2	0,28	710	1,7	3,2	1	4	3	0	7	0,05
	15	15,5	7	C-3	115	22	1,0	1,0	1,0	7, C-3, с.116	22	17,3	м.р	355	1,7	3,2	1	0,5	2,5	0	3	0,08
	16	14,5	6	81	146	10	1,0	1,0	1,0	6, к.42, с.104-105	10	8,2	0,28	180	0,4	3,2	1	4	3	0	7	0,14
	20	14,5	7	C-3	115	22	1,0	1,0	1,0	7, C-3, с.116	28	22,7	м.р	500	0,1	3,2	1	0,4	1,6	0	2	0,2
	17	14	6	82	147	14,5	1,0	1,0	0,8	6, к.42, с.104-105	11,6	11	1,5	250	0,72	3,2	1	10	6	0	16	0,10

Паспортні дані токарно-гвинторізного верстату моделі 1М63 приведені в операції 010, паспортні дані радіально-свердлильного верстату моделі 2Н55 приведені в операції 055.

Паспортні дані вертикально-свердлильного верстату моделі 2Н135 приводимо в таблиці 1.13.

Таблиця 1.13 – Паспортні дані вертикально-свердлильного верстату моделі 2Н135

Найбільший діаметр свердління по сталі, мм	35
Віддаль від центра шпінделя до вертикальних напрямних, мм	300
Віддаль від торця шпінделя до стола, мм	0..750
Конус Морзе шпінделя	№4
Кількість ступенів частот обертання шпінделя	12
Частота обертання шпінделя, хв-1	31,5..1400
Найбільше переміщення шпінделя, мм	250
Кількість ступенів подач	12
Подача шпінделя, мм/об	0,10..0,60
Розміри стола, мм	450x500
Розміри Т-подібного пазу, мм: ширина	18
розмір під головку болта	14x30
Кількість пазів	2
Потужність електродвигуна, кВт	4,0
Коефіцієнт корисної дії	0,8
Найбільше зусилля подачі, Н	1600

					МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5.4 Аналіз точності обробки

Початкові дані:

Обробляємо циліндричну поверхню $\varnothing 205d11$. На партії гільз Ц42.110 на токарно-гвинторізному верстаті моделі 1М63. Матеріал деталі – Сталь 35; $\sigma_B=500$ МПа. Заготовка кріпиться в самоцентруючому патроні з упором в торець з підтримуванням опорами люнету на довжині 510 мм.

Інструмент: прохідний різець, оснащений пластинкою твердого сплаву Т15К6 з геометрією різальної частини: $\phi=90^\circ$; $\phi_1=10^\circ$; $r=2$ мм; $\gamma=10^\circ$; $\alpha=8^\circ$; $\lambda=0^\circ$. Обробку ведуть на задалегідь настроєному верстаті, настроювання здійснюють методом пробних деталей з використанням мікрометра важільного МРМ за ГОСТ 4381-80 з діапазоном виміру 150-300 мм та ціною поділки 0,002 мм.

Приводимо ескіз обробки:

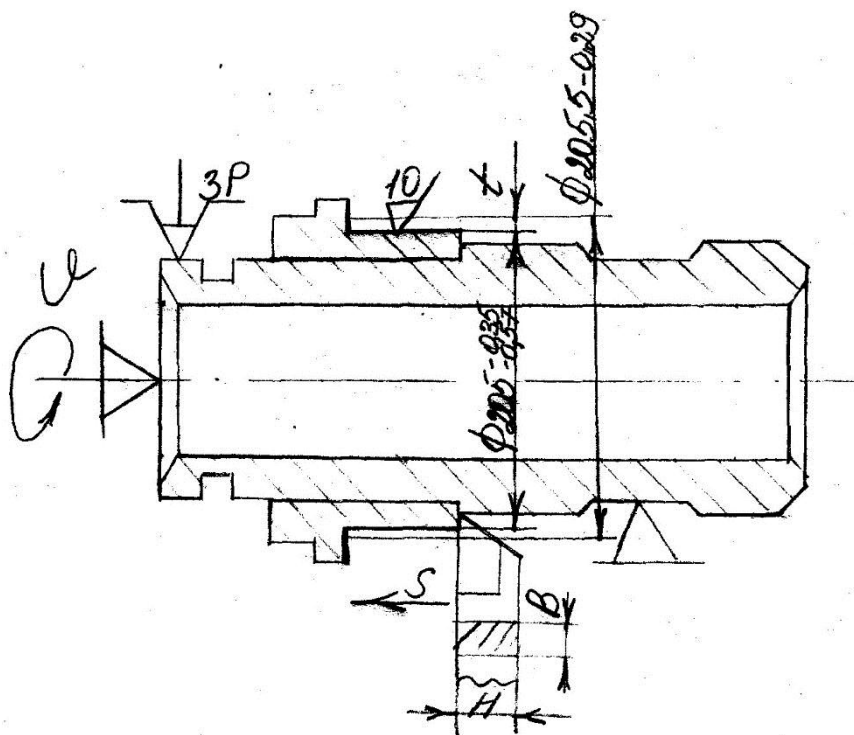


Рисунок 1.8 – Ескіз обробки

Верстат токарно-гвинторізний моделі 1М63;

Різець прохідний прямий, оснащений пластинкою твердого сплаву Т15К6; геометрія різальної частини: $\phi=90^\circ$; $\phi_1=10^\circ$; $r=2$ мм; $\gamma=10^\circ$; $\alpha=8^\circ$; $\lambda=0^\circ$. Режими різання: $v=203$ м/хв.; $S=0,3$ мм/об.

						МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Основними похибками, що виникають при обточуванні циліндричної поверхні і впливають на точність її радіуса – замикаючої ланки технологічного розмірного ланцюга – є [2]:

Δ_b – похибка форми від геометричної неточності верстата в радіальному напрямку; Δ'_b зумовлена радіальним биттям шпинделя, напрямними станини в горизонтальному напрямку. Ця похибка постійна.

Δ_n – похибка настроювання системи ВПД на отримання заданого розміру. При багаторазовому настроюванні вона має випадковий характер прояву в часі;

Δ_y – похибка від зміни величини деформації системи ВПД внаслідок змін сил різання від t_{max} до t_{min} і зміною механічних властивостей оброблюваного матеріалу. Враховуючи надійне кріплення заготовки в самоцентруючому патроні з установкою на опори люнета і коротку довжину обробки можна знехтувати зміною податливості системи по довжині обробки. Δ_y – випадкова похибка.

Δ_i – похибка від розмірного спрацювання інструменту – різця. Береться зі знаком «+», систематично закономірно змінна.

Δ_T – похибка від теплової деформації різця, береться із знаком «-», систематична закономірно змінна.

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

Формули для розрахунку похибок, значення параметрів, від яких залежать похибки та джерела інформації, а також результати розрахунку похибок зведені в таблицю 1.15.

					МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.15 – Розрахунок похибок обробки $\varnothing 205_{-0,350}^{-0,570}$

Формули та розрахунок похибки обробки (на радіус)	Параметри, що впливають на похибку обробки	Значення параметрів та джерело інформації
1	2	3
$\Delta'_{BR} = \frac{a'}{2} = \frac{0,010}{2} = 0,005 \text{ мм}$ $\Delta''_{BR} = \frac{a''}{2} = \frac{0,030}{2} = 0,015 \text{ мм}$	a' – постійність діаметра зразка в поперечному перетині, мм a'' – постійність діаметра зразка в поздовжньому перетині, мм	$a'=0,010$ мм $a''=0,030$ мм; [4 табл.9, с.43]
$\Delta_{BR} = \Delta'_{BR} + \Delta''_{BR} = 0,005 + 0,015 = 0,020 \text{ мм}$		
$\Delta_{HR} = \sqrt{\left(\frac{\Delta_{ВИМ}}{2}\right)^2 + \Delta_p^2} = \sqrt{\left(\frac{0,012}{2}\right)^2 + 0,005^2} = 0,053 \text{ мм}$	$\Delta_{ВИМ}$ – похибка вимірювання, мм; Δ_p – похибка регулювання положення різця, мм	$\Delta_{ВИМ}=0,012$ мм [4 табл.20, с.567] $\Delta_p = 0,05$ мм (регулювання здійснюється за допомогою лімба)
$\Delta_{yR} = 1,1 C_p S^{Y_{py}} v^{n_{py}} K_p \left(t_{max}^{X_{py}} - t_{min}^{X_{py}} \right) w = 1,1 \cdot 243 \cdot 0,3^{0,6} \cdot 203^{-0,3} (1,07^{0,9} - 0,56^{0,9}) 0,62 \cdot 0,0365 = 2,26 \text{ мкм} \approx 0,003 \text{ мм}$	t_{max}, t_{min}, S, v – режими різання K_p – поправочний коефіцієнт; $C_p, Y_{py}, X_{py}, n_{py}$ – коефіцієнти і показники степеня для визначення P_y ; P_y – нормальна складова сили різання, Н; w – податливість системи ВПД, мкм/Н	$t_{max}=1,07$ мм; $t_{min}=0,56$ мм; $S = 0,3$ мм/об; $V = 203$ м/хв; дані отримані на попередніх етапах процесу обробки; $C_{py} = 243$; $X_{py}=0,9$; $Y_{py}=0,6$; $n_{py}=-0,3$; [3 табл.22, с.273] $K_p = \left(\frac{50}{75}\right)^{1,35} 1,08 = 0,62$; [3 табл.22, с.273] $w = \frac{200}{5488} = 0,0365$ мкм/Н [4 табл.11, с.29] Податливістю деталі нехтуємо
$\Delta_{MHR} = 1,2 \sqrt{\Delta_H^2 + \Delta_p^2} + \Delta_B^2 = 1,2(0,053 + 0,003) + 0,020 = 0,037 \text{ мм}$ $\Delta_{MH} = 2\Delta_{MHR} = 2 \cdot 0,037 = 0,074 \text{ мм}$ $\Delta_i = u_0 \left(1 + \frac{v\tau}{1000}\right) = 6 \left(1 + \frac{203}{1000} \tau\right) = 6(1 + .203\tau)$	Δ_{MH} – похибка миттєвого розсіювання розміру з врахуванням похибки настроювання з розрахунку на діаметр оброблюваної поверхні τ – час обробки, хв; u_0 – відносне спрацювання різця, мкм/мм	τ – змінна величина; $u_0 = 6$ мкм/мм [4 табл.29, с.74] – різець оснащений пластиною твердого сплаву T15K6
$\Delta_T = -C \frac{L_p}{F} \sigma_B \cdot (t \cdot S)^{3/4} v^{1/2} \frac{T_0}{T_0 + T_{пер}} \left(1 - e^{-\frac{4\tau}{\tau_m}}\right) = -4,5 \frac{25}{800} 50(0,25 \cdot 0,3)^{3/4} 203^{1/2} \frac{0,83}{0,83+0,4} \left(1 - e^{-\frac{4\tau}{16}}\right) = -40 \left(1 - e^{-\frac{\tau}{4}}\right) \text{ мкм}$	C – константа; L_p і F – виліт різця в мм і площа поперечного перерізу його державки, мм ² ; σ_B – границя міцності матеріалу, що обробляється, кг/мм ² ; t, S, v – режими різання; $T_0, T_{пер}$ – основний час обробки і тривалість перерв між обробкою кожної деталі, хв.; τ_m – константа, яка змінюється в межах 12-24 хв.	$C=4,5$ $v=203$ м/хв $S=0,3$ мм/об $L_p=25$ мм $F=32 \times 25=800$ мм ² $\sigma_B=50$ кг/мм ² $T_0=0,83$ хв $T_{пер}=0,4$ хв $\tau_m=16$ $l=2,7183$ – постійна величина

Таблиця 1.16 – Результати розрахунку систематичної похибки, мкм

τ , хв	0	2	4	8	12	16	20	40	60	80
Δ_i	0	8,4	10,9	15,7	20,6	25,5	30,4	54,79	79	90
Δ_T	0	-17,4	-26,5	-35,5	-44,7	-51,3	-58,7	-58,7	-58,7	-58,7
$\Delta_{\text{сист}} = 2(\Delta_i - \Delta_T)$	0	-18	-31,2	-39,6	-48,2	-51,6	-56,6	-7,96	40,6	62

Згідно таблиці 1.15 будемо діаграму точності обробки пов. $\varnothing 205_{-0,57}^{-0,35}$.

За цією діаграмою визначаємо технологічну стійкість інструменту $T_T=90$ хв. Оскільки економічна стійкість різця $T_e=60$ хв., тобто $T_e < T_T$, то загальна похибка обробки (за діаграмою) $\Delta_{\text{сум}} = 0,145$ мм.

Настроюваний розмір $d_{\text{настр}}$ при симетричному розташуванні поля розсіювання становить $d_{\text{настр}} = d_{\text{min}} + 0,5\Delta_{\text{М.Н.}} + \Delta_{\text{сист. min}} + \frac{T - \Delta_{\text{сум}}}{2}$,

де d_{min} – найменше граничне значення розміру, $d_{\text{min}} = 204,43$ мм;

$\Delta_{\text{сист. min}} = -56,6$ мкм - найменше значення систематичної похибки (див. табл. 1.3.2)

T – допуск на витримуваний розмір, мм.

$$d_{\text{настр}} = 204,3 + 0,074 + 0,0566 + \frac{0,220 - 0,115}{2} = 204,598 \pm 0,053$$

Тривалість обробки до вимушеної зміни різця

$$T_{\text{зм}} = \frac{T_e(T_0 + T_{\text{пер}})}{T_0} = \frac{60(0,83 + 0,4)}{0,83} = 88,92 \text{ хв}$$

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

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

де Δ_j – величина j похибки.

Результати розрахунків подаємо в таблиці 1.17.

Таблиця 1.17 – Результати розрахунку

Позначення похибки Δ_j	Δ_B	Δ_H	Δ_y	$\Delta_{\text{М.Н.}}$	Δ_i	Δ_T	$\Delta_{\text{сист}}$
Значення похибки Δ_j , мм	0,040	0,106	0,006	0,128	0,138	0,117	0,110
C_j , %	27,6	73,1	4,2	88,3	95,2	81	75,9

					МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

З гістограми похибок (рисунок 1.8) встановлюємо, що домінуючими похибками є похибки від розмірного спрацювання теплових деформацій інструменту.

Можливі основні заходи з підвищення надійності забезпечення точності обробки – використання МОР та інструмента з високою стійкістю.

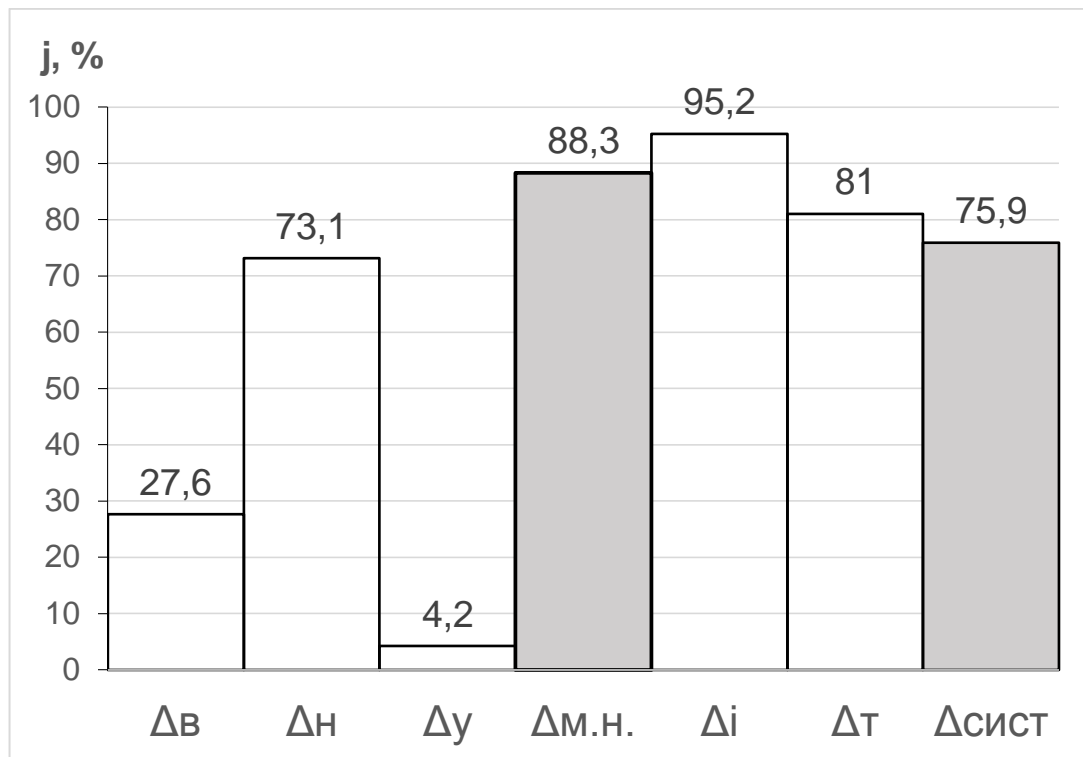


Рисунок 1.8 – Гістограма похибок обробки

1.5.5 Нормування технологічного процесу

1.5.5.1 Розрахунок норм часу на одну операцію

Розрахунок норм часу ведемо на операцію 040 – Токарно-гвинторізна
Токарно-гвинторізний верстат моделі 1М63

А. Встановити вузол, закріпити. Зняти

1. Розточити отв. $\varnothing 159,2H12(^{+0,40})$ на прохід.

1. Основний час на операцію, що нормується, розрахований в пункті 1.5.2
«Розрахунок режимів різання»:

$T_0 = 6,64$ хв

					МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Визначаємо допоміжний час T_d на операцію:

$$T_d = T_y + T_{\text{пер}} + T_{\text{к.вим}}, \text{ хв}$$

де T_y – час на установку, закріплення та зняття вузла, хв.;

$T_{\text{пер}}$ – час, зв'язаний з виконанням переходу, хв.;

$$T_{\text{к.вим}} = t_{\text{вим}} \cdot K_{\text{п}};$$

де $t_{\text{вим}}$ – час на контрольні вимірювання, хв;

$K_{\text{п}}$ – коефіцієнт періодичності контрольних вимірювань.

2.1 Допоміжний час на встановлення і зняття вузла .

Час на встановлення та зняття заготовки вагою 42 кг краном-укосиною в самоцентруючому патроні і нерухомому люнеті:

$$T_y = 3,4 \text{ хв, ([10])}$$

2.2 Допоміжний час, зв'язаний з переходом.

Повздовжнє розточування різцем, встановленим на розмір борштанзі

$$T_{\text{пер}} = 0,31 \cdot b, \text{ ([10])}$$

2.3 Допоміжний час, зв'язаний з контрольними промірами – $T_{\text{к.вим}}$

Контроль $\varnothing 159,2H12$ нутроміром на довжині $l = 558$ мм

$$t_{\text{вим}} = 0,90 \text{ хв} \quad \text{([10])}$$

Так як контролю підлягають 100% оброблюваних вузлів, тобто всі оброблювані вузли, то $K_{\text{п}} = 1$, тоді

$$T_{\text{к.вим}} = t_{\text{вим}} \cdot K_{\text{п}} = 0,90 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на операцію

$$T_d = T_y + T_{\text{пер}} + T_{\text{к.вим}} = 3,4 + 0,3 + 0,90 = 4,61 \text{ хв.}$$

3. Визначення оперативного часу, хв.

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_d = 6,64 + 4,61 = 11,25 \text{ хв.}$$

4. Визначення часу на обслуговування робочого місця

$$T_{\text{обс}} = (T_0 + T_d) \frac{a_{\text{обс}}}{100},$$

де $a_{\text{обс}}$ – коефіцієнт, виражений в процентах, який вибираємо з нормативно-довідкової літератури;

$$a_{\text{обс}} = 5\% \text{ від } T_{\text{оп}}, \text{ ([10])}$$

$$\text{Тоді } T_{\text{обс}} = (6,64 + 4,61) \cdot 0,05 = 0,56 \text{ хв.}$$

					МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Визначення часу на відпочинок і природні потреби робітника

$$T_{в.пр} = (T_0 + T_d) \frac{a_{в.пр}}{100},$$

де $a_{в.пр}$ – коефіцієнт, виражений в процентах, який вибираємо з нормативно-довідкової літератури:

$$a_{в.пр} = 4\% \text{ від } T_{0п}, ([10])$$

$$T_{в.пр} = (6,64 + 4,61)0,04 = 0,45 \text{ хв.}$$

6. Розрахунок норми штучного часу

$$T_{шт} = T_0 + T_d + T_{обс} + T_{в.пр} = 6,64 + 4,6 + 0,56 + 0,45 = 12,26 \text{ хв.}$$

7. Вибір норми підготовчо-заключного часу на партію деталей $T_{п.з}$ проводиться за нормативно-довідковою літературою залежно від конкретних умов.

$T_{п.з1} = 19 \text{ хв}, ([10])$ – час на налагодження верстату, інструменту, приспособлення;

$T_{п.з2} = 5 \text{ хв}, ([10])$ – час на встановлення люнета з регулюванням кулачків;

$T_{п.з3} = 5 \text{ хв}, ([10])$ – час на розточку кулачків самоцентруючого патрона;

$T_{п.з4} = 10 \text{ хв}, ([10])$ – час на отримання інструменту, пристроїв робітником до початку роботи і здача їх в кінці обробки партії деталей;

$$T_{п.з} = T_{п.з1} + T_{п.з2} + T_{п.з3} + T_{п.з4} = 19 + 5 + 5 + 10 = 39 \text{ хв.}$$

8. Розрахунок норми штучно-калькуляційного часу $T_{шт-к}$

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \text{ хв}$$

де n – число деталей в партії, шт

$n = 65 \text{ шт}$ (розраховано та прийнято в п.1.3)

$$T_{шт-к} = 12,26 + \frac{30}{65} = 12,26 + 0,60 = 12,86, \text{ хв}$$

1.5.5.2 Нормування решти операцій

На всі інші операції норми часу вибираємо з нормативно-довідкової літератури і зводимо в таблицю 1.4.

					МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змн.																				
Арк.																				
№ докум.																				
Підпис																				
Дата																				
МР.ІПМК-026.00.00.000 ПЗ																				
Арк.																				
3	0,34			0,17	поз.41,	0,17	поз.41,	0,34								+	+	11, 14,	=	
4	0,21			0,38	с.66	0,31	с.66	0,69								0,25	10	18)	7,44	
																=	=	с.70-		
																6,84	39	71		
	0,99	3,4		1,10		0,79		5,29	6,28			0,31			0,25	6,84	39		7,44	
030 - Токарно-гвинторізна																				
A		3,4	10, к.2,		10,		10,										19 +	10,	5,81	
1	0,32		поз.20,	0,38	к.18,	0,21	к.86,	3,4		5%	10,	4%	10,	5,33 +	5 +	5 +	поз.(1,		+	
2	0,16		с.32-33	0,17	арк.2,	0,10	арк.2,	0,59		від	к.19,	від	к.88,	0,27 +	5 +	5 +	11, 14,	39/65		
3	0,32			0,17	поз.41,	0,10	поз.21,	0,27		Топ	с.70	Топ	с.203	0,21 =	10 =	10 =	18)	=		
				0,17	с.66	0,10	с.186	0,27						5,81	39	39	с.70-	6,41		
	0,80	3,4		0,72		0,41		4,53	5,33			0,27		0,21	5,81	39			6,41	
035 - Токарно-гвинторізна																				
A		3,4	10, к.2,		10,		10,										19 +	10,	5,01	
1	0,83		поз.20,	0,17	к.18,	0,20	к.86,	3,4		5%	10,	4%	10,	4,60 +	5 +	5 +	поз.(1,		+	
			с.32-33		арк.1,		арк.2,	0,37		від	к.19,	від	к.88,	0,23 +	5 +	5 +	11, 14,	39/65		
					поз.4,		поз.21,			Топ	с.70	Топ	с.203	0,18 =	10 =	10 =	18)	=		
					с.64		с.186							5,01	39	39	с.70-71	5,61		
	0,83	3,4		0,17		0,20		3,77	4,60			0,23		0,18	5,01	39			5,61	
045 - Токарно-гвинторізна																				
A		3,4	10, к.2,		10,		10,										19 +	10,	11,53	
1	5,97		поз.20,	0,31	к.18,	0,30	к.86,	3,4		5%	10,	4%	10,	10,58	5 +	5 +	поз.(1,		+	
			с.32-33		арк.1,		арк.6,	1,21		від	к.19,	від	к.88,	+ 0,53	5 +	5 +	11, 14,	39/65		
					поз.4,		поз.122,			Топ	с.70	Топ	с.203	+ 0,42 =	10 =	10 =	18)	=		
					с.64		с.190							11,53	39	39	с.70-71	12,13		
	5,97	3,4		0,31		0,30		4,61	10,53			0,53		0,42	11,53	39			12,13	

Змн.	
Арк.	
№ док.м.	
Підпис	
Дата	

МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ

Арк.

050 - Токарно-гвинторізна																			
A 1	2,67	3,4	10, к.2, поз.20, с.32-33	0,31	10, к.18, арк.1, поз.4, с.64	0,90	10, к.86, арк.6, поз.122, с.190	3,4 1,21		5% від Топ	10, к.19, с.70		4% від Топ	10, к.88, с.203		7,28 + 0,37 + 0,29 = 7,94	19 + 5 + 5 + 10 = 39	10, к.19, поз.(1, 11, 14, 18) с.70-71	7,94 + 39/65 = 8,54
	2,67	3,4		0,31		0,90		4,61	7,28			0,37			0,29	7,94	39		8,54
055 – Радіально-свердлильна																			
A 1	0,40	1,10	10, к.16, арк.2, поз.23, с.56	0,12x4 = 0,48	10, к.29, арк.1, поз.9, с.102	0,06	10, к.86, арк.4, поз.68, с.188	1,10 0,54		4% від Топ	10, к.30, с.106		4% від Топ	10, к.88, с.203		1,64 + 0,08 +0,08 =1,80	16 + 8 + 7 = 31	10, к.30, поз.(7, 10, 15) с.106- 107	1,80 + 31/65 = 2,28
	0,40	1,10		0,48		0,06		1,64	2,04			0,08			0,08	1,80	31		2,28
060 – Вертикально-свердлильна																			
A 1	0,52	1,0		0,08		0,11	10, к.86, арк.(4, 1, 3 10)	1,0 0,19											
2	0,39		10, к.16, арк.2, поз.22, с.56	0,08	10, к.27, арк.1, поз.3, с.95	0,12	поз.(71, 8, 9, 71, 235), с.188, 185, 184, 195	0,20 0,18 0,18 0,28 0,08 0,43		4% від Топ	10, к.28, с.100		4% від Топ	10, к.88, с.203		4,02 + 0,16 + 0,16 = 4,34	20 + 7 = 27	10, к.28, поз.9	4,34 + 27/65 = 4,76
3	0,05			0,08		0,10													
4	0,08			0,08		0,10													
5	0,14			0,08		0,20													
6	0,2			0,08															
7	0,10			0,11		0,32													
	1,48	1,0		0,59		0,95		2,54	4,02			0,16			0,16	4,34	27		4,76

2 Конструкторська частина

2.1 Пристрій для свердління отвору під різьбу M14×1,5-6H

2.1.1 Будова та принцип роботи пристрою

Для операції 060 – вертикально-свердлильної розроблено пристрій для свердління отвору під різьбу M14×1,5-6H. Пристрій призначений для установки його на столі вертикально-свердлильного верстату моделі 2н135.

Основним базовим вузлом пристрою є зварний корпус 1, на який встановлюються та кріпляться всі основні вузли та деталі пристрою.

На нижній опорній плиті корпусу 1 кріпиться пневмокамера двосторонньої дії 75 за допомогою двох гвинтів 60. На верхній опорній плиті поверхні корпусу 1 кріпляться: установочні базові призми 40 і 14 за допомогою болтів 49, стакан 24, вушко 27.

В отвір стакана 24 вставляється муфта 23 і нагвинчується різьбовим кінцем в різьбовий отвір штока пневмокамери 75. В діаметральну канавку муфти 23 вставляється сальник 37, вгвинчується болт (тяга) 22 і фіксується гайкою 52. В отвір вушка 27 вставляється болт т25 і фіксується віссю 6.

У відповідні отвори на верхній правій опорній площадці корпусу 1 запресовуються дві втулки 31. В кожну з діаметральних канавок втулки 31 набивається по сальнику 30 і в отвори втулки 31 встановлюються колонки 29, які фіксуються в корпусі 1 шпильками 35.

Збираємо накладну кондукторну плиту: в корпус 36 вставляється плита кондуктора 39, в яку попередньо вставлено і закріплено гвинтом 62 кондукторну втулку 64, що фіксується в корпусі 36 штифтом 70. В отвір корпусу 36 вгвинчується шпилька 9 і кондукторну плиту фіксуємо гайкою 10.

На верхній кінець опор 31 накладається попередньо зібрана кондукторна плита і фіксується штифтом 69.

Збираємо в єдине ціле планку 20 і качалку 21, які фіксуємо штифтом 69. Зібраний вузол вставляємо на верхні кінці болтів 22 і 25, болт 22 фіксуємо штифтом 71, болт 25 закріплюємо гайкою 54.

					MP.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В горизонтальний отвір призми 40 вставляємо упор 42. В горизонтальний отвір корпусу 1 вставляємо втулку 7, упор 38, в різбовий отвір якого вгвинчуємо гвинт 5 з відповідною фіксацією планки 15 до бокової торцевої поверхні корпусу 1.

До корпусу 1 прикріплюємо кран управління 74, вкручуємо штуцери 16, 17, 19 і під'єднуємо трубопроводи 2. Нижньою опорною поверхнею корпусу 1 зібраний пристрій встановлюється на столі вертикально-свердлильного верстату моделі 2Н135 і базується за допомогою 2-х шпильок в пазах верстату та кріпиться до стола за допомогою 2-х Т-подібних болтів. Встановлений пристрій під'єднується до пневмомагістралі і проводиться його випробування. Після випробування пристрій готовий до застосування у виробництві.

Принцип роботи пристрою.

На призми 40 і 14 встановлюється оброблювана заготовка і подається торцевою поверхнею до упора 38 – для витримування розміру $55 \pm 0,4$. В отвір $\varnothing 13H14$ вуха гільзи Ц42.110 вводиться упор 42 і фіксуємо заготовку для витримування розміщення отв. $M14 \times 1,5-6H$ під кутом $45^\circ \pm 1^\circ$ відносно 2-х отворів $\varnothing 13H14$ вух гільзи. Після цього подається стиснуте повітря в штокову порожнину пневмокамери: шток пневмокамери 1, відповідно болт 22 рухається вниз, діє на качалки 21 – проводимо затиск оброблюваної заготовки. Вводимо в робоче положення (повертаємо в горизонтальне положення) кондукторну плиту і фіксуємо її гайкою 10. Пристрій готовий до роботи. Проводимо свердління отвору $\varnothing 12,43^{+0,2}$ під різьбу $M14 \times 1,5-6H$. Після свердління отвору $\varnothing 12,5$ повертаємо гайку 10 на 90° , відкидаємо кондукторну плиту, яка повертається навколо осі 70 і проводимо подальшу механічну обробку. Після закінчення механічної обробки розкріплюємо деталь, подаючи стиснуте повітря в безштокову порожнину камери. Шток, рухаючись ввєрх через ряд деталей в ланцюгу, в якому кінцевою є качалка 21, розтискує заготовку Ц42.110.

Відкидаємо болт 25 вниз, витягуємо фіксуючий упор 42, знімаємо оброблену деталь.

Проводимо подальшу механічну обробку заготовки Ц22.110 згідно приведеного вище опису.

					MP.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В місцях контакту заготовки з базовими і затискними поверхнями виникають сили тертя F_{T1} і F_{T2} .

Складаємо рівняння рівноваги: $\sum P_{ze} \cdot k \leq \sum P_{yt}$;

$$\sum P_{ze} = P_z ;$$

$$P_{yt} = F_{T1} + F_{T2} ;$$

F_{T1} – сила тертя на поверхні, контактуючій з заготовкою;

F_{T2} – сила тертя на поверхні, контактуючій з установочною поверхнею.

В установчих і затискних елементах коефіцієнт тертя буде однаковий $f_1=f_2$ відповідно і $F_{T1} = F_{T2}$.

$$\text{Тоді } P_{yt} = 2F_T = P_{ze} \cdot k = W$$

При установці в призмах необхідне зусилля затиску:

$$W = \frac{k \cdot M_k \sin \frac{\alpha}{2}}{fD}$$

де α – кут призми:

k – коефіцієнт запасу;

f – коефіцієнт тертя на робочих поверхнях затиску (для гладких поверхонь $f=0.25$)

Розраховуємо силу різання і крутний момент при свердлінні отвору $\varnothing 12,43^{+0,2}$.

Режими різання вибираємо для операції 060 із п.1,5 «Режими різання»

$D = 12.5$ мм, $S = 0.14$ мм/об, $n = 500$ об/хв, $v = 22.8$ м/хв.

$$M_{кр} = P_0 \frac{d}{2}, \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$P_0 = 10C_p D^q S^y K_p, \text{ Н}$$

$$C_p = 68 ; \quad ([5], \text{табл.32, с.283})$$

$$q = 1.0 ; \quad ([5], \text{табл.32, с.283})$$

$$y = 0.7 ; \quad ([5], \text{табл.32, с.283})$$

$$K_p = K_{mp},$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n, \quad ([5], \text{табл.9, с.264})$$

$$n=0.75, \quad ([5], \text{табл.9, с.264})$$

$$\sigma_B = 500 \text{ МПа}$$

					MP.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{mp} = \left(\frac{500}{750}\right)^{0,75} = 0,738$$

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 12,5^{1,0} \cdot 0,14^{0,17} \cdot 0,738 = 10 \cdot 68 \cdot 12,5 \cdot 0,2525 \cdot 0,738 = 1584 \text{ Н}$$

$$M_{кр} = P_0 \frac{d}{2} = 1584 \frac{12,5 \cdot 10^{-3}}{2} = 10 \text{ , Н}\cdot\text{м}; \text{ Коефіцієнт запасу } K:$$

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad ([2])$$

Значення коефіцієнтів вибираємо із довідника ([2]).

$K_0 = 1,5$ – гарантійний коефіцієнт запасу для всіх випадків;

$K_1 = 1,0$ – коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки;

$K_2 = 1,15 \cdot 1,10 = 1,2650$ – коефіцієнт, який враховує збільшення сил різання від прогресуючого затуплення інструменту (1,15 – для крутного моменту, 1,10 – для осьової сили);

$K_3 = 1,0$ – коефіцієнт, який враховує постійність сили різання при переривистому різанні;

$K_4 = 1,0$ – коефіцієнт, який враховує постійність сили затиску, яка розвивається силовим приводом (пневматичним);

$K_5 = 1,0$ – коефіцієнт, який враховується тільки при наявності крутних моментів, які намагаються повернути оброблювану деталь.

$$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,265 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,8975.$$

Кут призми α :

Установочної базової призми – $\alpha = 90^\circ$;

Затискної призми силового механізму $\alpha = 20^\circ$.

$$\text{Тоді: } W = \frac{1,8975 \cdot 10 \cdot \sin \frac{120}{2}}{0,25 \cdot 12,5 \cdot 10^{-3}} = \frac{1,8975 \cdot 10 \cdot 0,866}{0,25 \cdot 12,5 \cdot 10^{-3}} = 2590 \text{ Н}$$

Приводимо схему дій сил затиску на оброблювану заготовку

Складаємо рівняння рівноваги силового механізму:

$$Q(l_1 + l_2) = Wl_2 ;$$

де Q – зусилля на штоці: $Q = \frac{Wl_2}{l_1 + l_2}$

$l_1 = 130 \text{ мм}$; $l_2 = 130 \text{ мм}$ – вибираємо конструктивно (див. креслення пристрою)

$$Q = \frac{2590 \cdot 0,130}{0,130} = 2590 \text{ Н}$$

					MP.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В свою чергу тягуче зусилля на штоку пневмокамери двосторонньої дії

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} p, \quad ([8])$$

де d – діаметр опорної шайби;

$d = 0,7D$ – для гумотканинних діафрагм при тиску в пневмосистемі $p=4 \text{ кгс/см}^2$ (0,4 МПа), , ([8])

$$\text{Тоді } Q = \frac{\pi(0,7D)^2}{4} p\eta = 0.785(0,7D)^2 p\eta ;$$

$$\text{Звідси } D = \frac{1}{0.7} \sqrt{\frac{Q}{0.785p\eta}} = \frac{1}{0.7} \sqrt{\frac{2590}{0.785 \cdot 0.4 \cdot 0.85}} = 139 \text{ мм}$$

Для надійного затиску вибираємо пневмокамеру з діаметром діафрагми $D=140 \text{ мм}$

2.1.3 Розрахунок слабкої ланки на міцність

Слабою ланкою приводу є болт 22 (тяга) – його різьбовий кінець, що з'єднує затискний механізм силового пристрою з різьбовим кінцем штока пневмокамери. Найбільше зусилля виникає при затиску деталі і виникають дотичні напруження, які можуть привести до зрізу матеріалу. Виконаємо розрахунок діаметру болта 20, виходячи з умов міцності на зріз:

$$\tau_{зр} \leq \frac{W}{S_{зр}} < [\tau_{зр}],$$

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

$S_{зр}$ – площа зрізу, мм^2 ;

$[\tau_{зр}]$ – допустимі напруження матеріалу болта 20 на зріз, МПа;

W – зусилля на штоці, Н

$W=2590 \text{ Н}$.

Для сталі 45 при роботі із знакозмінними напруженнями $[\tau_{зр}] = 128 \text{ МПа}$ – після гартування та охолодження у воді. ([8])

$$\text{Площа зрізу } S_{зр} = \frac{\pi D^2}{4}$$

З формули $\tau_{зр} \leq \frac{W}{S_{зр}} < [\tau_{зр}]$ визначаємо

$$S_{зр} \geq \frac{W}{[\tau_{зр}]}.$$

					MP.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порівнявши формули $\frac{\pi D^2}{4} \geq \frac{W}{[\tau_{зр}]}$ визначаємо D:

$$D = \sqrt{\frac{4W}{\pi[\tau_{зр}]} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2590}{3.14 \cdot 128}} \approx 10 \text{ мм}}$$

Приймаємо конструктивно з запасом різьбовий кінець болта 20 (тяги) d=20 мм.

2.1.4 Розрахунок пристрою на точність

Допустима неточність виготовлення пристрою визначається за формулою:

$$[\varepsilon_{пр}] = \frac{T}{1,2} - \sqrt{(0,85 \sum \delta)^2 + \sum z^2 + (0,85\omega)^2}, \quad ([8])$$

де T – допуск на виконуваний при обробці розмір, мм

$\sum \delta$ - похибка базування, мм

$\sum z$ – похибка закріплення, мм

ω – економічна точність.

В пристрої розмір $105 \pm 0,5$ забезпечується механічною обробкою. Пристроєм забезпечується розміщення різьбового отвору M14x1,5-6H відносно отвору $\varnothing 13H14$ вух на кут $45^\circ \pm 1^\circ$ і розміщення осі різьбового отвору M16x1,5-6H від опорного кінця в розмір $55 \pm 0,4$.

$$T = 0,8 \text{ мм}$$

Похибка базування $\sum \delta = 0$., бо заготовка базується в самоцентруючих призмах – співпадають конструкторська і технологічна бази.

$$\sum z = 0,120 \text{ мм}; \quad ([8])$$

$$\omega = 0,120 \text{ мм}; \quad ([8]).$$

$$[\varepsilon_{пр}] = \frac{0,8}{1,2} - \sqrt{(0,85 \cdot 0)^2 + 0,12^2 + (0,85 \cdot 1,2)^2} = 0,54 \text{ мм}$$

Поділяємо цю величину на дві частини:

- точність виготовлення пристрою

$$c_1 = 0,7 \cdot [\varepsilon_{пр}] = 0,7 \cdot 0,54 = 0,38 \text{ мм};$$

- запас на спрацювання опорних елементів

$$c_2 = 0,54 - 0,38 = 0,16 \text{ мм}.$$

2.1.5 Розрахунок рівня стандартизації

Рівень стандартизації є критерієм досконалості конструкції пристрою.

					MP.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо його за формулою:

$$K_{\text{пр}} = \frac{n-n_0}{n} 100\% ,$$

де n – загальна кількість назв типорозмірів складових частин, шт.

n_0 – кількість назв оригінальних деталей та вузлів, шт.

$$K_{\text{пр}} = \frac{64-37}{64} 100\% = 42,2\%$$

Середній коефіцієнт повторюваності

$$K_{\text{п}} = \frac{106-64}{106-1} = 0,4$$

2.2 Пристрій контрольний

2.2.1 Будова та принцип роботи пристрою

Пристрій контрольний призначений для контролю торцевого биття канавки $b=12,5^{+0,43}$ відносно базової поверхні отвору $\varnothing 160H8(^{+0,063})$.

Згідно креслення вузла – Гільзи – допуск торцевого биття поверхні канавки $b=12,5^{+0,43}$ відносно базової поверхні отвору не більше 0,05 мм.

Пристрій контрольний складається із 2-х окремих частин: установочної і контрольної.

Установочна частина служить для встановлення на неї під час контролю вузла Ц42.110, що контролюється. Установча частина – підставка 1, представляє собою зварну конструкцію, основним елементом якої є установочна призма з кутом $\alpha = 90^\circ \pm 1^\circ$. Призма приварюється до плити 200x200 мм, виготовленої із листа Б-16ПН ГОСТ 19903-74
Ст.3пс ГОСТ 14637-69

Підставка 1 під час контролю вузла Ц42.110 встановлюється на контрольний стіл.

Контрольна частина складається із 2-х основних частин: складальної одиниці – насадки 2, яка комплектується індикатором И410 кл.0 ДСТУ ГОСТ 577:2009 і складальної одиниці – оправки.

Оправка представляє собою притерті конуси, що контактують з шариками. Розтиск конусів здійснюється за допомогою гайки 5.

Контрольований вузол Ц42.110 зовнішнім діаметром $\varnothing 190h8$ встановлюється на поверхню призми, другим кінцем – поверхнею $\varnothing 219$ вузол впирається в опорну

					MP.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поверхню контрольного стола. В базовий отвір контрольованого вузла Ц42.110 встановлюється оправка до упору гвинта 18 в опорну поверхню $\varnothing 188h12$ гільзи Ц42.110. Закручуючи гайку на різьбовій поверхні клеми діють на корпус 8, який подаючись вздовж осі, діє на обойму – відбувається розтиск шариків, які контактують з конусними поверхнями оправки 10, конуса 8, конуса 11, вибираємо радіальний зазор в отворі $\varnothing 160H8$ вузла Ц42.110. Вставивши в посадочний отвір втулки 6 підставку 1, вводимо контакти важеля з торцем канавки гільзи, яка контролюється. В отвір втулки підставки 1 вставляємо індикатор, виставляємо його на «0» і проводимо проміри. Повертаючи підставку 1 на 360° навколо осі контрольної оправки, зчитуємо покази індикатора.

Дійсна величина відхилень дорівнює найбільшому розмаху стрілки індикатора. Критерій точності пристрою: зазор в отворі $\varnothing 160H8$ гільзи Ц42.110, яка контролюється. Завдяки цьому зазору можливе зміщення оправки пристрою. Так як центруюча оправка прибирає всі зазори за допомогою розтискних конусів, а контактуючі між собою деталі – оправка 10 і конус 11 – притираються із зазором не більше 0,005 мм, то осі вузла, який контролюється, і оправки співпадають, тобто рівні «0». В свою чергу притерті контактуючі поверхні оправки 1 і втулки 7 з зазором не більше 0,005 мм.

В даному випадку похибка пристрою буде залежати тільки від похибки самого індикатора. В якості індикатора вибрано індикатор И410 кл.0 з ціною поділки 0,01 мм та границею виміру 10 мм.

2.2.2 Розрахунок показників уніфікації та стандартизації

Коефіцієнт застосування:

$$K_{\text{пр}} = \frac{n-n_0}{n} 100\%,$$

де $n = 28$ шт. – загальна кількість назв типорозмірів складових частин пристрою, шт.

$n_0 = 20$ шт. – кількість назв оригінальних деталей та вузлів, шт.

$$K_{\text{пр}} = \frac{28-20}{28} 100\% = 40\%$$

					МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Імітаційне моделювання роботи притискної ланки пристрою

Імітаційне моделювання є ефективним методом дослідження складних технічних систем, який дозволяє відтворювати їхню поведінку в умовах, наближених до реальної експлуатації, без проведення дорогих і тривалих натурних експериментів. Воно забезпечує аналіз впливу різних параметрів і режимів роботи, оцінювання надійності та ефективності, а також обґрунтування інженерних рішень на етапі проєктування зокрема із застосуванням SolidWorks Simulation, який є сучасним програмним інструментом для проведення інженерних розрахунків на основі методу скінченних елементів. Використання SolidWorks Simulation дозволяє виконувати аналіз напружено-деформованого стану, визначати переміщення, деформації та зони концентрації напружень у конструкціях, а також оцінювати запас міцності за різних навантажувальних і граничних умов. Застосування цього програмного комплексу на етапі проєктування дає можливість виявити потенційно небезпечні ділянки конструкції, оптимізувати геометричні параметри та матеріали, зменшити масу виробу й підвищити його експлуатаційну надійність без збільшення матеріаломісткості, а також під час проєктування пристроїв для утримування заготовок, де імітаційне моделювання відіграє ключову роль у забезпеченні точності та надійності технологічних процесів. Застосування SolidWorks Simulation дає змогу аналізувати напружено-деформований стан елементів затискних і опорних вузлів, оцінювати жорсткість конструкції, величину контактних напружень та вплив сил затиску на заготовку. Це дозволяє запобігти її деформаціям, зсувам або пошкодженням під час обробки, а також оптимізувати схеми закріплення. Використання чисельного моделювання на етапі проєктування пристроїв для утримування заготовок сприяє підвищенню точності обробки, зниженню зношування елементів оснащення та підвищенню загальної ефективності й безпеки виробничих процесів.

На рисунку 3.1 показано побудовану згідно складального креслення 3D-модель притискного пристрою.

					MP.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

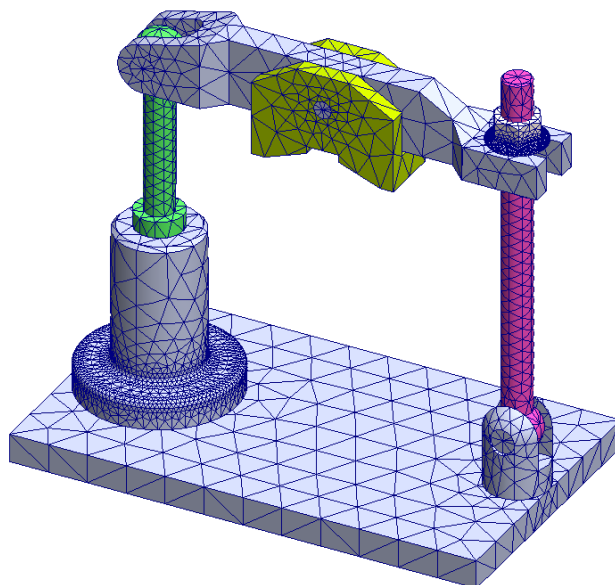


Рисунок 3.3 – Сітка скінченних елементів

У результаті дослідження отримано розподіл еквівалентних напружень у конструкції притисного пристрою (рис. 4).

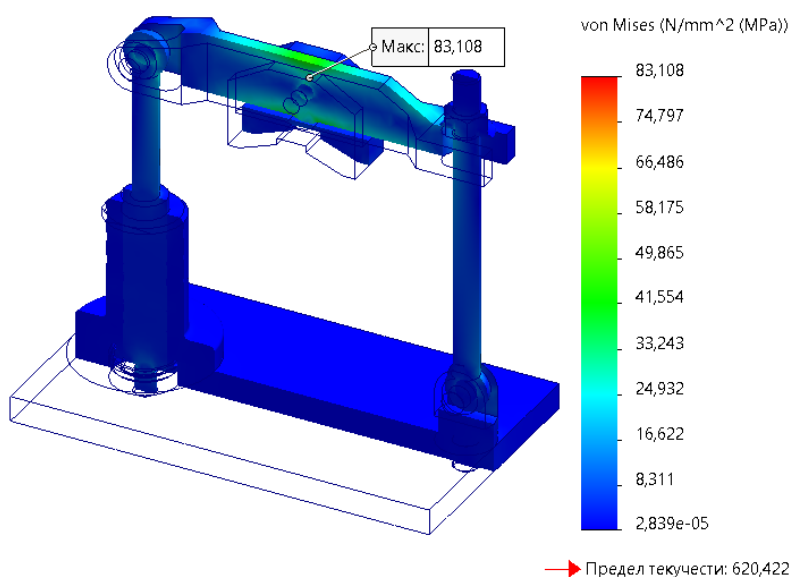


Рисунок 4 – Розподіл еквівалентних напружень

Згідно рисунку 3.4 максимальна величина напружень виникає у осі та важелі. У інших деталях напруження є незначними. Максимальна величина еквівалентних напружень становить 83 МПа.

					МП.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рисунку 3.5 показані переміщення, які виникають у пристискному пристрою під час прикладання навантаження.

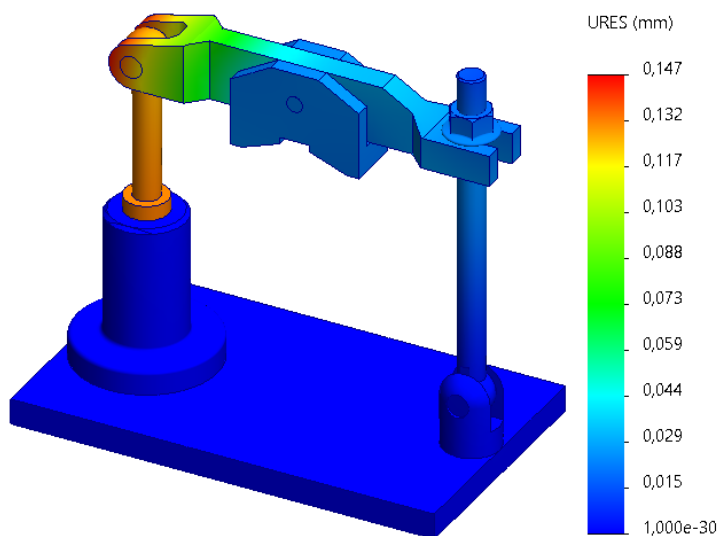


Рисунок 3.5 – Переміщення у притискному пристрої

Зрозуміло, що максимальні переміщення виникають штоці та складають 0,147 мм. Також переміщення є досить значними у коромислі.

На рисунку 3.6 показана деформація у елементах пристрою.

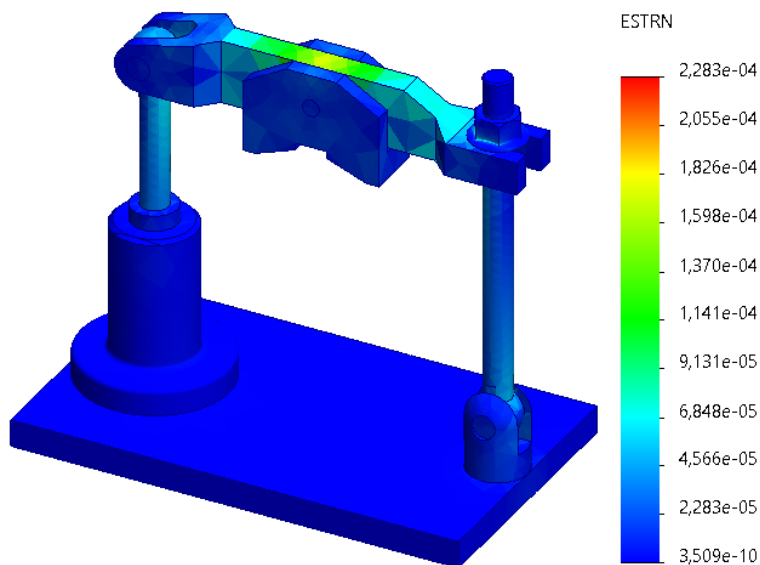


Рисунок 3.6 – Деформація

					МП.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки найвищі напруження виникають у важелі пристрою, то доцільно його дослідити більш детально. Також можна оптимізувати його конструкцію за допомогою топологічної оптимізації.

Для зручності порівняння отриманих результатів для неоптимізованої та оптимізованої конструкцій важелів їх наведемо поряд у загальній таблиці 1. Варто зауважити, що до обох конструкцій прикладено однакові граничні умови.

На рисунку 3.7 показано граничні умови під час оптимізації конструкції важеля, технологічні параметри оптимізації, а на рисунку 3.8 – пропонувану оптимізовану конструкцію.

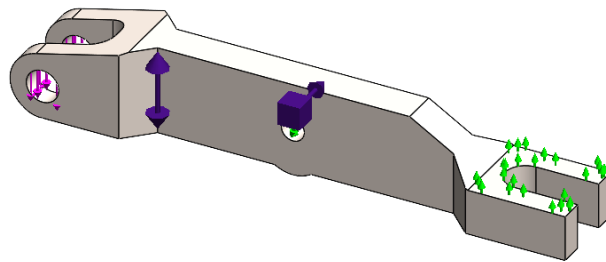


Рисунок 3.7 – Граничні умови під час оптимізації

					MP.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

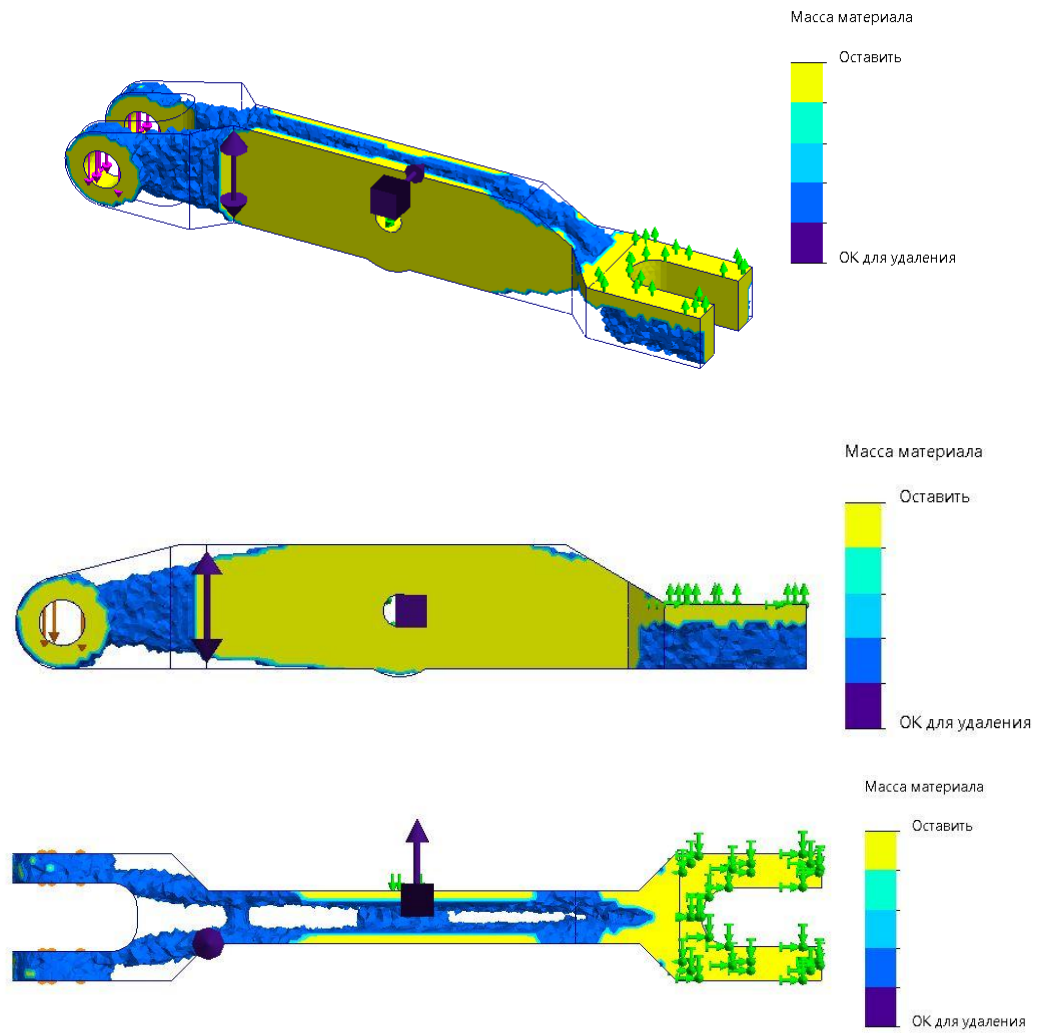
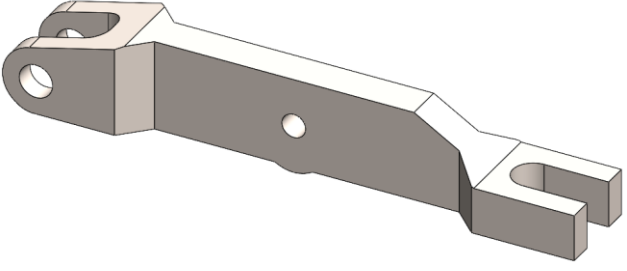
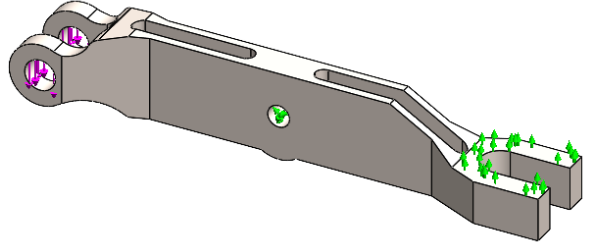
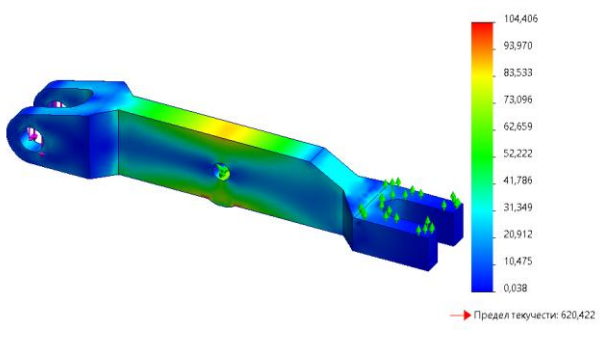
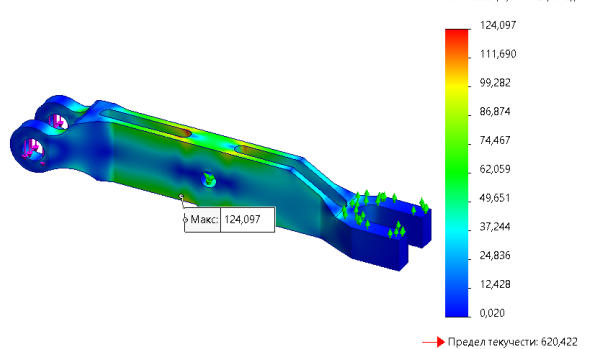
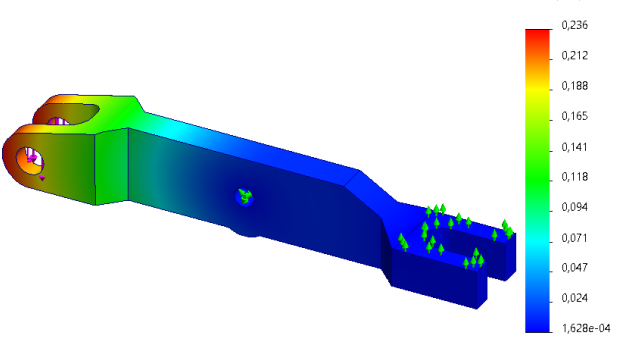
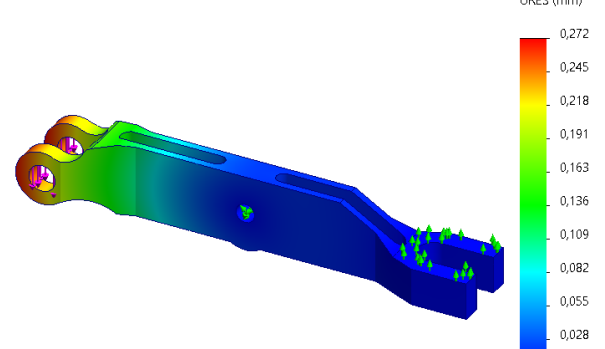
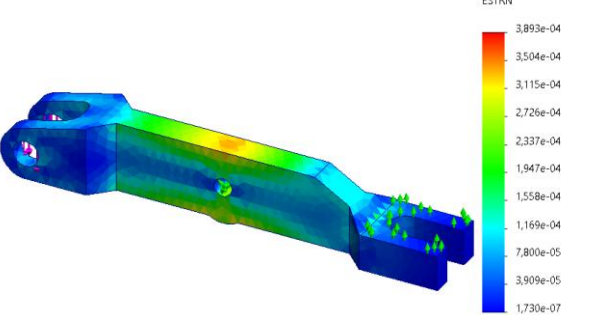
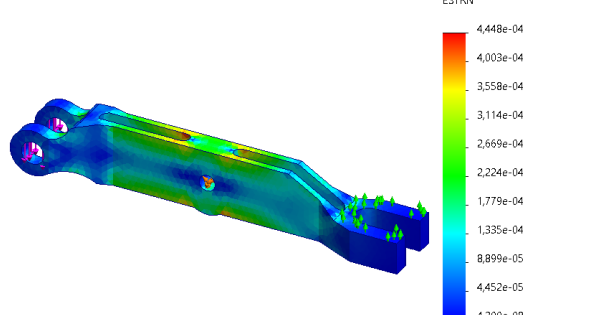


Рисунок 3.8 – Пропонована оптимізована конструкція важеля

					MP.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 – Порівняння отриманих результатів для неоптимізованої та оптимізованої конструкцій важелів

Неоптимізована конструкція	Оптимізована конструкція
	
Модель	
 <p style="text-align: center;">von Mises (N/mm² (MPa))</p> <p style="text-align: right;">Макс: 104,406</p> <p style="text-align: right;">→ Предел текучести: 620,422</p>	 <p style="text-align: center;">von Mises (N/mm² (MPa))</p> <p style="text-align: right;">Макс: 124,097</p> <p style="text-align: right;">→ Предел текучести: 620,422</p>
Еквівалентні напруження	
 <p style="text-align: center;">URES (mm)</p> <p style="text-align: right;">Макс: 0,236</p> <p style="text-align: right;">1,628e-04</p>	 <p style="text-align: center;">URES (mm)</p> <p style="text-align: right;">Макс: 0,272</p> <p style="text-align: right;">7,728e-04</p>
Переміщення	
 <p style="text-align: center;">ESTRN</p> <p style="text-align: right;">Макс: 3,893e-04</p> <p style="text-align: right;">1,730e-07</p>	 <p style="text-align: center;">ESTRN</p> <p style="text-align: right;">Макс: 4,448e-04</p> <p style="text-align: right;">4,300e-08</p>
Деформація	
Маса 291 грам	Маса 188 грам

Отже, можна зробити висновок щодо порівняння результатів імітаційного моделювання для неоптимізованої та оптимізованої конструкцій важелів. Напружено-деформований стан двох важелів є майже аналогічним, проте неоптимізована конструкція має масу 291 грам, а оптимізована – 188 грам. При цьому жорсткості обох конструкцій є також майже аналогічними.

Висновок. Дослідження притискного пристрою за допомогою імітаційного моделювання дало змогу встановити його напружено-деформований стан та визначити зони у якій виникають найбільші величини напружень. Однією з деталей із найвищими напруженнями є важіль, які було досліджено окремо. З метою зменшення маси важеля не зменшуючи його жорсткості проведено топологічну оптимізацію, яка дала змогу зменшити масу із 291 до 188 грам.

					MP.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Магістерська робота виконана на тему: “Удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі "Гільза Ц42. 110 СК" для умов серійного виробництва”. Дана робота є завершальною роботою підготовки фахівця рівня магістра по напрямку «Прикладна механіка», тому в процесі її виконання виконавцем повинно бути вирішено комплекс інженерних завдань, базуючись на знаннях загально-технічних дисциплін при виконанні конкретних виробничих задач.

В даній роботі вдосконалено технологічний процес виготовлення деталі "Гільза Ц42. 110 СК" шляхом запровадження нових конструктивних рішень щодо базування деталі по операціях, було змінено маршрут технології виготовлення даної деталі. Зроблена зміна маршруту технології дала змогу зменшити кількість механообробних операцій, а отже і обладнання. За рахунок застосування сучасного прогресивного обладнання, оснастки та інструменту значно скоротився 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.

					MP.ПМК-026.00.00.000 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. Частина 1. 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.

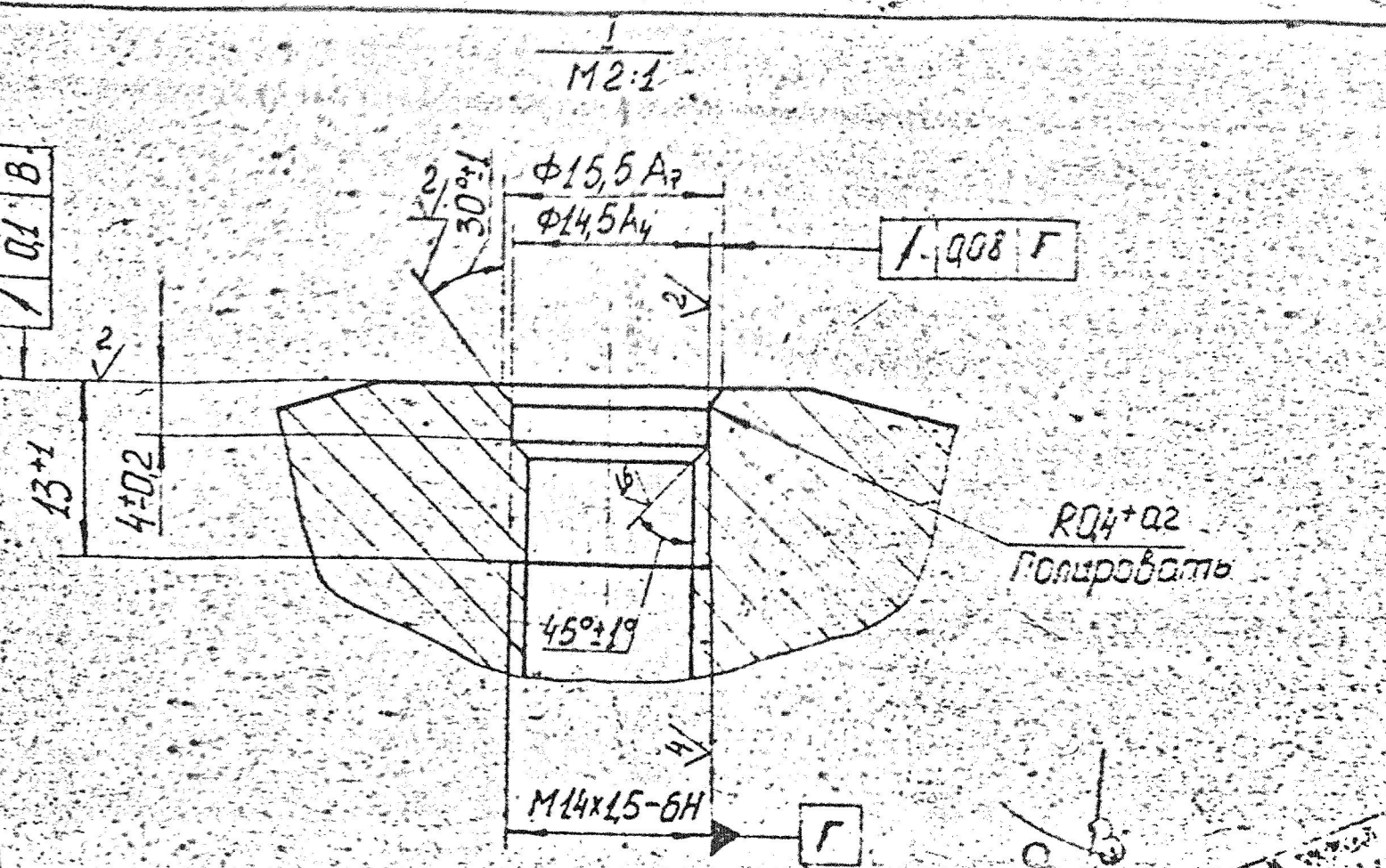
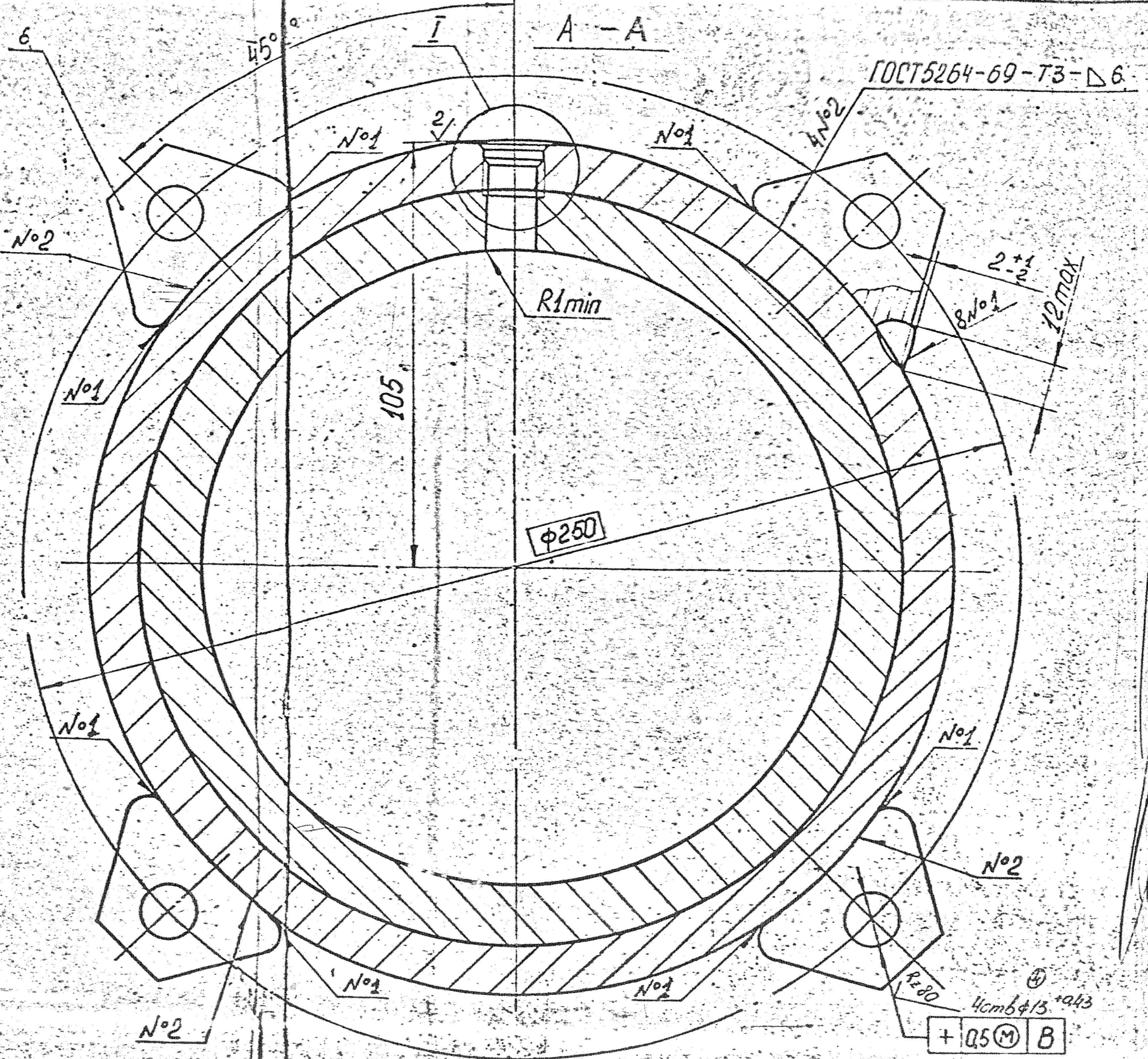
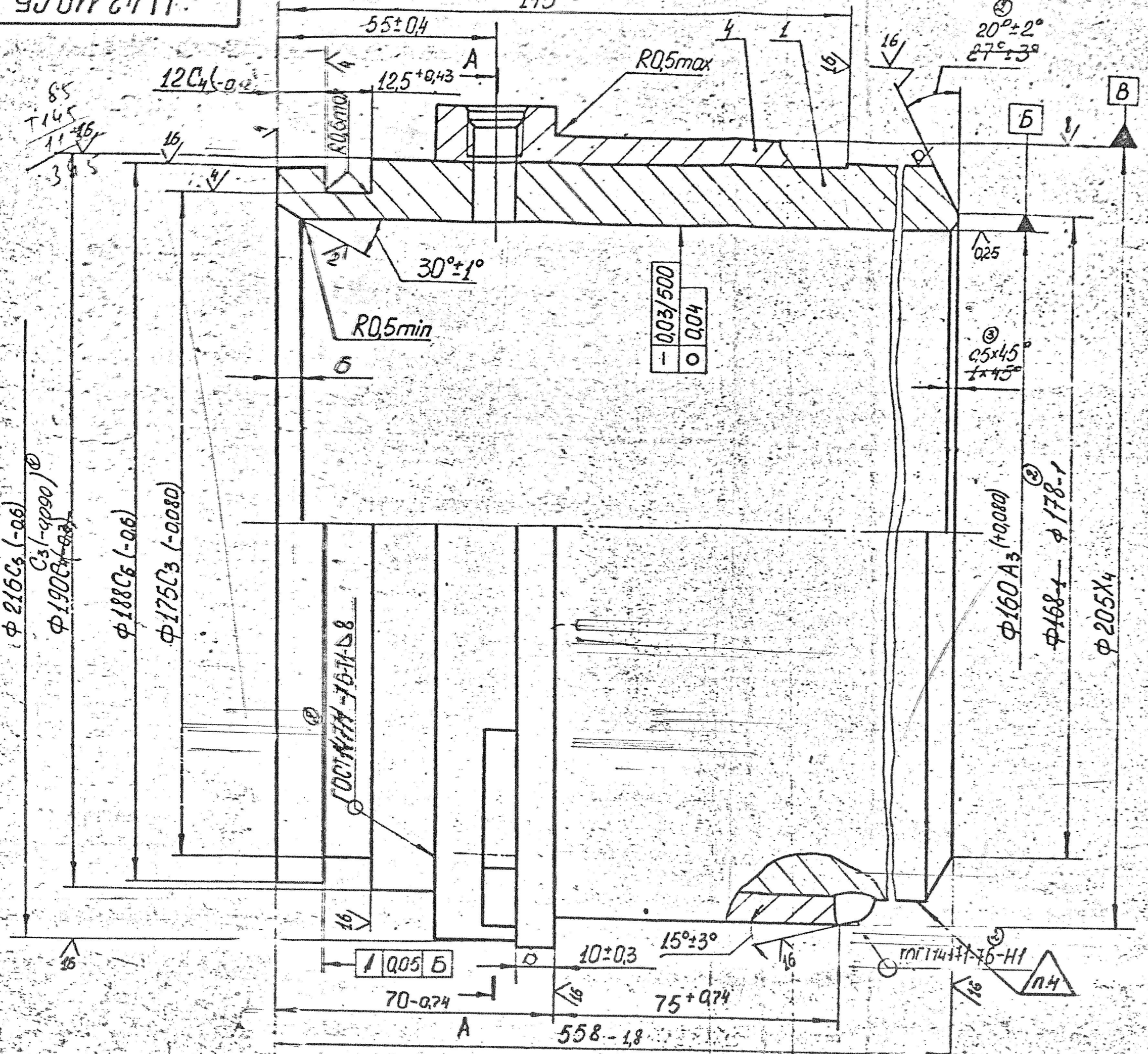
					МР.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Додатки

					MP.ПМК-026.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Ц 42.110СБ

145±1



1. Сварка ручная электродуговая.
2. Механические свойства сварных швов должны быть не ниже регламентируемых для электрода типа Э50АГОСТ9467-75.
3. Неисключенные предельные отклонения размеров по СМ.
4. Клеить по ТУ на изделие.
5. В экспортном исполнении шероховатость поверхностей сварных швов $R_a \leq 3.2$.
6. Для контроля проточка φ18С5 на длину 27мм от торца сφ135.

Вид № 01/01/001. и дата 03.01.2000. Изд. № 01/01/001. и дата 03.01.2000. 104-436

4	06-150	2	17.4
3	06-150	2	17.4
2	06-141	2	17.4
1	20-121	2	17.4
Изм. лист № 005/04. Дата 03.01.2000. Разработчик: [Signature] Проверка: [Signature] Контроль: [Signature]			
Чтв. [Signature]			

Ц 42.110СБ

Гильза
 Сборочный чертеж

Лист 1 из 2

СП "ИСМ"

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

--	--	--	--	--

	І Ф Н Т У Н Г	ПМКм-24-1	60140.00001		
	Гільза Ц42.110 СК			Н	

«Затверджую»

**КОМПЛЕКТ
технологічної
документації**

Зав. кафедрою

проф., д.т.н.

Панчук В.Г.

Технологічний процес
механічної обробки деталі
Гільза Ц42.110 СК

Розробив: ст. гр. ПМКм-24-1

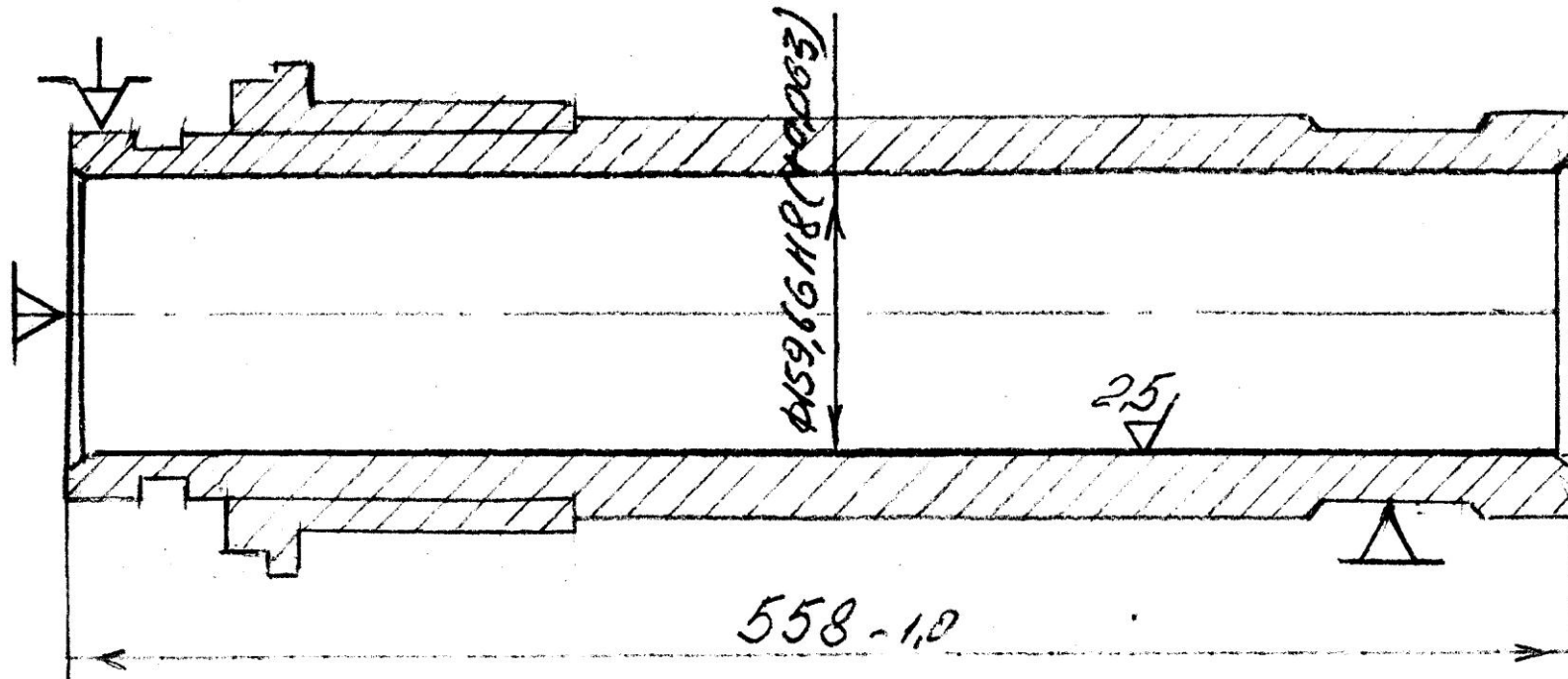
Шумило Ю.Б.

Перевірів: Шуляр Б. Р.

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

Розробив	Шумило			І Ф Н Т У Н Г	ПМКм-24-1	20140.00004			
Перевірів	Шуляр								
Н. контр.	Шуляр			Гільза Ц42.110 СК			Н		050



КЕ

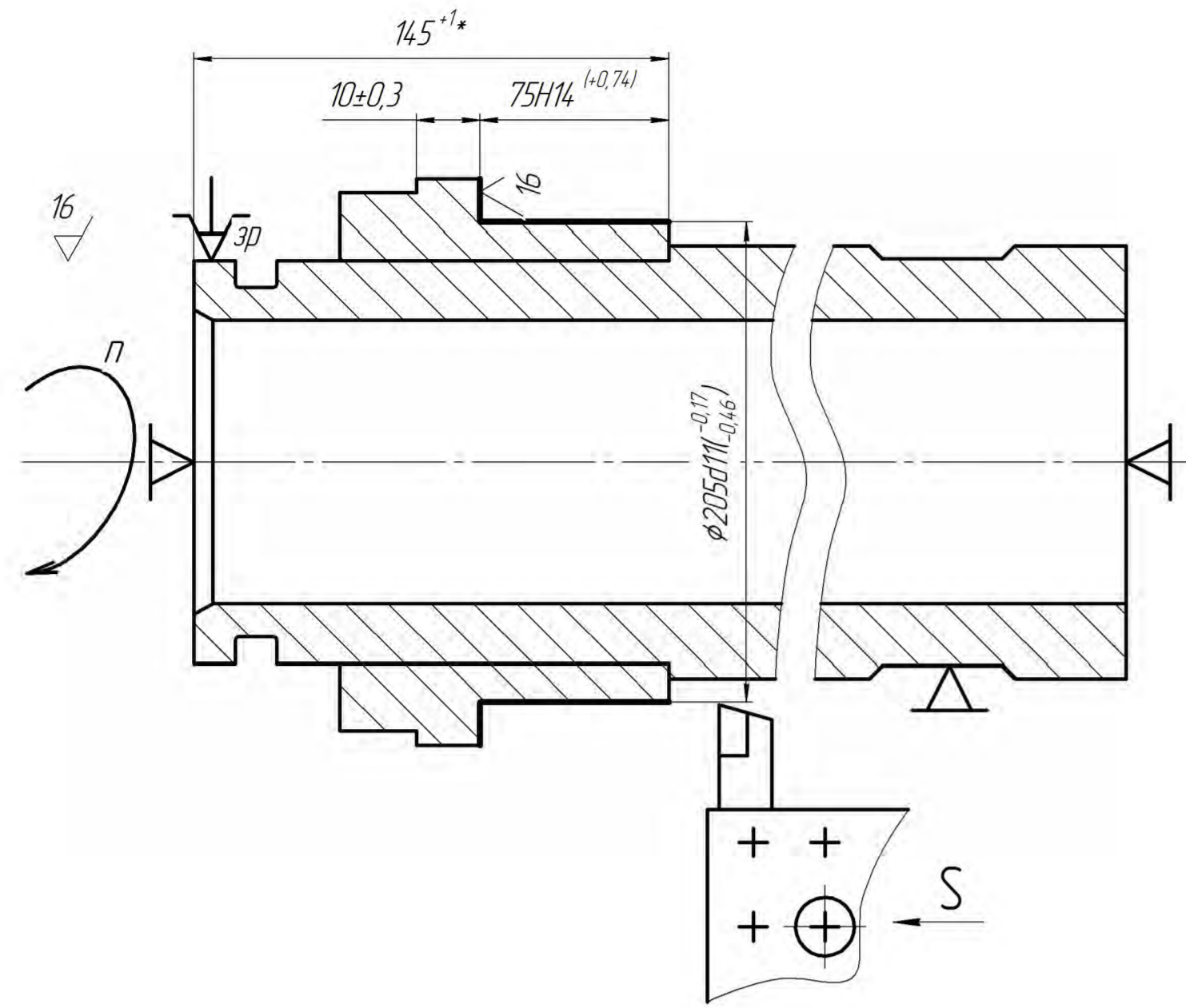
Обробка різанням

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк	Примітка
				<u>Документація</u>		
			МР.ПМК-026.03.00.000 СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	МР.ПМК-026.03.00.001	Корпус	1	
		2	МР.ПМК-026.03.00.002	Трубопровід	2	
				<u>Деталі</u>		
		5	МР.ПМК-026.03.00.003	Гвинт	1	
		6	МР.ПМК-026.03.00.004	Вісь	1	
		7	МР.ПМК-026.03.00.005	Втулка	1	
		9	МР.ПМК-026.03.00.006	Шпилька	1	
		10	МР.ПМК-026.03.00.007	Гайка	1	
		12	МР.ПМК-026.03.00.008	Палець циліндричний	1	
		13	МР.ПМК-026.03.00.009	Палець ромбічний	1	
		14	МР.ПМК-026.03.00.010	Призма	1	
		15	МР.ПМК-026.03.00.011	Планка	1	
		16	МР.ПМК-026.03.00.012	Штуцер	3	
		17	МР.ПМК-026.03.00.013	Штуцер	1	
		18	МР.ПМК-026.03.00.014	Хомутик	5	
		19	МР.ПМК-026.03.00.015	Штуцер	1	
		20	МР.ПМК-026.03.00.016	Планка	1	
		21	МР.ПМК-026.03.00.017	Качалка	1	
		22	МР.ПМК-026.03.00.018	Болт	1	
		23	МР.ПМК-026.03.00.019	Муфта	1	
		24	МР.ПМК-026.03.00.020	Стакан	1	

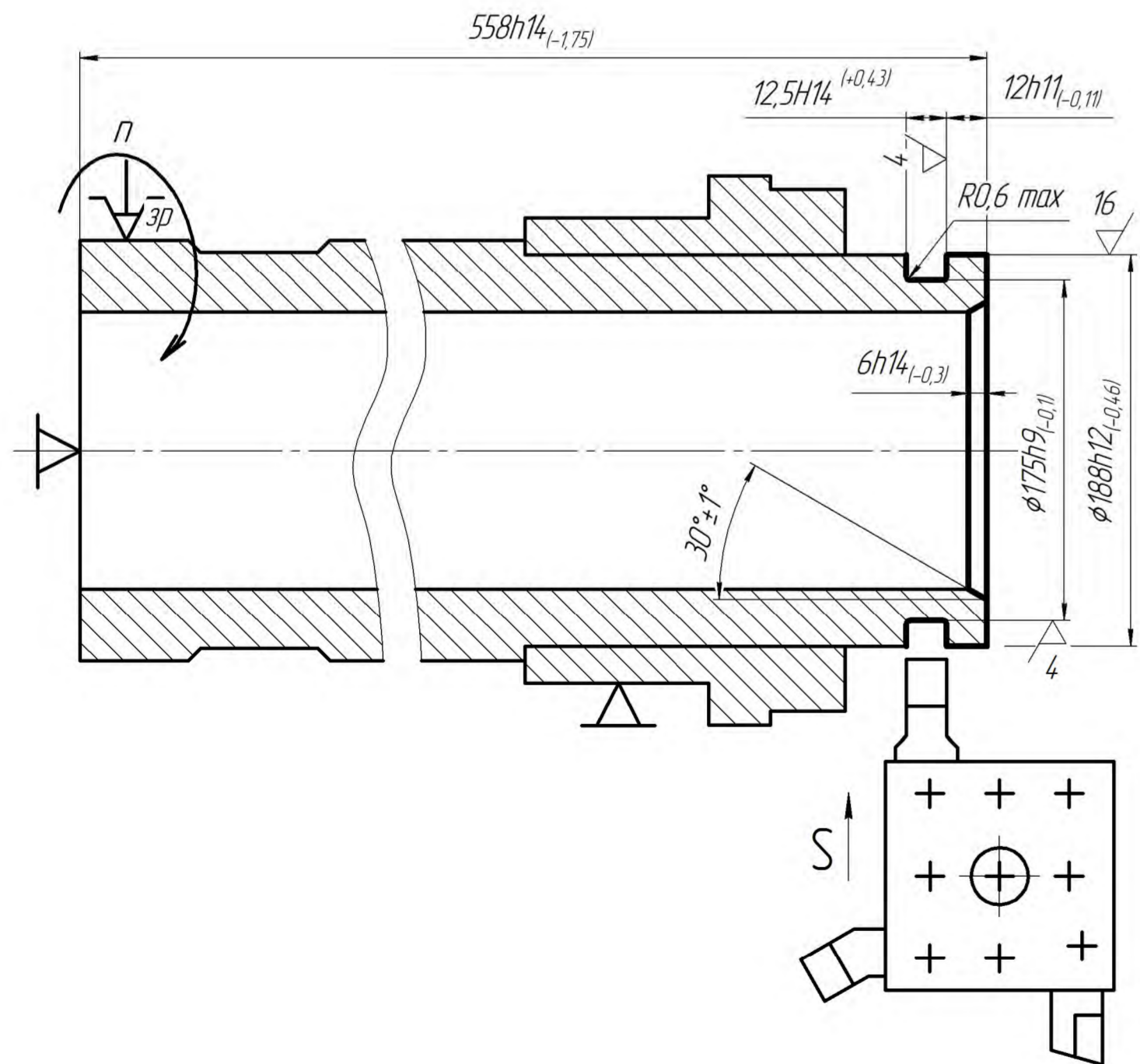
					МР.ПМК-026.03.00.000 ПЗ					
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Пристрій для свердління отв. під різьбу М14×1,5-6Н			Літ	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Шумило							н	1	4
Перевір.	Шуляр							ІФНТУНГ ПМКм-24-1		
Реценз.										
Н.контр.	Шуляр									
Затв.	Панчук									

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк	Примітка
				<u>Документація</u>		
			МР.ПМК-026.04.00.000 СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	МР.ПМК-026.04.00.001	Підставка	1	
		2	МР.ПМК-026.04.00.002	Насадка	1	
				<u>Деталі</u>		
		5	МР.ПМК-026.04.00.003	Гайка	1	
		6	МР.ПМК-026.04.00.004	Державка	1	
		7	МР.ПМК-026.04.00.005	Втулка	1	
		8	МР.ПМК-026.04.00.006	Конус	1	
		9	МР.ПМК-026.04.00.007	Клема	1	
		10	МР.ПМК-026.04.00.008	Оправка	1	
		11	МР.ПМК-026.04.00.009	Конус	1	
		12	МР.ПМК-026.04.00.010	Обойма	2	
		13	МР.ПМК-026.04.00.011	Вал	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		16		Болт М8х40.46.019		
				ГОСТ 7798-70	1	
		17		Гайка М6.5.019		
				ГОСТ 5915-70	1	
		18		Гвинт М6х20.46.019		
				ГОСТ 1491-72	1	
		19		Шарик П 16 мм Н		
				ГОСТ 3722-60	12	

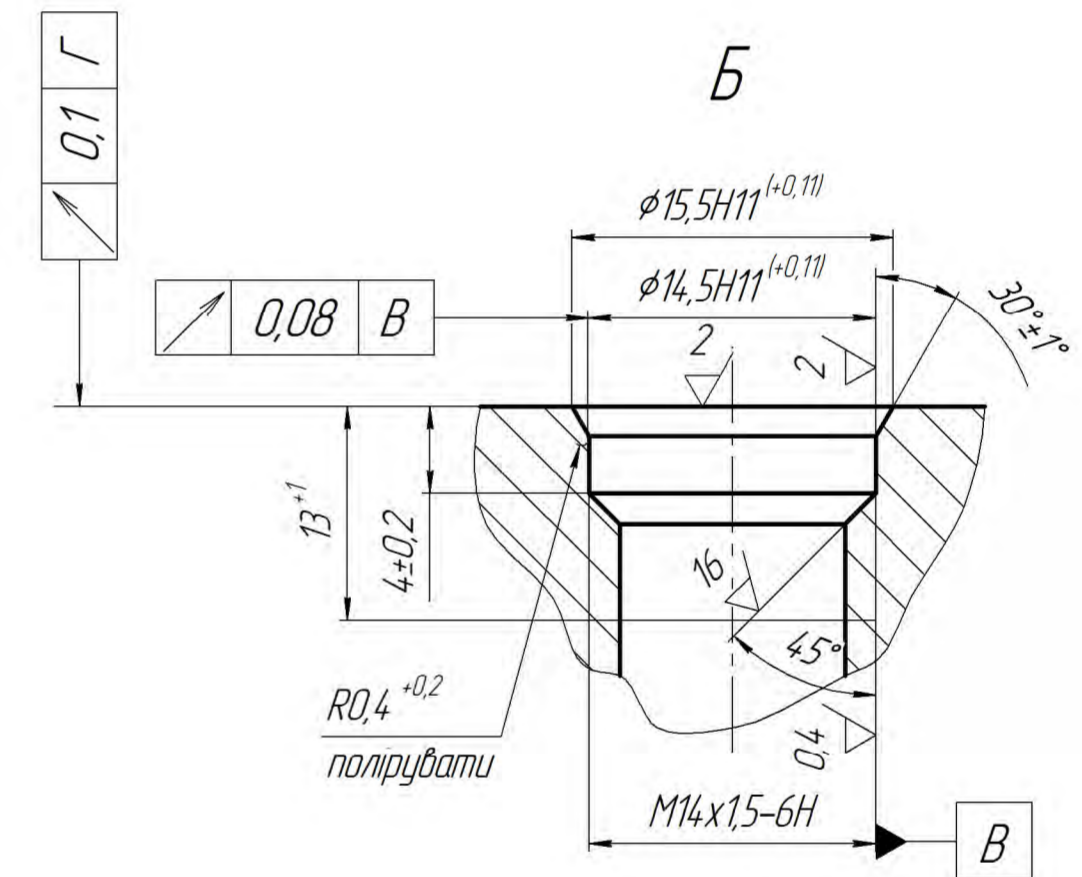
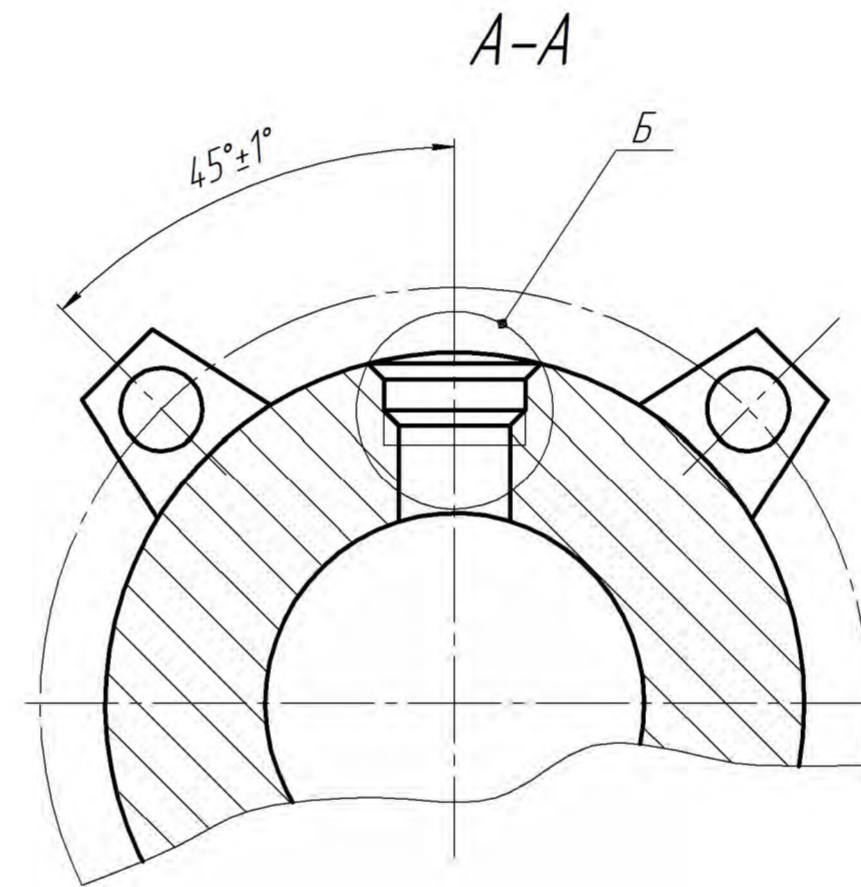
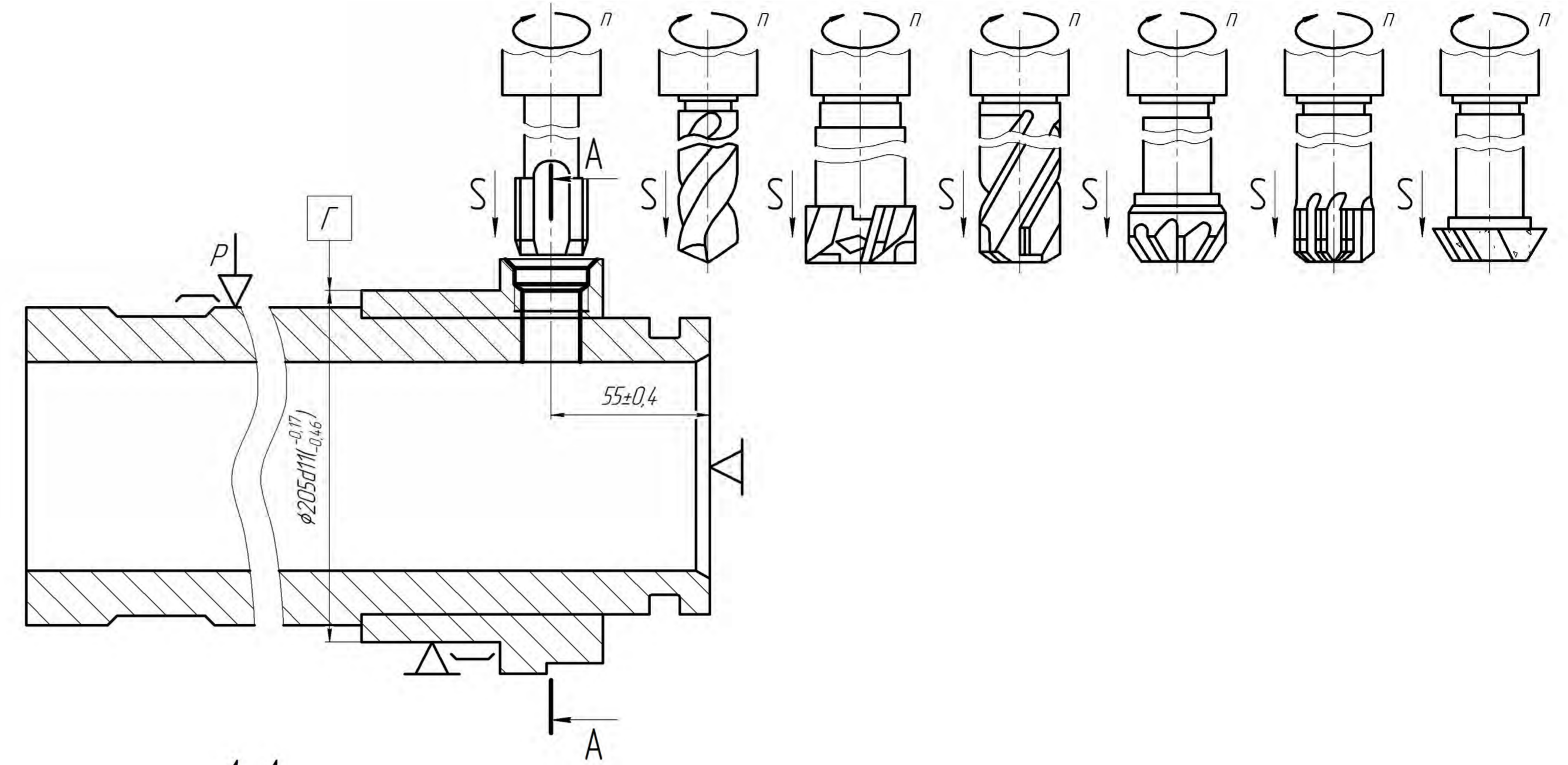
					МР.ПМК-026.04.00.000 ПЗ					
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Пристрій контрольний			Літ	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Шумило							н	1	-
Перевір.	Шуляр							ІФНТУНГ ПМКм-24-1		
Реценз.										
Н.контр.	Шуляр									
Затв.	Панчук									



035	Токарно-гвинтарізна Токарно-гвинтарізний верстат моделі 1М63	Режими різання			
		t, мм	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв
A	Встановити, закріпити і зняти деталь				
1	Точити поверхню Ø205d11, підрізати торець в розмір 10±0,3	0,25	0,30	315	203

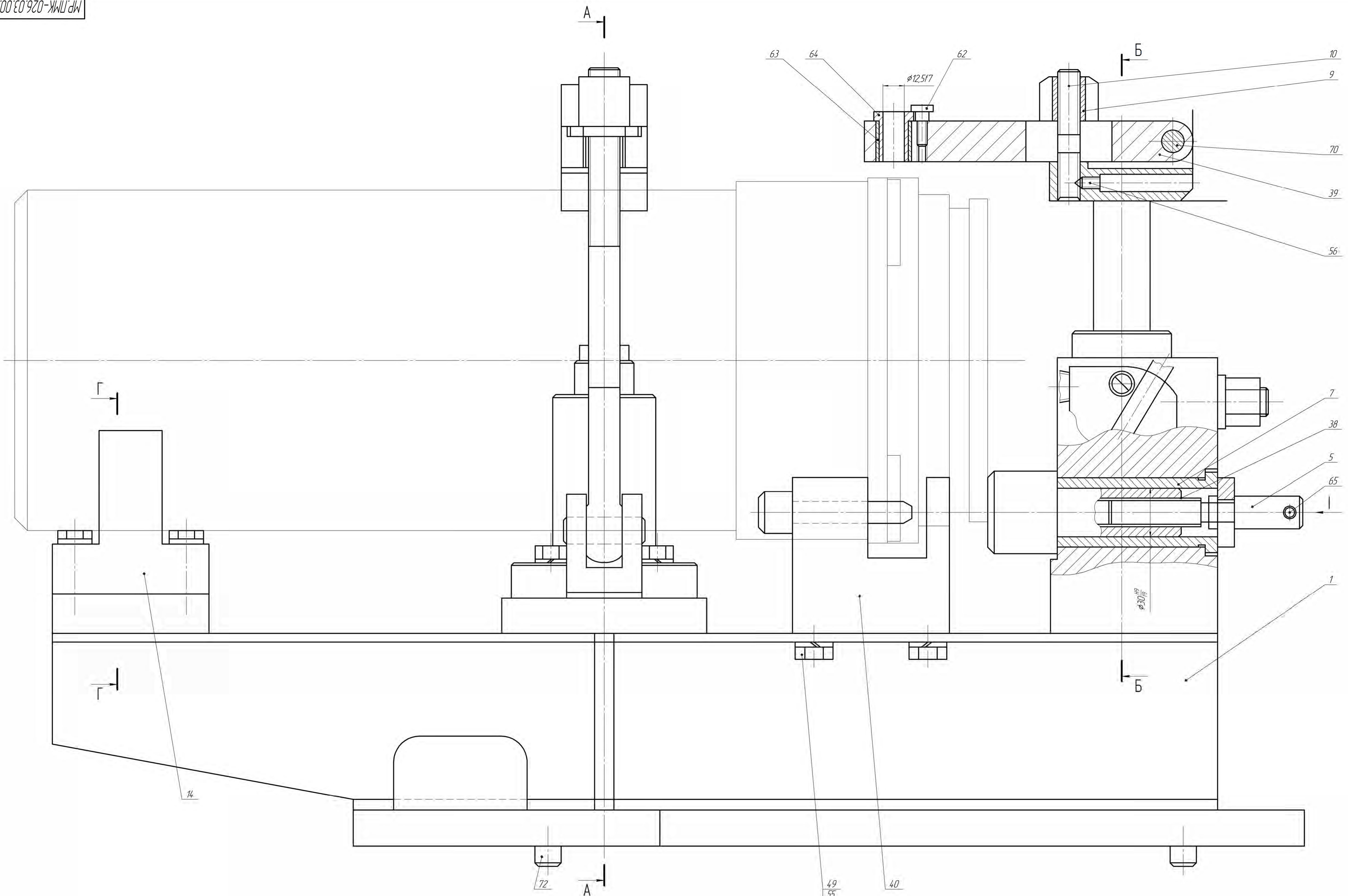


025	Токарно-гвинтарізна Токарно-гвинтарізний верстат моделі 1М63	Режими різання			
		t, мм	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв
A	Встановити, закріпити і зняти деталь				
1	Підрізати торець в р-р 558h14	0,4	0,26	315	188
2	Розточити фаску під кутом 30°±1° в р-р 6h14	3,46	0,15	315	169
3	Точити поверхню Ø188h12 в р-р 24,5h14	1,0	0,26	315	188
4	Точити канавку в=12,5H14 до Ø175h9 в р-р 12h11	12,5	0,15	315	186



055	Вертикально-свердильна Вертикально-свердильний верстат моделі 2Н135	Режими різання			
		t, мм	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв
A	Встановити, закріпити і зняти деталь				
1	Свердлити отвір Ø12,43 ^{+0,2} на прохід витримавши р-р 55±0,4	6,25	0,14	500	22,8
2	Зенкувати поверхню витримавши розмір 105±0,2	4,5	0,10	180	22
3	Зенкувати отвір Ø14H11 в р-р 4±0,2	0,75	0,28	710	31,2
4	Зенкувати фаску під кутом 30°±1° до Ø15,5H11	0,6	м.р.	355	17,3
5	Розвернути отвір Ø14,5H11 в р-р 4±0,2	0,25	0,28	180	8,2
6	Полірувати кромку в R0,4 ^{+0,2}	0,4	м.р.	500	22,7
7	Нарізати різьбці M14x1,5-6H на глибину 13 ^{+1,0}	0,862	1,5	250	11

МР.ПМК-026.01.00.000 СХ				Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№	Лаким.	Підп.	Дата	
Разроб.	Шкляр					
Перев.	Шкляр					
Т.контр.	Шкляр					
Н.контр.	Шкляр					
Затв.	Панчик					
Карта технологічних налагодок				Н		-
				Архив	Архив	
				ІФНТЧНГ ПМКМ-24-1		



- 1. Зусилля на штоці пневмокамери - 2590 Н.
- 2. Робочий тиск повітря в пневмокамері - 0,4 МПа.
- 3. Хід штока пневмокамери - 15 мм.

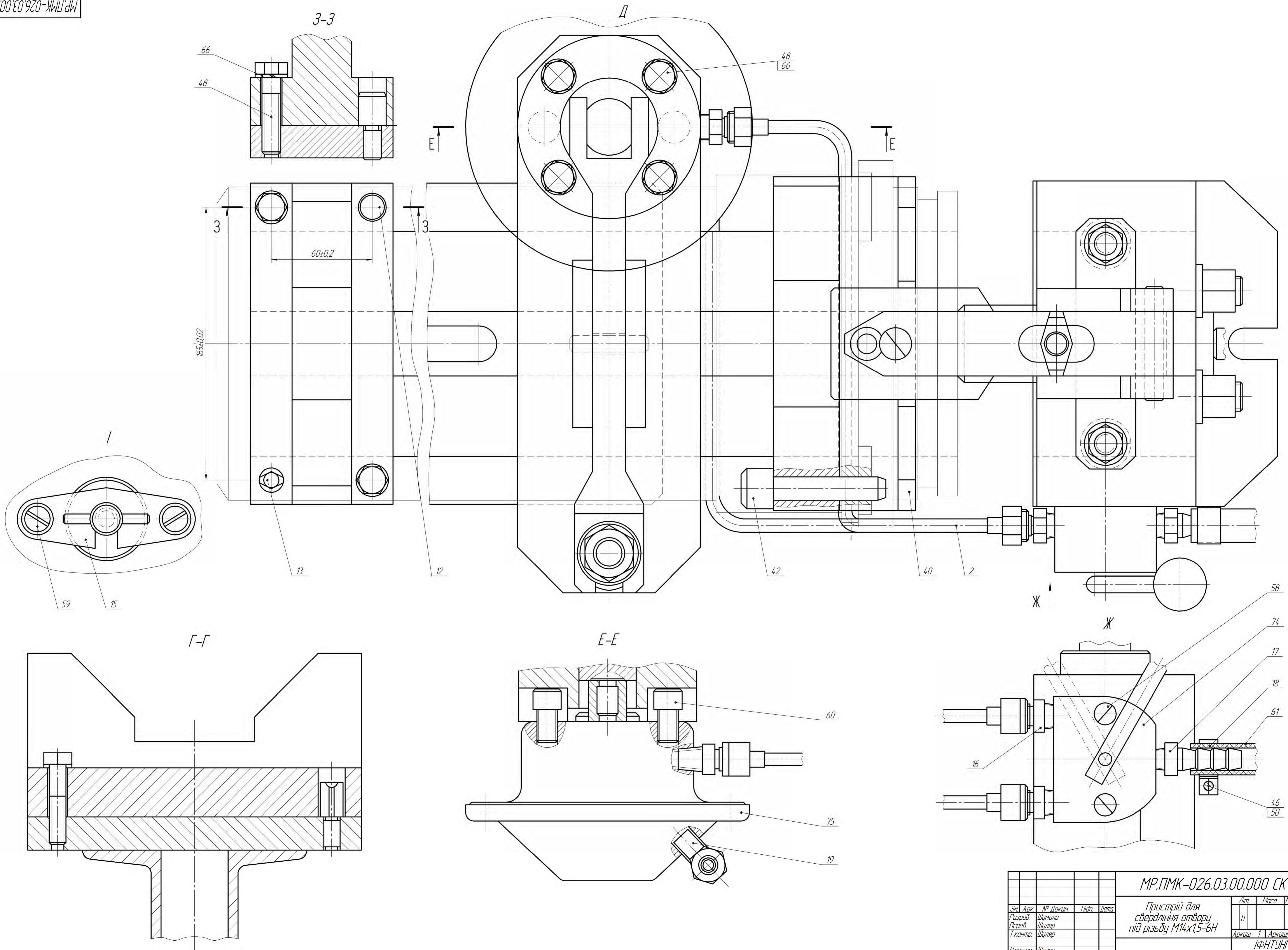
- 1. Пневмокамера повинна працювати на стиснутому повітрі при тиску в пневмосистемі 0,4 МПа.
- 2. Тиск зрушення діафрагми без навантаження не повинен бути більший 0,04 МПа.
- 3. Підняття тиску не більше 0,65 МПа.
- 4. Пристрій застосувати для свердління отвору під різьбу М14х1,5-6Н.
- 5. Маркувати позначення пристрою, позначення оброблюємої деталі, модель верстату.
- 6. * Розміри для довідок.

МР.ПМК-026.03.00.000 СК					Лит			Маса			Масштаб			
Зм.	Арк.	№ Доким.	Підп.	Дата	Н									
Разроб.	Шуляро													
Перев.	Шуляро													
Т.контр.	Шуляро													
Н.контр.	Шуляро													
Затв.	Панчик													

МР.ПМК-026.03.00.000 СК

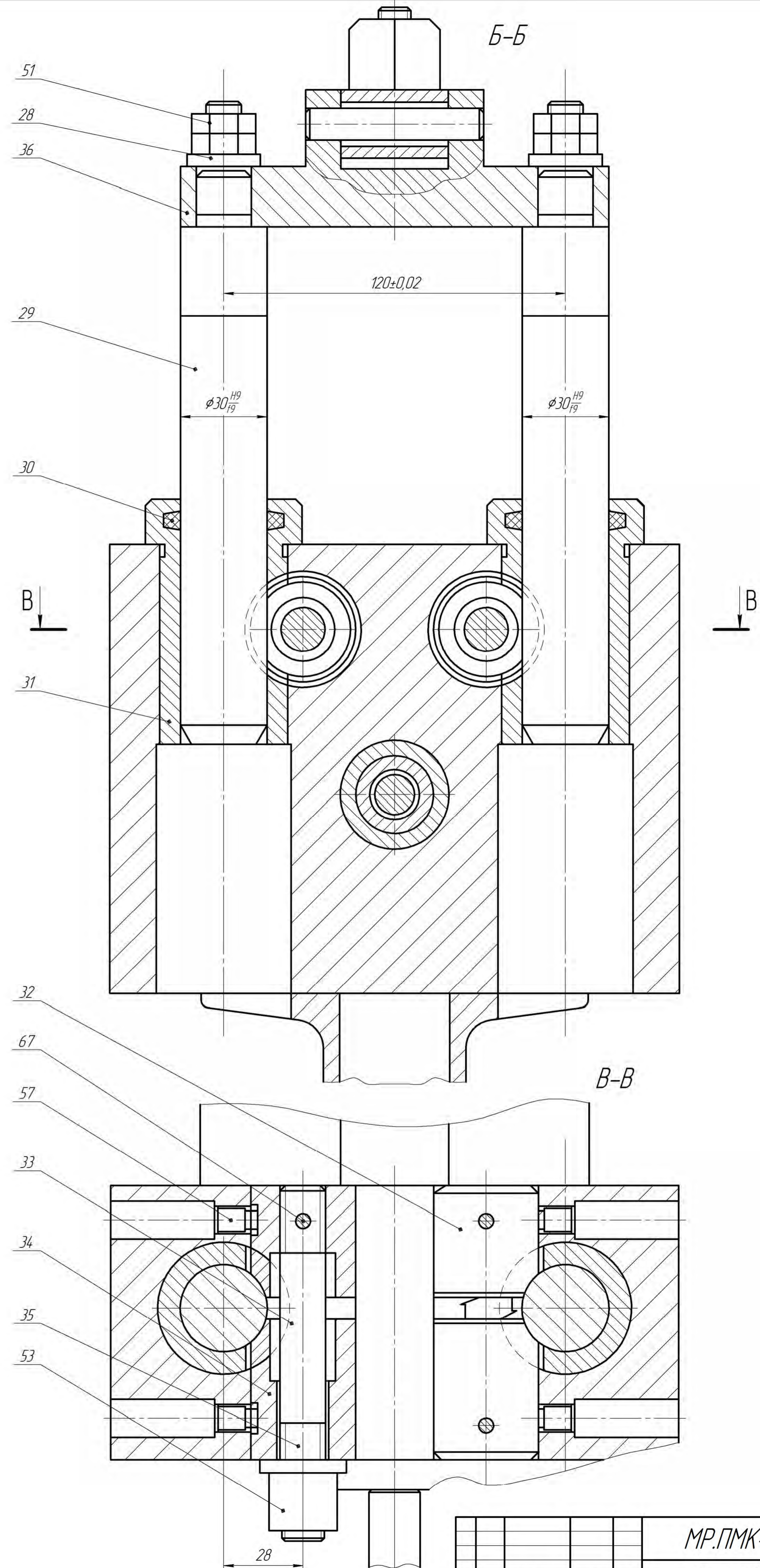
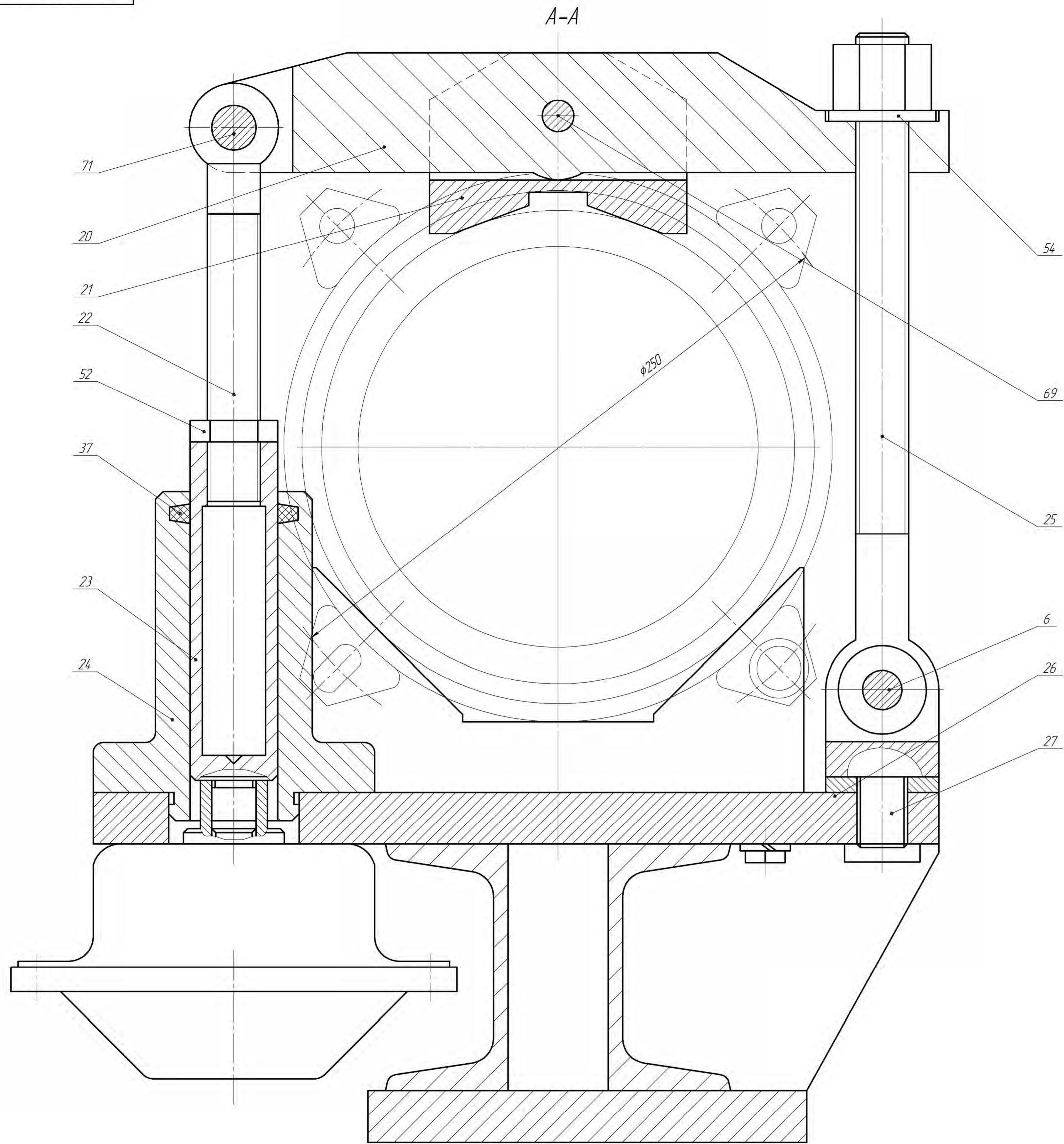
Пристрій для свердління отвору під різьбу М14х1,5-6Н

Лит
Н
Маса
Масштаб
1:1
Аркш 2 Аркшів 3
ІФНТЧНГ
ПМКМ-24-1

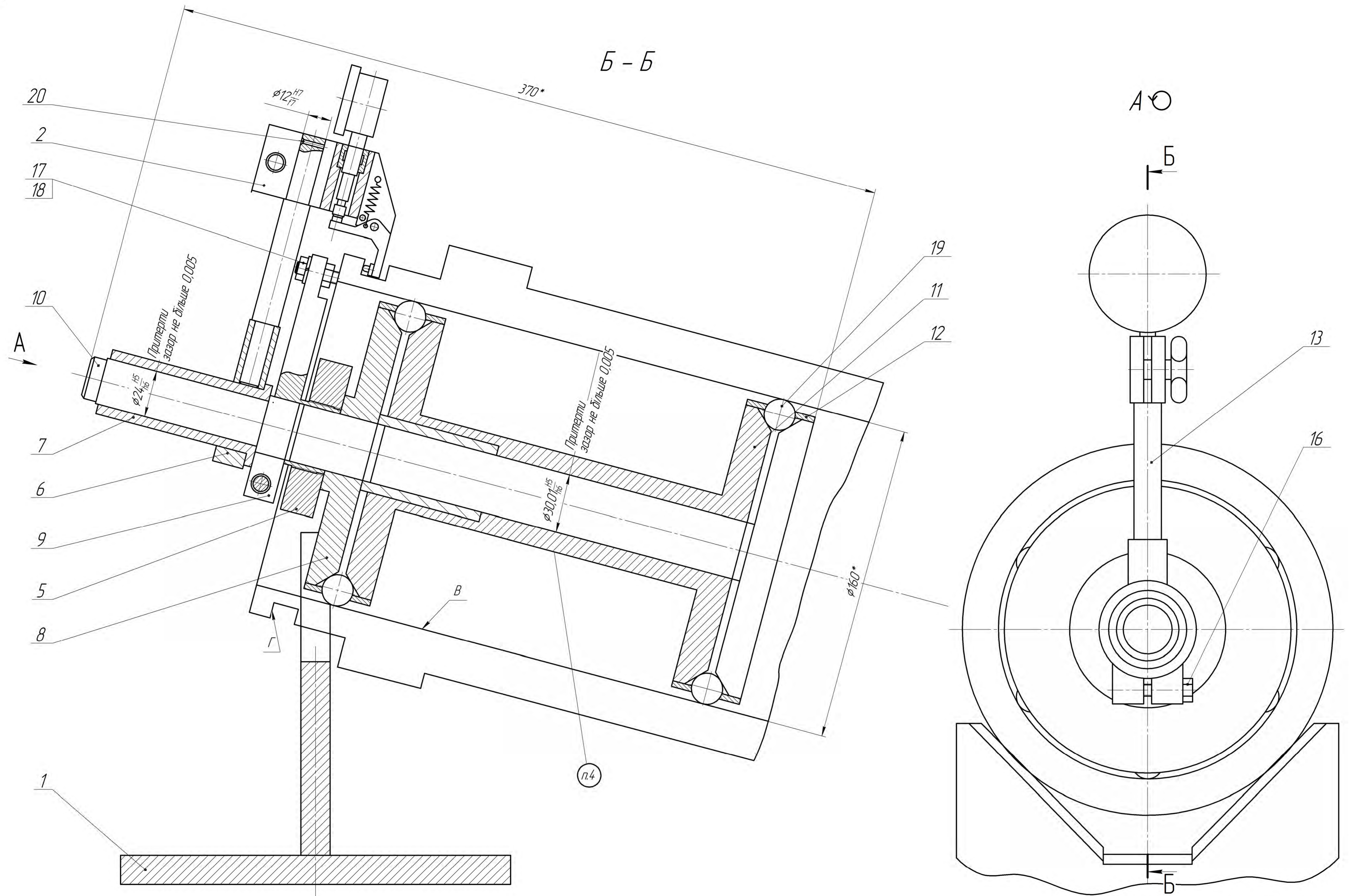


МР.ПМК-026.03.00.000 СК					Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ Док.	Підп.	Дата	Н		1:1
Разроб.	Шульга				Аркш	1	Аркшів
Перев.	Шульга						3
Т.контр.	Шульга				ІФНТЧНГ		
Н.контр.	Шульга				ПМКМ-24-1		
Затв.	Панчик						

Пристрій для свердління отвору під різьбу М14х1,5-6Н



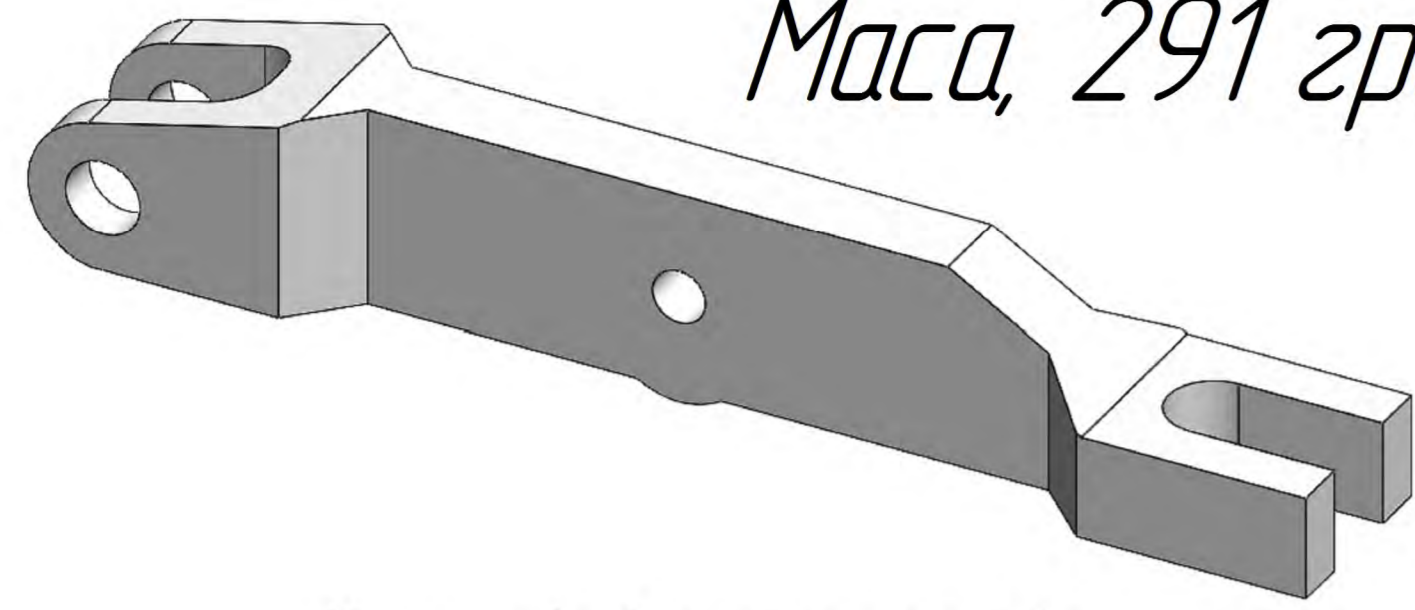
MP.ПМК-026.03.00.000 СК				Лист	Маса	Масштаб
Пристрій для свердління отвору під різьду M14x1,5-6H				н		1:1
Зм. Арк.	№ Док.	Підп.	Дата	Архив 3	Архив 3	
Разроб.	Шуляк			ІФНТЧНГ		
Перев.	Шуляк			ПМКМ-24-1		
Т.контр.	Шуляк					
Н.контр.	Шуляк					
Затв.	Панчик					



1. Прилад призначений для контролю допуску торцевого діаметра поверхні Г відносно поверхні В в гільзі Ц4.2.110
2. Дійсна величина відхилення рівна найбільшому розмаху стрілки індикатора
3. * Розміри для довідок
4. Маркування позначення пристрою контрольного, позначення гільзи Ц4.2.110 СК

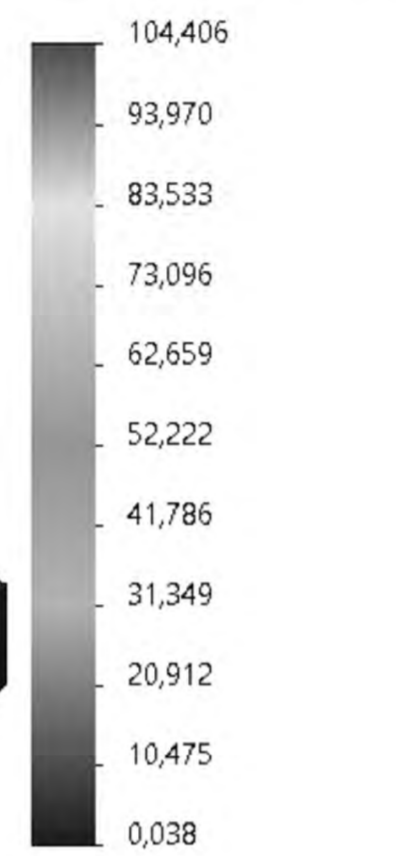
					MP.ПМК-026.04.00.000 СК			
Зм.	Арк.	№ Листів	Підп.	Дата	Пристрій контрольний	Лит	Маса	Масштаб
Розроб.	Шкляр					Н		1:1
Перев.	Шкляр					Архи	Архив	1
Т.контр.	Шкляр					ІФНТЧНГ ПМКМ-24-1		
Н.контр.	Шкляр							
Затв.	Панчик							

Маса, 291 грам



Неоптимізована конструкція

von Mises (N/mm² (MPa))



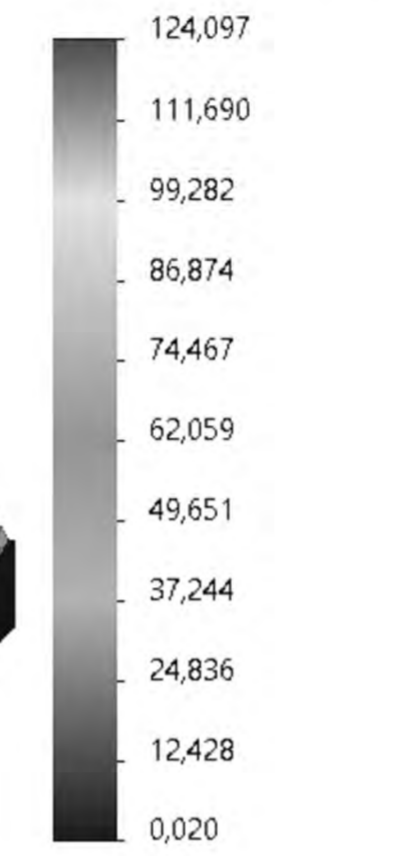
→ Предел текучести: 620,422

Маса, 188 грам



Оптимізована конструкція

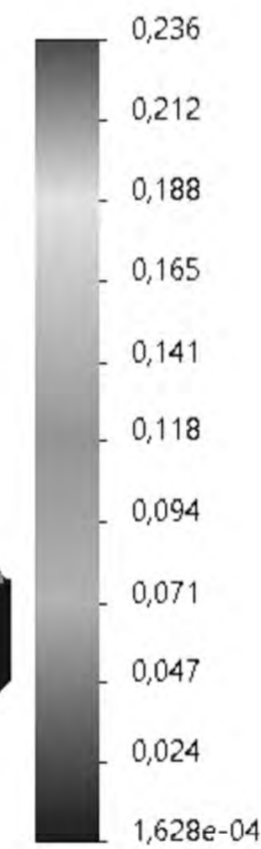
von Mises (N/mm² (MPa))



→ Предел текучести: 620,422

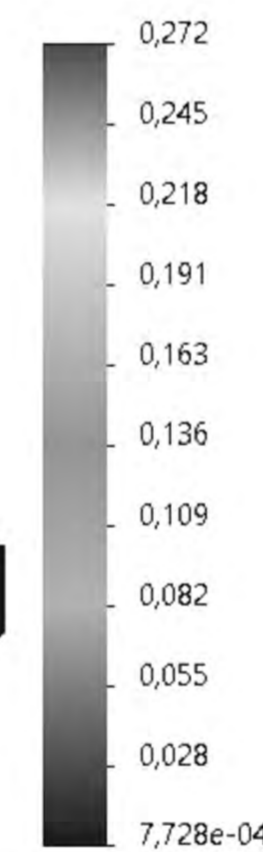
Еквівалентні напруження

URES (mm)

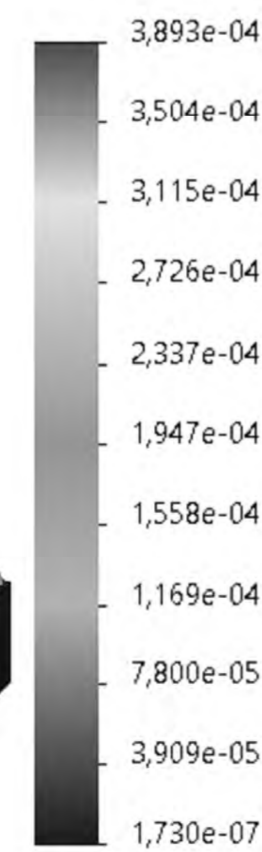


Переміщення

URES (mm)

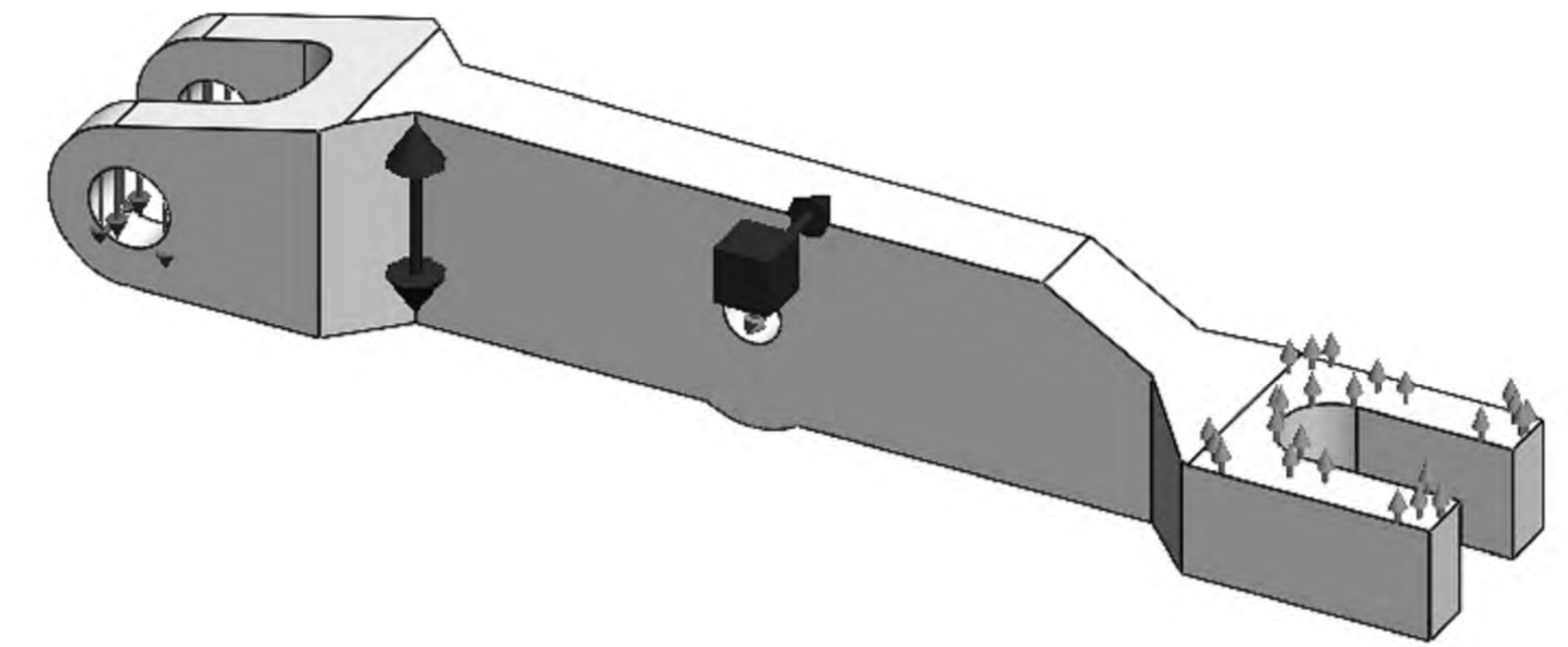
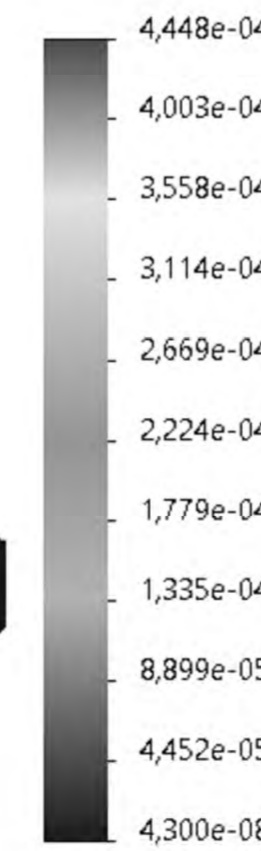


ESTRN

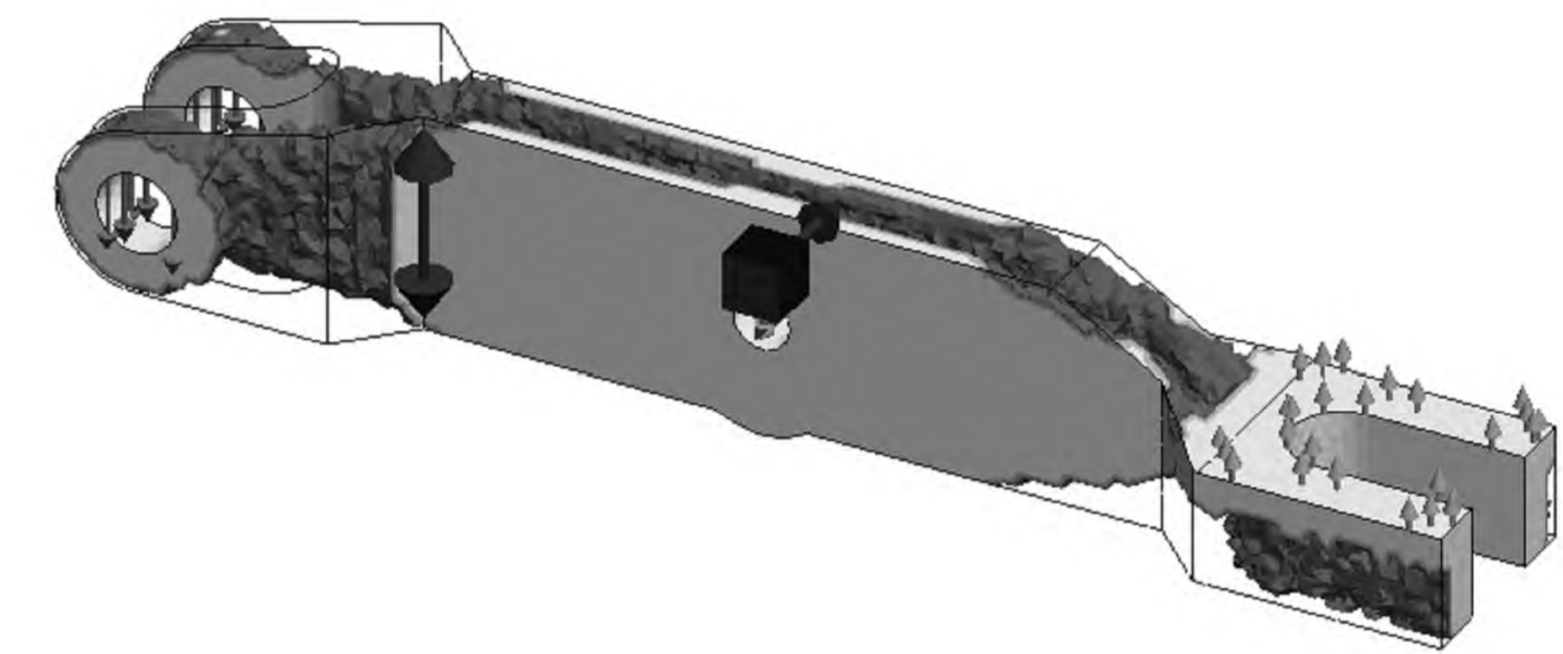
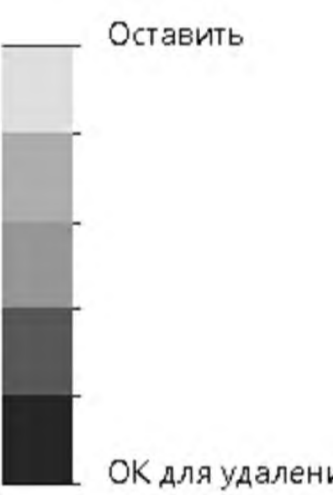


Деформація

ESTRN



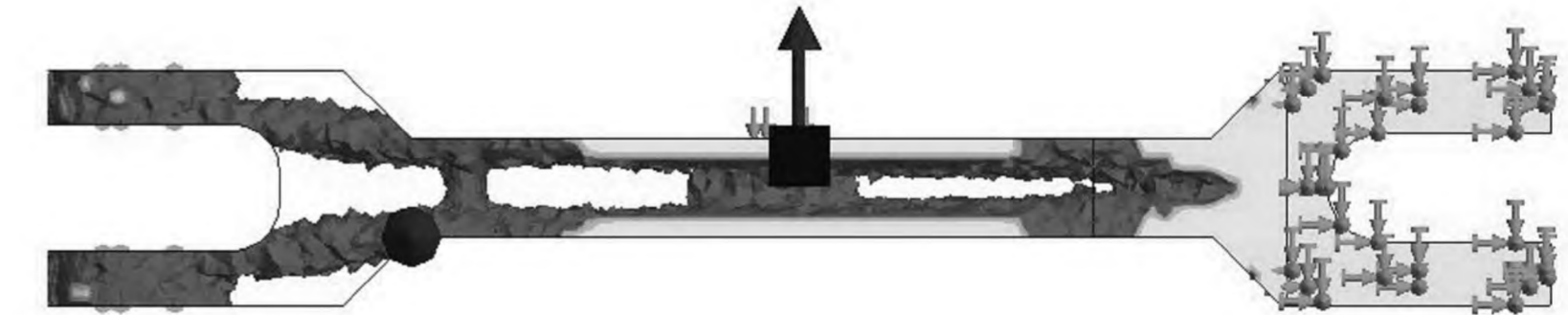
Маса матеріала



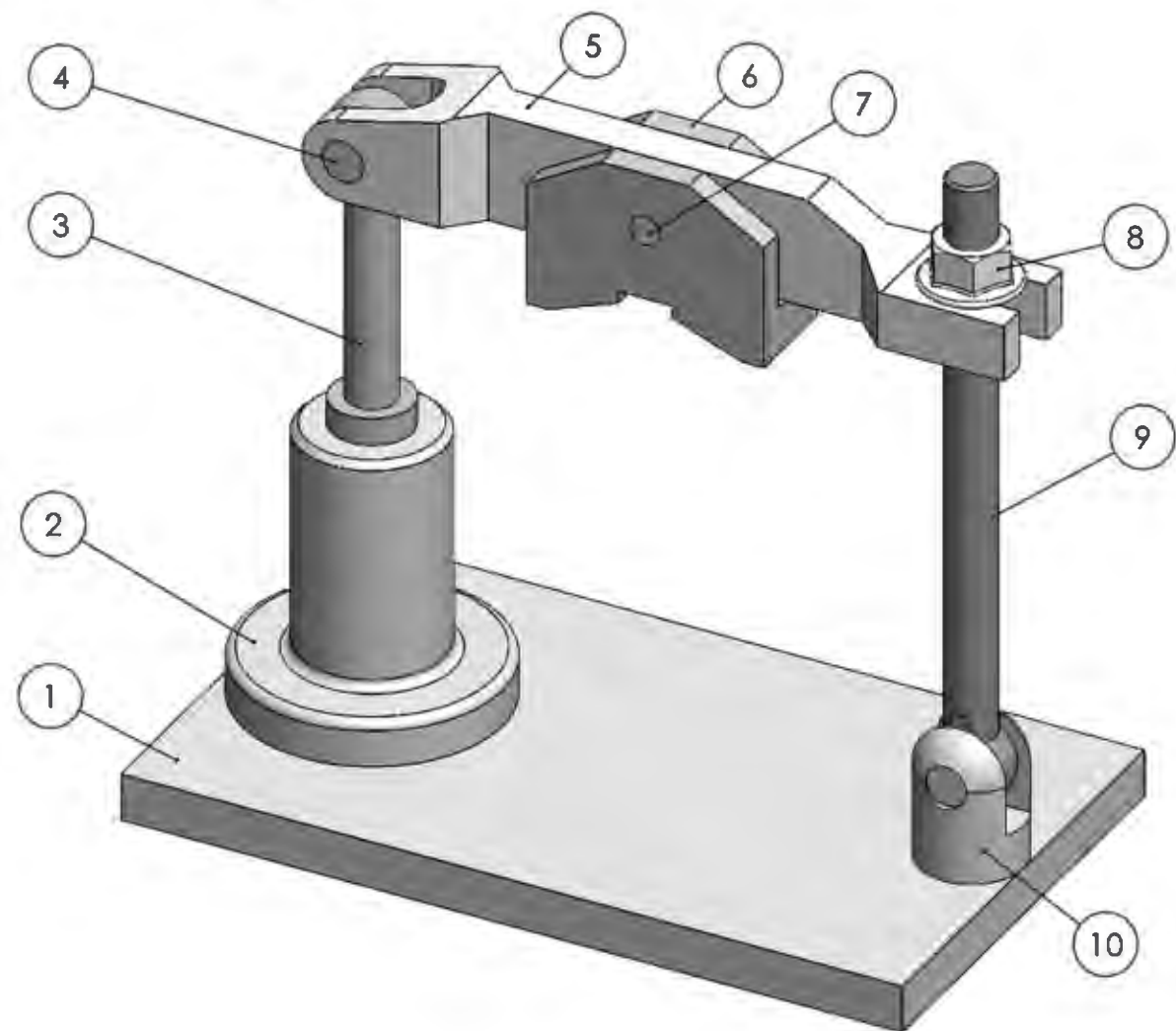
Маса матеріала



Маса матеріала



					МР.ПМК-026.05.01.000 СХ			
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата	Імітаційне дослідження	Лист	Маса	Масштаб
Разроб.	Шуляк					Н		-
Перев.	Шуляк					Архив	Архив	1
Т.контр.	Шуляк					ІФНТЧНГ ПМКМ-24-1		
Н.контр.	Шуляк							
Затв.	Панчук							



1 - основа; 2 - напрямна; 3 - шток;
 4 - вісь; 5 - важіль; 6 - прижим; 7 - вісь;
 8 - гайка; 9 - гвинт; 10 - кільце; 11 - шток; 12 - гайка натискна;
 13 - фланець різьбовий; 14 - опора
 Рисунок 1 - 3D-модель досліджуваного притискного пристрою

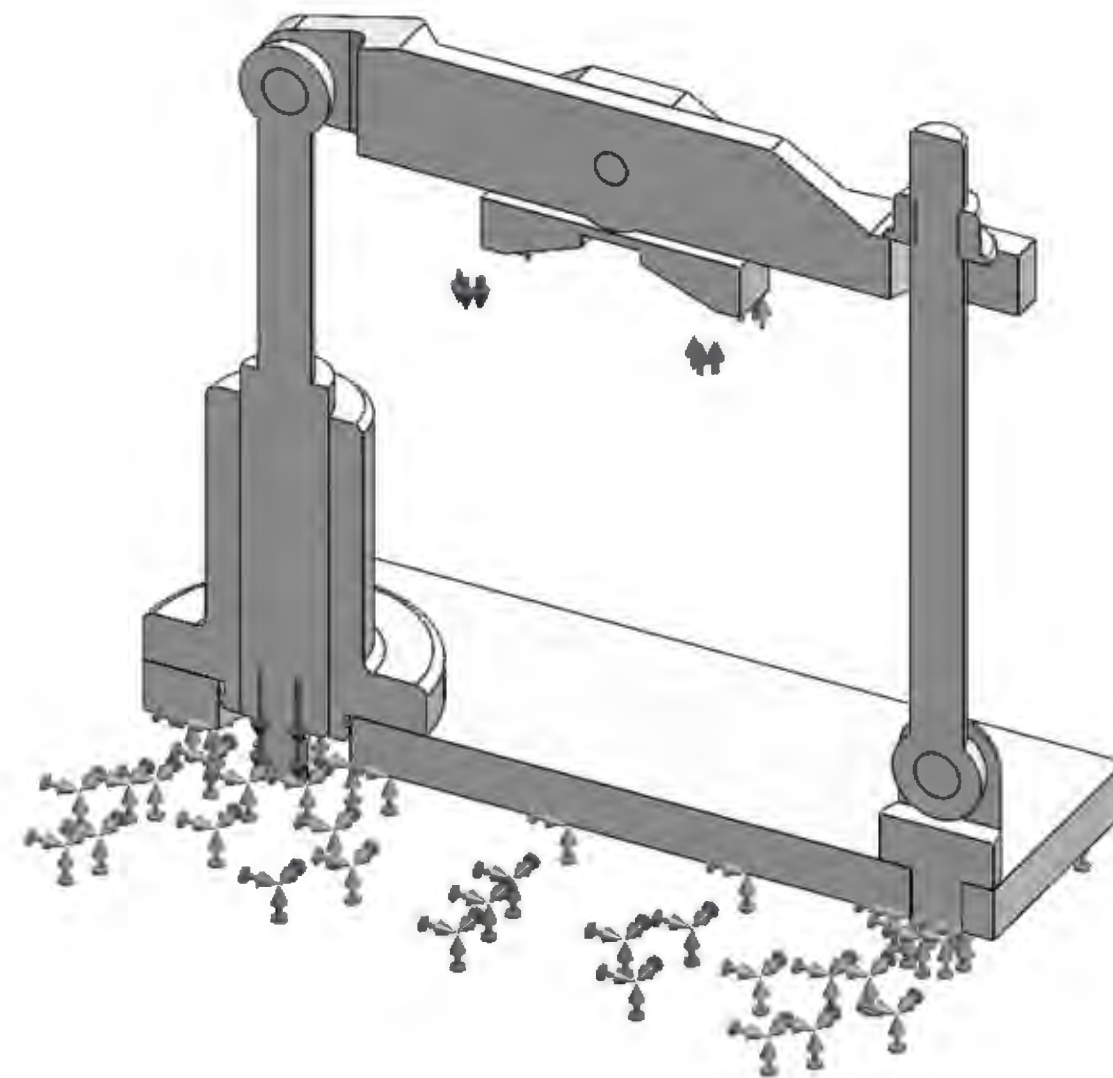


Рисунок 2 - Розрахункова схема

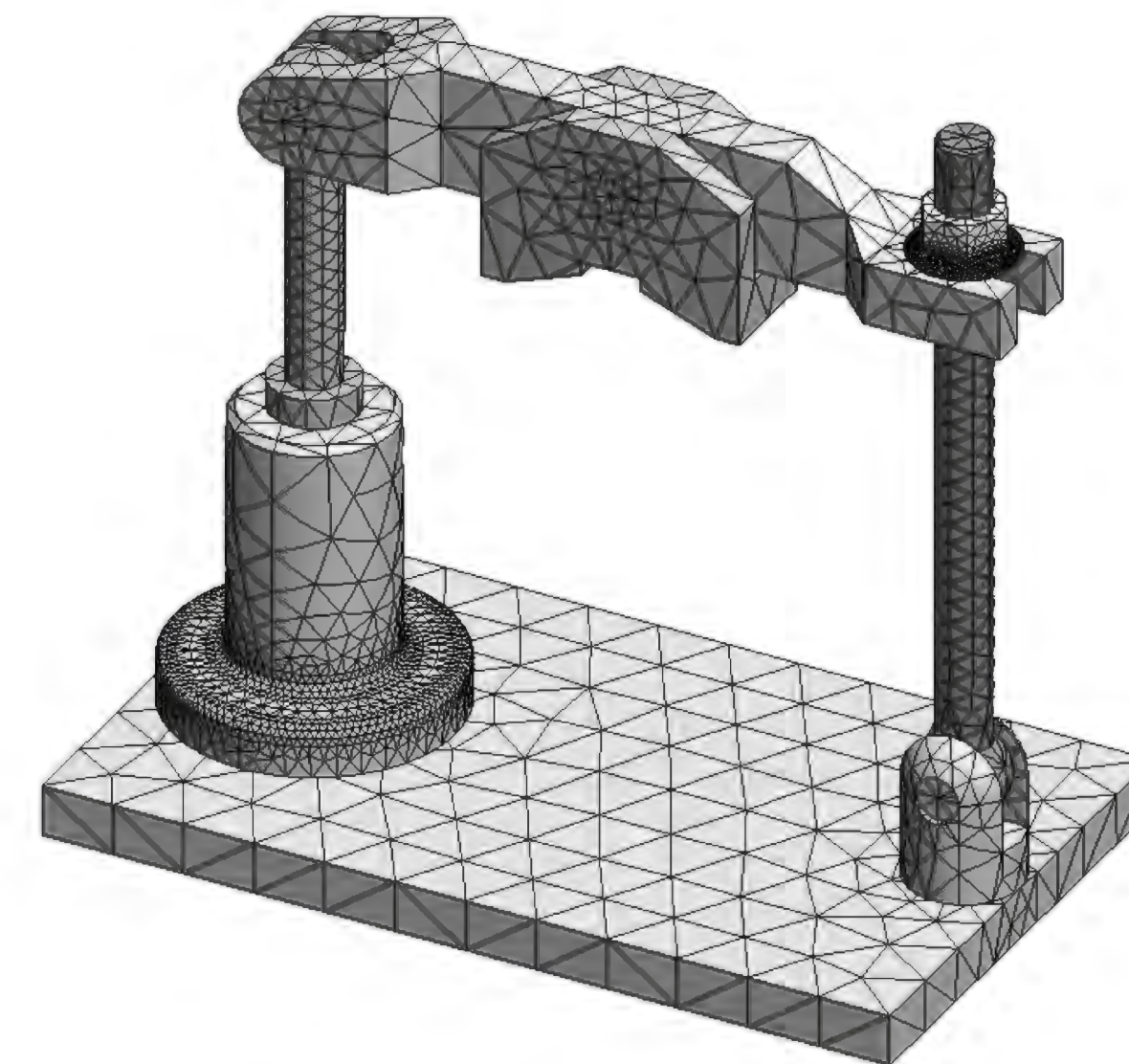


Рисунок 3 - Сітка скінченних елементів

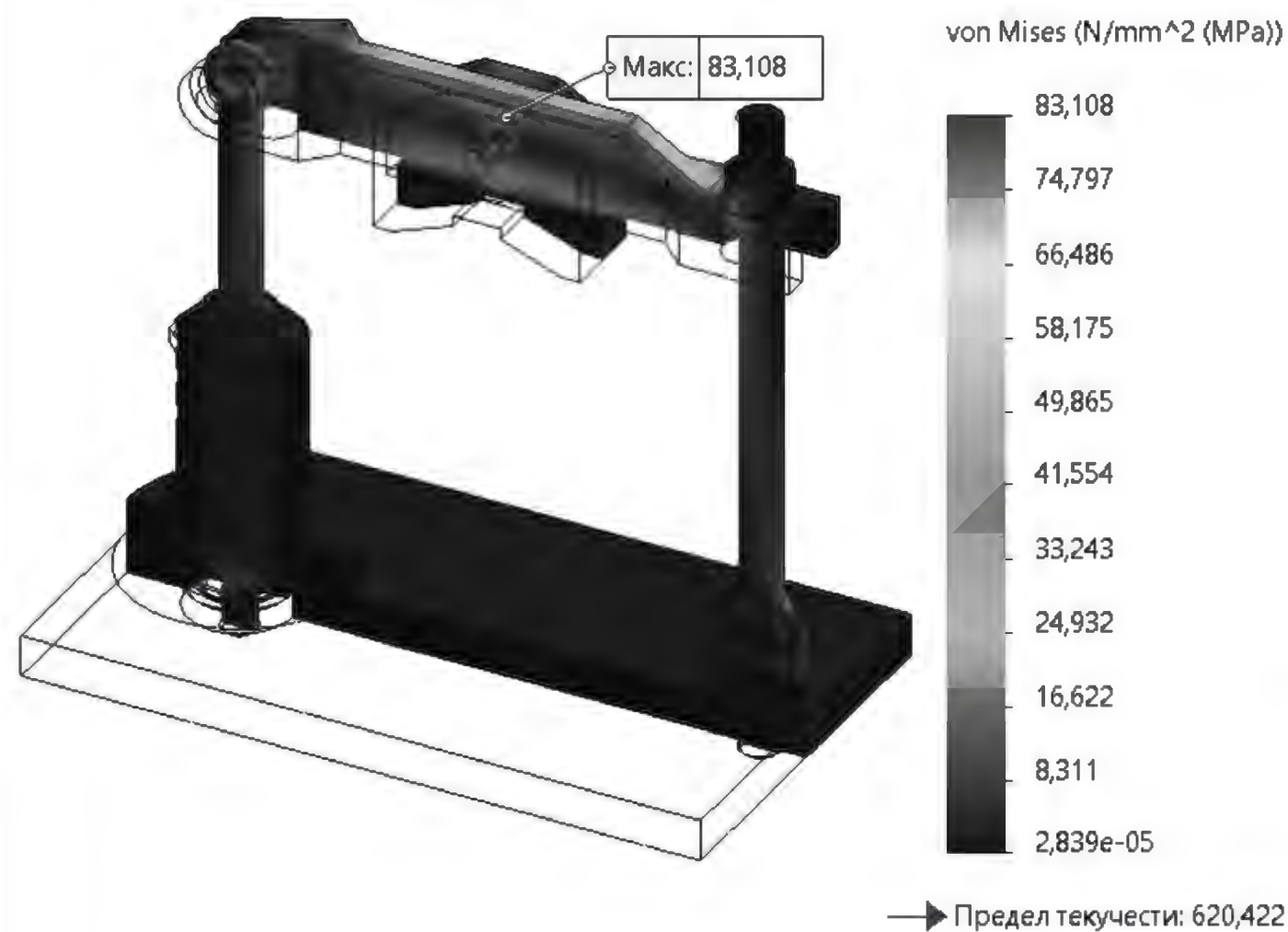


Рисунок 4 - Розподіл еквівалентних напружень

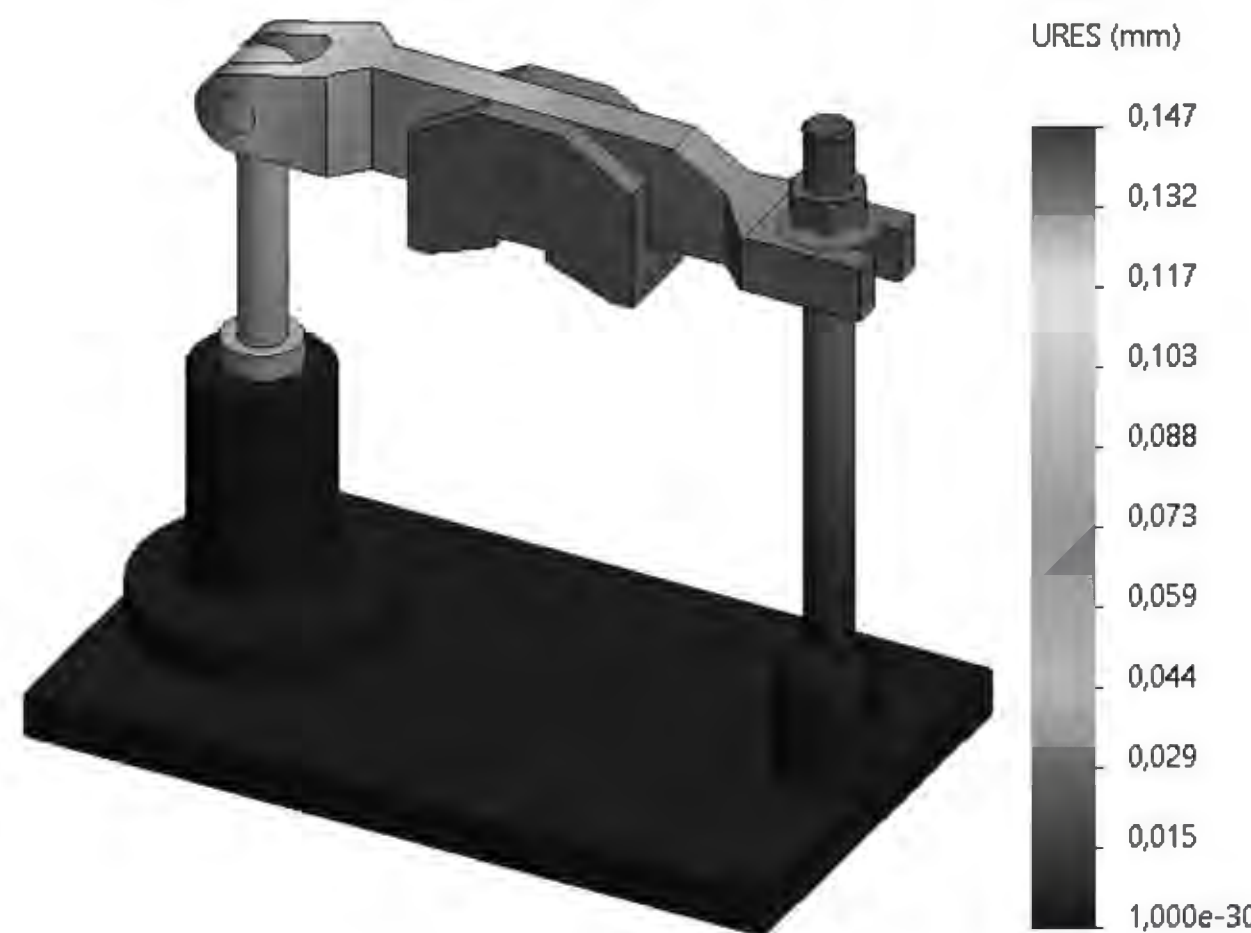


Рисунок 5 - Переміщення у притискному пристрої



Рисунок 6 - Деформація

					MP.ПМК-026.05.02.000 СХ			
Эм.	Арх.	№ Доким.	Підп.	Дата	Тривимірна модель	Лит	Маса	Масштаб
Разраб.	Шуляро					Н		-
Перев.	Шуляро					Архив	Архив	1
Н.контр.	Шуляро				ІФНТУНГ			
Затв.	Панчик				ПМКМ-24-1			