

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Николайчук Мирослав Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Технологія виготовлення деталі "Вал АМ2132-24-405"

(назва роботи)

Прикладна механіка

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

М. М. Николайчук

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Карпик Роман Тимофійович к.т.н., доц.

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

професор

(посада)

(підпис)

(дата)

В.Г. Панчук

(ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних розробок. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

м.Івано-Франківськ-2021 рік

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень - бакалавр

Спеціальність 131-Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри

В.Г. Панчук

« » 20 року

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

Николайчуку Мирославу Михайловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія виготовлення деталі ” Вал АМ2132-24-405”

керівник роботи Карпик Роман Тимофійович к.т.н., доц

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “10”березня 2021 року № 93/7

2. Строк подання студентом роботи до 15.06.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Робоче креслення деталі;

2. Типовий технологічний процес (базовий)

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

1. Конструкторсько-технологічний аналіз

2. Проектування технології виготовлення деталі

3. Проектування технологічної оснастки

4. Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

5. Висновки

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

1. Креслення деталі і заготовки

2. Карти технологічної обробки деталі

3. Складальне креслення пристрою для механічної обробки деталі

4. Креслення контрольного пристрою

5. Науково-дослідна частина

6. Керуюча програма для обробки деталі на верстаті з ЧПК

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1, 2, 3, 4, 5	Карпик Р.Т. професор кафедри КМВ		

7. Дата видачі завдання 12 березня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Конструкторсько-технологічний аналіз	26.03.2021	
2	Карти технологічної обробки деталі		
	деталі	20.04.2021	
3	Проектування технологічної оснастки	20.05.2021	
4	Створення керуючої програми для обробки на		
	верстаті з ЧПК	02.06.2021	
5	Науково-дослідна частина	09.06.2021	
6	Графічна частина	12.06.2021	
7	Пояснювальна записка	15.06.2021	

Студент _____
(підпис)

Николайчук М.М.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Карпик Р.Т.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної бакалаврської роботи: «Технологія виготовлення деталі "Вал АМ2132-24-405"».

Розрахунково-пояснювальна записка: сторінки, рисунків, таблиць, посилань, аркушів ф. А4 додатків.

Графічна частина: 5 аркушів формату А1.

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження – деталь "Вал АМ2132-24-405"

Мета роботи – розробити технологічний процес виготовлення валу АМ2132-24-405, який дозволить отримати деталь згідно технічних вимог.

Відповідно до поставленого завдання у бакалаврській роботі проведено аналіз конструкції та типовий технологічний процес її виготовлення; метод отримання заготовки. За результатами аналізу, та враховуючи рекомендації літературних джерел було запропоновано проектний технічний процес її виготовлення для заданого типу виробництва, відповідно якому: обґрунтовано спосіб отримання заготовки; розраховано припуски та режими різання, а також норми часу на механообробні операції. Для підвищення продуктивності праці та забезпечення техніки безпеки при обробці деталі на вертикально-фрезерному верстаті, спроектовано спеціальний верстатний пристрій, працездатність якого підтверджено розрахунками наведеними в пояснювальній записці. Запропоновано конструкцію та спроектовано контрольний пристрій для перевірки радіального биття у деталі вал, яка підтверджує правильність її виготовлення. У науково-дослідній частині роботи проведено дослідження різбового механізму верстатного пристрою, яке підтверджує його працездатність. В додатках наведена технологічна документація та специфікація пристроїв.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі.

Ключові слова: *деталь, заготовка, технологічна операція, режими різання, швидкість різання, оснастка, пристрій, сила затиску, інструмент.*

Студент: Николайчук М.М.

SUMMARY

of Qualification bachelor's work: «Technology of manufacturing of the component " Shaft AM2132-24-405"».

Calculation and explanatory note: __ pages, __ figures, __ tables, __ references, __ sheets of A4 format of annexes.

Graphic part: 5 sheets of A1 format.

The object of research is the technological process of mechanical processing.

The subject of research is a component "Shaft AM2132-24-405"

The purpose of the work is to develop the technological process of making shaft AM2132-24-405, which will allow to obtain the component in accordance with technical requirements.

In accordance with the task in the bachelor's work, the analysis of structure and the typical technological process of its manufacturing were carried out; the method of obtaining the workpiece. According to the results of the analysis, and taking into account the recommendations of literary sources, a draft technological process of its manufacturing for a given type of production was proposed, according to which: the method of obtaining the workpiece was substantiated; allowances and modes of cutting, as well as the norms of time for machining operations, were calculated. To increase productivity and ensure safety when processing parts on a vertical milling machine with automatic tool change, a special machine tool is designed, the efficiency of which is confirmed by the calculations given in the explanatory note. The structure is proposed and a control device for checking the radial beat in the spindle component is designed, which confirms the correctness of its manufacture. In the research part of the work, a study of the threaded mechanism of the machine tool was carried out, which confirms its effectiveness. The annexes provide technological documentation and devices' specifications.

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

Keywords: *component, workpiece, technological operation, modes of cutting, speed of cutting, rigging, device, clamping force, tool.*

Student: Nykolaichuk M.M.

Зміст

стор.

Вступ.	
1 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ	
1.1 Аналіз призначення і конструкції деталі	
1.2 Аналіз технологічності деталі	
1.3 Визначення організаційних умов виробництва	
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі.	
2 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ	
2.1 Вибір заготовки	
2.2 Вибір маршруту і операцій обробки деталі	
2.3 Вибір засобів технологічного оснащення	
2.4 Визначення міжопераційних припусків і розмірів обробки	
2.5 Визначення режимів різання	
2.6 Нормування технологічної операції	
2.7 Аналіз техніко-економічних показників	
3 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСНАСТКИ.	
3.1 Пристрій для механічної обробки	
3.2 Контрольного пристрою.	
4 СТВОРЕННЯ КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ ОБРОБКИ НА ВЕРСТАТІ З ЧПК.	
5 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА «ВПЛИВ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛУ НА МІЦНІСТЬ РІЗЬБИ ЕЛЕМЕНТА ЗАТИСКНОГО МЕХАНІЗМУ ОСНАСТКИ»	
6 ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.	
7 ДОДАТКИ.	
Комплект технологічної документації.	
Програма на верстати ЧПК.	
Специфікації загальних видів складальних креслень пристроїв.	
8 ГРАФІЧНА ЧАСТИНА	
Креслення в кількості 5 листів формату А1	

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ			
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розроб.		Николайчук М.М			Технологічний процес механічної обробки деталі Вал АМ2132-24-405	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Карпик Р. Т.						
Реценз.						ІФНТУНГ		
Н. Контр.		Карпик Р. Т.						
Затверд.		Панчук В. Г.						

Вступ

Машинобудування є основою науково-технічного прогресу в різних галузях народного господарства. Безперервне вдосконалення і розвиток машинобудування пов'язано з прогресом верстатобудування, оскільки металорізальні верстати разом з іншими видами технологічних машин забезпечують виготовлення будь-яких нових видів обладнання. Економічна незалежність будь-якої держави в значній мірі залежить від рівня розвитку її верстатобудування. На жаль, в колишньому Радянському Союзі верстатобудування, як і всі інші галузі промисловості, розвивалося дуже повільно, значно поступаючись за темпами розвитку від промислово розвинених країн світу. Продукція верстатобудування відзначалася великою металоємністю, енергоємністю, недосконалими системами керування як окремими верстатами, так і верстатними комплексами. В той час, як в світовій практиці чітко спрацювала тенденція на створення безлюдних технологій, в тому числі і в машинобудуванні, в колишньому Радянському Союзі більшість верстатів випускалися з ручними системами керування. Тільки на початку 80-их років почала проявлятися вказана тенденція, яка в розвинутих країнах набула домінуючого положення. В цей час особлива увага була приділена числовому програмному керуванню верстатами. На основі застосування мікропроцесорних систем керування почалося переформування верстатів у верстатні модулі, які відзначаються гнучкістю і універсальністю з високим рівнем автоматизації. Верстатний модуль здатний забезпечувати обробку заготовок широкої номенклатура в автономному режимі на основі малолюдної або навіть безлюдної технології. Верстатні модулі є базою для розвитку гнучкого автоматизованого виробництва, яке дозволяє різко підвищити продуктивність праці в умовах середньо-серійного виробництва. Набуло розвитку використання гнучких виробничих систем, які складаються з набору верстатів, маніпуляторів (інших транспортуючих і завантажувально - розвантажувальних автоматичних пристроїв), засобів контролю, об'єднаних загальним керуванням від електронне обчислювальних машин (ЕОМ). Вони дозволяють і в багато номенклатурному

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

велико-серійному виробництві стимулювати науково-технічний прогрес, швидкий, з мінімальними витратами перехід до випуску нових більш досконалим зразків продукції. Перехід від використання набору верстатів та інших технологічних машин до машинних систем у вигляді гнучких виробничих систем технологічного обладнання крім підвищення продуктивності праці дозволяє корінним чином змінити весь характер машинобудівного виробництва. Створюються умови поступового переходу до працезберігаючого виробництва при найвищому рівні автоматизації. Вдосконалення верстатів призвело до підвищення швидкостей робочих і допоміжних рухів при відповідному підвищенні потужностей приводів верстатів. Особливого значення набуло підвищення надійності верстатів за рахунок насичення їх засобами контролю і вимірювання, а також введенням у верстати систем діагностування. Нові види інструментів з композиційних матеріалів дозволяють реалізувати швидкості різання до 2 км/год, а швидкість подачі довести до 30 м/хв. Це в свою чергу вимагає вдосконалення конструкції верстатів. А воно, на жаль, за часи нашої незалежності розвивається не кращим чином. Не відбулася необхідна реструктуризація, не оновлюється застарілий верстатний парк, не впроваджуються необхідні нові технології. А такий стан машинобудування впливає відповідним чином негативно і на всю економіку України в цілому

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ

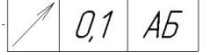
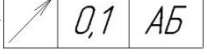
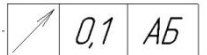
1.1 Аналіз, призначення та конструкції деталі

Деталь вал АМ2132-24-405 служить елементом кривошипно-шатунного механізму для систем автоматичної подачі заготовок для комбінованих штамів холодно листового штампування. Вал встановлюється діаметром 70 мм на два підшипника в демпфері в шести-позиційній поворотній головці яка повертається з інтервалом кроку заготовок. Торцева поверхня діаметра 50 мм служить опорою осевого амортизаційного механізму який направляється відносно осі діаметром 20 мм та встановлюється на два опорних пальці в отвори діаметром 4 мм та кріпиться двома болтами в різьбових отворах М6. А також пружні елементи впираються в опорне кільце, що встановлюється в канавці розміром 2,8 мм та поглинають залишкові вібрації. На діаметр 60 мм встановлюється ексцентрик який складається з двох частин. Одна частина встановлюється в упор торцевої поверхні діаметра 80 мм до якої за допомогою болтового з'єднання кріпиться другий елемент ексцентрика, що одночасно встановлюється в паз вала та кріпиться болтами в отворах М10. Ексцентрик в парі з двох частин утворює складну форму внутрішньої поверхні заготовки за яку її зачіпляє. При повороті на 90 градусів поворотної головки ексцентрик контактує з іншим механізмом системи і передає крутний момент на вал, що в свою чергу повертається на 90 градусів і заготовка передається з ексцентрика іншому механізму системи.

Конструктивні елементи вала витримують та гармонійно зрівноважують розподіл напружень які виникають від діючих сил та крутних моментів в системі. Матеріал вала сталь 45 повністю відповідає своєму призначенню і переважно служить для виготовлення: валів, валів-шестірень, колінчатих валів, шпинделів, циліндрів і ін. При відсутності даного матеріалу його можна замінити сталями: 40Х, 50, 50Г2. Даний вал повинен мати твердість 220..248 НВ, вона забезпечується покращенням. Хімічні та механічні властивості сталі 45 наведені у табл. 1.2., 1.3. Детальний опис конструкції вала з пронумерованими поверхнями та їхню конфігурацією з розмірами, допусками форм та шорсткістю поверхонь наведені на рисунку 1.1 та занесено у табл. 1.1.

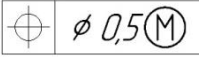
					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 — Характеристика поверхонь деталі (Вал АМ 2132-24-405)

№ пов. (показ. на кресл.)	Геометрич на форма, профіль поверхні	Службове призначення (функції) поверхні	Розмір, мм	Допуск, мкм	Квалітет точності	Точність форми, розміщення	Шорсткість поверхні R_a , мкм
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Фаска.	Вільна поверхня	1×45^0	250	14	—	$Ra\ 6,3\ (4)$
2	Торцева поверхня	Вільна поверхня	220	1150	14	—	$Ra\ 6,3\ (4)$
3	Зовнішня циліндрична поверхня	Для направлення відносно осі суміжної деталі у вузлі	$\varnothing 20$	13	6		$Ra\ 1,6\ (6)$
4	Торцева поверхня	Для упору суміжної деталі	5	300	14	—	$Ra\ 6,3\ (4)$
5	Зовнішня циліндрична поверхня	Направляюча поверхня для суміжної деталі	$\varnothing 50$	740	14	—	$Ra\ 6,3\ (4)$
6	Торцева поверхня	Для упору суміжної деталі	15	430	14		$Ra\ 3,2\ (5)$
7 - 9	Зовнішня циліндрична поверхня	Для посадки підшипників	$\varnothing 70$	19	6		$Ra\ 1,6\ (6)$
10 - 11	Фаска.	Вільна поверхня	0.5×45^0	250	14	—	$Ra\ 6,3\ (4)$
12	Зовнішня циліндрична поверхня	Вільна поверхня	$\varnothing 69$	740	14	—	$Ra\ 6,3\ (4)$
13	Торцева поверхня	Для упору підшипника	137	1000	14		$Ra\ 3,2\ (5)$
14 - 15	Фаска.	Вільна поверхня	2×45^0	250	14	—	$Ra\ 6,3\ (4)$
16	Зовнішня циліндрична поверхня	Вільна поверхня	$\varnothing 80$	870	14	—	$Ra\ 6,3\ (4)$
17	Торцева поверхня	Для упору ексцентрика	63	740	14		$Ra\ 3,2\ (5)$
18	Зовнішня циліндрична поверхня	Для посадки суміжної деталі у вузлі	$\varnothing 60$	30	7	—	$Ra\ 1,6\ (6)$
19	Фаска.	Вільна поверхня	2×45^0	250	14	—	$Ra\ 6,3\ (4)$

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8
20	Торцева поверхня	Вільна поверхня	220	1150	14	—	Ra 6,3 (4)
21	Внутрішня торцева поверхня пазу	Для упору суміжної деталі	8	360	14	—	Ra 6,3 (4)
22- 23	Фаска.	Вільна поверхня	2×45 ⁰	250	14	—	Ra 6,3 (4)
24- 25	Внутрішня різбова поверхня.	Кріпильна поверхня.	M10-7H	15	7	—	Ra 6,3 (4)
26- 27	Внутрішня циліндрична поверхня.	Отвір під різьбу.	Ø8,5	360	14	—	Ra 6,3 (4)
28- 29	Внутрішня циліндрична поверхня.	Отвір під різьбу.	Ø5	300	14	—	Ra 1,6 (6)
30- 31	Різбова поверхня.	Кріпильна поверхня.	M6-7H	18	7		Ra 3,2 (5)
32- 33	Фаска.	Вільна поверхня	1×45 ⁰	250	14	—	Ra 6,3 (4)
34- 35	Паз. Стінки пазу.	Для передачі крутного моменту	20	520	14		Ra 3,2 (5)
36	Внутрішня частина канавки. Циліндрична поверхня.	Для посадки упорного кільця	Ø66	620	14	—	Ra 6,3 (4)
37- 38	Канавка. Стінки канавки.	Для упору кільця	2,8	250	14	—	Ra 6,3 (4)
39- 40	Отвір. Внутрішня циліндрична поверхня.	Для встановлення двох пальців	Ø4	18	8	—	Ra 1,6 (6)

Таблиця 1.2 — Хімічний склад (Сталь 45)

C %	Si %	Mn %	Cr	S	P	Cu	Ni	As
Не більше, %								
0.42-0.50	0.17-0.37	0.50-0.80	0.25	0.04	0.034	0.25	0.25	0.08

[1]

Таблиця 1.3 — Механічні властивості (Сталь 45)

Марка матеріалу	Твердість по Брінелю HB, не більше	Границя міцності при розтягу, σв МПа	Межа текучості σт, МПа	Відносне видовження, δ, %
Сталь 45	229	600	350	16

[1]

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Характеристика оброблюваності сталі 45:

У відповідності з системою класифікації по ISO-513:2012 конструкційна вуглецева якісна сталь 45 відноситься до групи ISO P – Сталь. Згідно класифікації групи P сталь входить до підгрупи конструкційних сталей з вмістом вуглецю в межах $0,25\% < C \leq 0,55\%$ і твердістю по Бринеллю в межах 190 – 250 HB. Це найбільша за складом група матеріалів, що включає різні сорти сталі – від нелегованих до високолегованих, включаючи сталеві виливки, феритну і мартенситну нержавіючу сталь. Як правило, матеріали даної групи мають хорошу оброблюваність, але це залежить від твердості сталі і процентного вмісту в ній вуглецю.

Оброблюваність матеріалу різанням також оцінюють коефіцієнтом оброблюваності швидкорізальним або твердосплавним різцем відносно еталонного матеріалу.

$$K_0 = \frac{V_{60}}{V_{ет.60}}, \quad (1.1)$$

де V_{60} – швидкість різання даного матеріалу при 60-хвилинній стійкості різця;
 $V_{ет.60}$ - швидкість різання еталонного матеріалу при 60-хвилинній стійкості різця.

Коефіцієнт оброблюваності для сталі 45 інструментом із швидкорізальної сталі [2]: $K_0 = 1,0$.

Коефіцієнт оброблюваності для сталі 45 інструментом із твердого сплаву [2]: $K_0 = 1,0$.

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Аналіз технологічності деталі

Деталь відноситься до деталей типу вал. Креслення виконано правильно і технологічно про це свідчить ряд факторів. Правило розмірного ланцюга витримано та показані всі необхідні розрізи, перерізи та вигляди для повного розуміння конструкції деталі. Проставлені всі розміри та загальна шорсткість. Вказані технологічні параметри, канавки, радіуси заокруглення під вихід інструменту.

На кресленні проставлена загальна шорсткість поверхонь $Ra = 6,3$ мкм, та не вказані граничні відхилення $H14$, $h14$, $\pm IT14/2$, твердість деталі досягається термічною обробкою струмом високої частоти (СВЧ). Визначаємо технологічність деталі по трьох показниках – коефіцієнту уніфікації, точності і шорсткості, для цього зводимо таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 – План механічної обробки поверхонь

№ поверхні	Послідовність обробки (методи, вид); інструменти	Точність, квалітет	Шорсткість, клас	Уніфіковані поверхні	Тип верстата; пристрій
1	2	3	4	5	6
1	Точити начорно; Різець	14	Ra 6,3 (4)	—	Токарний; Центри
2	Фрезерувати; Фреза торцева	14	Ra 6,3 (4)	—	Фрезерний; пристрій при верстаті
	Центрувати; Свердло				
3	Точити начорно; Різець	—	—	—	Токарний; Центри
	Точити начисто; Різець	—	—	—	
	Шліфувати; Абразивн. круг	6	Ra 1,6 (6)	—	Шліфувальний Центри.
4	Точити начорно; Різець	14	Ra 6,3 (4)	—	Токарний; Центри
5	Точити начорно; Різець	14	Ra 6,3 (4)	—	Токарний; Центри
6	Точити начорно; Різець	14	Ra 3,2 (5)	—	Токарний; Центри
7 - 9	Точити начорно; Різець	—	—	3	Токарний; Центри
	Точити начисто; Різець	—	—		Токарний; Центри
	Шліфувати; Абразивн. круг	6	Ra 1,6 (6)		Шліфувальний Центри.
10 - 11	Точити начорно; Різець	14	Ra 6,3 (4)	2	Токарний; Центри
12	Точити начорно; Різець	14	Ra 6,3 (4)	—	Токарний; Центри
13	Точити начорно; Різець	14	Ra 3,2 (5)	—	Токарний; Центри
14 - 15	Точити начорно; Різець	14	Ra 6,3 (4)	2	Токарний; Центри
16	Точити начорно; Різець	14	Ra 6,3 (4)	—	Токарний; Центри
17	Точити начорно; Різець	14	Ra 3,2 (5)	—	Токарний; Центри

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4	5	6
18	Точити начорно; Різець	—	—	—	Токарний; Центри
	Точити начисто; Різець	—	—		Токарний; Центри
	Шліфувати; Абразивн. круг	7	Ra 1,6 (6)		Шліфувальний Центри.
19	Точити начорно; Різець	14	Ra 6,3 (4)	—	Токарний; Центри
20	Фрезерувати; Фреза торцева	14	Ra 6,3 (4)	—	Фрезерний; пристрій при верстаті
	Центрувати; Свердло				
21	Фрезерувати; Фреза	14	Ra 6,3 (4)	—	Фрезерний; пристрій спеціальний
22 - 23	Зенкувати; Зенківка	14	Ra 6,3 (4)	2	Свердлильний; спец. пристрій
24 - 25	Нарізати різьбу; Мітчик	7	Ra 6,3 (4)	2	Свердлильний; спец. пристрій
26 - 27	Центрувати; Свердло	—	—	2	Свердлильний; пристрій спеціальний
	Свердлити; Свердло	14	Ra 6,3 (4)		
28 - 29	Центрувати; Свердло	—	—	2	Свердлильний; пристрій спеціальний
	Свердлити; Свердло	14	Ra 1,6 (6)		
30 - 31	Нарізати різьбу; Мітчик	7	Ra 3,2 (5)	2	Свердлильний; спец. пристрій
32 - 33	Зенкувати; Зенківка	14	Ra 6,3 (4)	2	Свердлильний; спец. пристрій
34 - 35	Фрезерувати; Фреза	14	Ra 3,2 (5)	2	Фрезерний; пристрій при верстаті
36	Точити начорно; Різець	14	Ra 6,3 (4)	—	Токарний; Центри
37-38	Точити начорно; Різець	14	Ra 6,3 (4)	2	Токарний; Центри
39-40	Центрувати; Свердло	—	—	2	Свердлильний; пристрій спеціальний
	Розвірчувати; Розвертка	8	Ra 1,6 (6)		

1. Визначаємо коефіцієнт уніфікації:

$$K_y = \frac{Q_{y\Sigma}}{Q_{\Sigma}}; \quad (1.2)$$

де $Q_{y\Sigma}$ - сума уніфікованих поверхонь,

Q_{Σ} - загальна кількість поверхонь.

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_y = \frac{25}{40} = 0.625 > 0.6, \text{ де } 0,6 - \text{ мінімальний показник уніфікації.} \quad (1.3)$$

Значить деталь по даному показнику технологічна.

2. Визначаємо коефіцієнт точності:

$$K_m = 1 - \frac{1}{A_{cp}}; \text{ де } A_{cp} = \frac{\sum Ani}{\sum n}; \quad (1.4)$$

де $\sum Ani$ - сума добутку кількості поверхонь одного квалітету на даний квалітет, $\sum n$ - загальна кількість поверхонь.

$$A_{cp} = \frac{30 \cdot 14 + 4 \cdot 6 + 5 \cdot 7 + 8}{40} = 12,175, \quad (1.5)$$

$$K_m = 1 - \frac{1}{12,175} = 0.918 > 0.8 \text{ де} \quad (1.6)$$

0,8 – мінімальний показник точності.

Значить деталь по даному показнику технологічна.

3. Визначаємо коефіцієнт шорсткості:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}}; \text{ де } B_{cp} = \frac{\sum Bni}{\sum n}; \quad (1.7)$$

де $\sum Bni$ - сума добутку кількості поверхонь одного класу шорсткості на даний клас, $\sum n$ - загальна кількість поверхонь.

$$B_{cp} = \frac{26 \cdot 4 + 7 \cdot 6 + 7 \cdot 5}{40} = 4,525 \quad K_{ш} = \frac{1}{4,525} = 0,22 > 0,16; \quad (1.7)$$

0,16 – мінімальний показник шорсткості.

Значить деталь по даному показнику технологічна.

Дана деталь технологічна за трьома показниками, а саме по показнику уніфікації, точності і шорсткості, це значить, що вона не складна у виготовленні.

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3. Визначення організаційних умов виробництва

Деталь вал виготовляється в умовах середньо-серійного виробництва, тому робимо аналіз даного типу виробництва для подальшого виконання проекту.

Середньо-серійний тип виробництва характеризується великою номенклатурою виробів, які виготовляються великими партіями, а також порівняно великими об'ємами випуску. При середньо-серійному виробництві використовують як універсальне, спеціальне, а інколи і спеціалізоване обладнання. Середньо-серійне виробництво характеризує:

- Оснастка використовується універсальна, зрідка спеціальна, часто УЗД. В нашому випадку спец пристрій використовуємо на вертикально-фрезерній операції
- Ріжучий та вимірний інструмент переважно стандартизований, але частково використовують і спеціалізований. Ріжучий інструмент стандартний окрім спеціальних різців для канавок.
- Не потрібно високої кваліфікації робітників оскільки робітник закріплений за однією операцією довший час. Кваліфікація робітників для даної деталі 3 – 4 розряд.

Визначаємо партію деталей.

В залежності від маси деталі типу виробництва задаємо програму випуску та приймаємо для середньо-серійного типу виробництва та масою деталі 5,8 кг, програма випуску становить $N = 5000$ штук. Визначаємо партію за формулою:

$$n = \frac{N \cdot t}{\Phi_y}, \quad (1.7)$$

де n – операційна партія, t - необхідний запас заготовок, для середньо-серійного типу виробництва $t = 5$. Φ_y - число робочих днів у році, приймаємо $\Phi_y = 250$ дні.

$$n = \frac{5000 \cdot 5}{250} = 100 \text{ шт.} \quad (1.8)$$

Приймаємо партію рівною 100 штук.

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4. Аналіз типового технологічного процесу виготовлення деталі.

Таблиця 1.5 – Опис типового технологічного процесу.

№ операції	Назва операції		Верстат (потужність); пристрій, оснастка
№№ переходів	Основні технологічні переходи; інструменти	№ обр. пов.	
1	2	3	4
005	Заготівельна	—	—
010	Токарно-гвинторізна	—	16K20 (11кВт) Трьохкулачковий самоцентруючий патрон
A	Установити та закріпити деталь	—	
1	Підрізати торць з права	2	
2	Центрувати торць з права		
Б	Переустановити деталь	—	
3	Підрізати торць з ліва	20	
4	Центрувати торць з ліва		
В	Зняти деталь	—	
015	Токарно-гвинторізна (чорнова обробка)	—	16K20 (11кВт) Два центра і хомут
A	Установити та закріпити деталь	—	
1	Точити начорно	1, 3-14, 16, 36-38	
Б	Переустановити деталь	—	
2	Точити начорно	15, 17-19	
В	Зняти деталь	—	
020	Токарно-гвинторізна (чистова обробка)	—	16K20 (11кВт) Два центра і хомут
A	Установити та закріпити деталь	—	
1	Точити начисто	3, 7-9	
Б	Переустановити деталь	—	
2	Точити начисто	18	
В	Зняти деталь	—	6Т82 (11кВт) Пристрій спеціальний
025	Горизонтально-фрезерна	—	
A	Установити та закріпити деталь	—	
1	Фрезерувати паз	21	
Б	Зняти деталь	—	2А554 (9кВт) Кондуктор
030	Радіально-свердлильна	—	
A	Установити та закріпити деталь.	—	
1	Центрувати два отвори	26-27	
2	Свердлити отвори		
3	Зенкувати дві фаски	22-23	
4	Нарізати різьбу М10-7Н	24-25	
Б	Зняти деталь.	—	

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4
035	Радіально-свердлильна	—	2А554 (9кВт) Кондуктор
А	Установити та закріпити деталь.	—	
1	Центрувати отвори	28, 29, 39, 40	
2	Свердлити два отвори	39, 40	
3	Розвірчувати два отвори		
4	Свердлити отв. під різьбу	28, 29	
5	Зенкувати дві фаски	32, 33	
6	Нарізати різьбу М6-7Н	30, 31	
Б	Зняти деталь.	—	
040	Термічна	—	Установка СВЧ індуктор
045	Круглошліфувальна	—	3М153 (8 кВт) Центри і хомут
А	Установити та закріпити деталь	—	
1	Шліфувати поверхні	3, 7-9	
Б	Переустановити деталь	—	
2	Шліфувати поверхню	18	
В	Зняти деталь	—	
050	Контрольна	—	—

Провівши аналіз типових маршрутів обробки деталі було виявлено що такі деталі зазвичай обробляються спочатку на токарно-гвинторізному де відбувається обробка торців і центрують деталь, щоб в наступній операції встановити деталь в центрах. В таких маршрутах чорнову і чистову обробку розділяють на дві операції спочатку роблять чорнову обробку потім передають на іншу операцію де обробляють начисто. Така послідовність обробки потребує більшу кількість обладнання, робочої сили, затрати електроенергії, і затрати основного часу. В нашому випадку використаємо фрезерно-центрувальний верстат він дозволить про фрезерувати і зацентрувати одночасно два торця. І замість токарно-гвинторізних використаємо токарний з ЧПК це дозволить

скоротити номенклатуру обладнання і провести чорнову і чистову обробку згідно програми і суттєво зменшить основний час на обробку і збільшить продуктивність.

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обробка пазу на торці деталі в типових маршрутах обробляють на горизонтально фрезерних верстатах. А обробка отворів в деталі на радіальному або вертикально свердлильному верстаті, що супроводжується кондукторними втулками для напрямлення інструменту. В проектному маршруті пропоную використати для обробки паза вертикально фрезерний верстат, тому що є можливість скоротити основний час якщо спроектувати пристрій який дозволить швидко і зручно замінювати заготовки для обробки. І пропоную замінити простий свердлильний на верстат з ЧПК тому що таке обладнання має більшу жорсткість і виконує обробку по програмі це дозволить обробляти отвори без кондукторних втулок і якщо використати спеціальний пристрій то можна на одній операції обробити деталь з обох сторін.

Використання круглошліфувальної операції для обробки точних поверхонь можна залишити так як повністю задовільняє для досягнення заданої точності або можна застосувати більш новітніший верстат але це збільшить економічні затрати.

Отже проведений аналіз типових базових маршрутів дозволив побачити різні переваги і недоліки, а також дозволив з проектувати технологічний процес для обробки деталі збільшивши якість і точність обробки зменшивши економічні витрати і суттєво скоротивши основний час на обробку.

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

2.1. Вибір заготовки

Заготовкою для деталі може служити прокат або поковка. Проведемо обґрунтування вибору заготовки кожним із цих методів.

Заготовка прокат

1. Вибираємо заготовку із прокату звичайної точності круглого січення Ø82 мм, згідно ГОСТ 2590-2006 с. 169 Т.63 [5]
2. Складаємо таблицю припусків та допусків на виготовлення прокату.

Таблиця 2,1

№ пов	Розмір	Припуск	допуск		прийнятий розмір
			+	-	
16	Ø80	1x2	1,0	1,0	82±1,0
2 - 20	220	2.0x2	1,0	1,0	224±1,0

3. Визначаємо технічні вимоги згідно ГОСТ 2590-71

3.1 Відхилення від площинності до 0,3 мм

3.2 Допустима кривизна до 0,25мм

3.3 Допустима кривизна різку 2мм

4. Визначаємо масу прокату за формулою:

$$M_n = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l \cdot \rho, \quad (2.1)$$

де d – діаметр заготовки, l - довжина заготовки, ρ - густина матеріалу. Маса прокату становить:

$$M_n = \frac{3,14 \cdot 82^2}{4} \cdot 224 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 9,22 \text{ кг}. \quad (2.2)$$

5. Заходимо коефіцієнт використання матеріалу за формулою

$$K = \frac{M_o}{M_n} = \frac{5,8}{9,22} = 0,629.$$

6. Визначаємо собівартість прокату за формулою:

$$S_z = \left(\frac{C}{1000} \cdot M_n \right) - (M_n - M_o) \cdot \frac{S_e}{1000}, \quad (2.3)$$

де C – вартість 1т прокату (28100 грн.), S_e - вартість 1т стружки (6300грн).

$$S_z = \left(\frac{28100}{1000} \cdot 9,22 \right) - (9,22 - 5,8) \cdot \frac{6300}{1000} = 237,504 \text{ грн}. \quad (2.4)$$

Виконуємо креслення заготовки

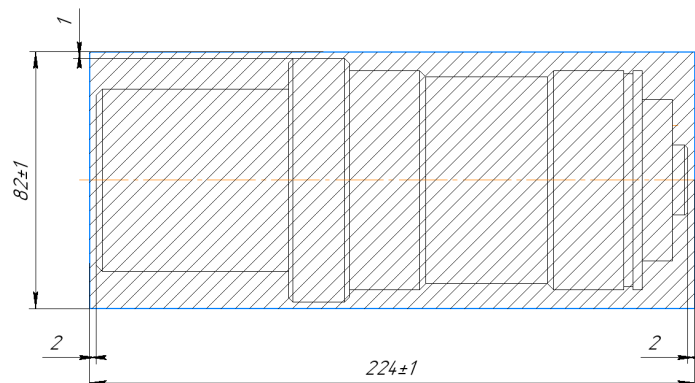


Рис 2.1 – Ескіз заготовки (прокат)

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Заготовка поковки

Визначення вихідного індексу

Допуски, припуски та ковальські напуски встановлюються в залежності від конструктивних характеристик поковки і визначаються виходячи з шорсткості оброблюваної поверхні, а також в залежності від величини розмірів та маси поковки.

1.Клас точності поковки

Вибираємо – Т4;

2.Група сталі

Якщо сталь з масовим вмістом вуглецю понад 0,35% до 0,65% включно або сумарним масовим вмістом легуючих елементів понад 2,0% до 5% включно, то вибираємо групу сталі - М2. (стор. 42 табл.3.3[1]).

3.Ступінь складності

а) орієнтовна розрахункова маса поковки;

$$G_{\text{п}} = K_{\text{р}} \cdot G_{\text{д}} = 1,5 \cdot 5,8 = 8,7 \text{ кг};$$

де $G_{\text{п}}$ - розрахункова маса поковки, кг;

$G_{\text{д}}$ - маса деталі кг;

$K_{\text{р}}$ - розрахунковий коефіцієнт.

б) маса фігури мінімального об'єму, в яку вписується поковка

$$G_{\text{ф}} = \rho \cdot V_{\text{ф}} = 7,85 \cdot 1,2801 = 10$$

в) ступінь складності поковки:

визначаємо з співвідношення :

$$G_{\text{п}}/G_{\text{ф}} = 8,7/10 = 0,87$$

Приймаємо ступінь складності поковки С 1

4. Визначення вихідного індексу

При групі сталі - М2, ступені складності поковки С 1, класу точності поковки – Т4, вибираємо вихідний індекс 13 .

5.Визначення припусків та допусків на лінійні та діаметральні розмір

В залежності від класу точності виготовлення виливків та ряду припусків згідно ГОСТ 26645 – 85 призначаємо припуски (основні та додаткові) та

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

допуски. Визначення припусків та допусків на лінійні та діаметральні розміри зводимо в таблицю

Таблиця 2.2 – Визначення вихідного індексу поковки

Умови	Визначення (розрахунок)	Характеристика
Матеріал, густина	$p=7,85$	Клас точності $T=4$
Спосіб отримання поковки, обладнання	Горизонтально-кувальна машина	
Вміст вуглецю, % Сумарний вміст, %, легуючих елементів	$C=0.42-0.50 \%$ $1,994-2,074 \%$	Група сталі $M=2$
Розрах. коефіцієнт Маса поковки, кг	$K_p=1,5$ $G_n=K_p \cdot G_d=1,5 \cdot 5,8=8,7$ $V_\phi=1,2801$	Ступінь складності $C=1$
Об'єм і маса описаної фігури Відношення мас	$G_\phi=p \cdot V_\phi=7,85 \cdot 1,2801=10$ $G_n/G_\phi=8,7/10=0,87$	
Конфігурація роз'єму штамп		Вихідний індекс 13

Таблиця 2.3 – Припуски, Розміри і допуски заготовки, мм

Деталь:								
Позначення розміру	D	d	D1	d1	L	l	l1	b
Номер поверхні	16	18	5	7-9	18	7-9	2-20	5
Розмір	80	60	50	70	63	122	220	15
Квалітет	14	7	14	6	7	6	14	14
Шорсткість, мкм	Ra 6,3(4)	Ra 1,6(6)	Ra 6,3(4)	Ra 1,6(6)	Ra 1,6(6)	Ra 1,6(6)	Ra 6,3(4)	Ra 6,3(4)
Заготовка:								
Клас точності	4	4	4	4	4	4	4	4
Допуск T, мм	0,87	0,74	0,74	0,74	0,74	1	1	0,3
Відхилення, мм	$2,8^{+1,8}_{-1,0}$	$2,5^{+1,6}_{-0,9}$	$2,5^{+1,6}_{-0,9}$	$2,8^{+1,8}_{-1,0}$	$2,5^{+1,6}_{-0,9}$	$2,8^{+1,8}_{-1,0}$	$3,2^{+2,1}_{-1,1}$	$2,2^{+1,4}_{-0,8}$
Познач. припуску	Z1	Z2			Z5	Z4	Z3	
Основний припуск	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	2,0	3,5	1,7
Додатковий припуск,	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,3
Загальний припуск	4,2	4,2	4,2	4,2	2,1	2,3	4,1	2,0
Розрах. розмір	84,2	64,2	54,2	74,2	63,1	122,3	224,1	12,9
Розмір заготовки з відхиленням	$84,2^{+1,8}_{-1,0}$	$64,2^{+1,6}_{-0,9}$	$54,2^{+1,6}_{-0,9}$	$74,2^{+1,8}_{-1,0}$	$63,1^{+1,6}_{-0,9}$	$122,3^{+1,8}_{-1,0}$	$224,1^{+2,1}_{-1,1}$	$12,9^{+1,4}_{-0,8}$

Призначення штампувальних ухилів та радіусів заокруглень

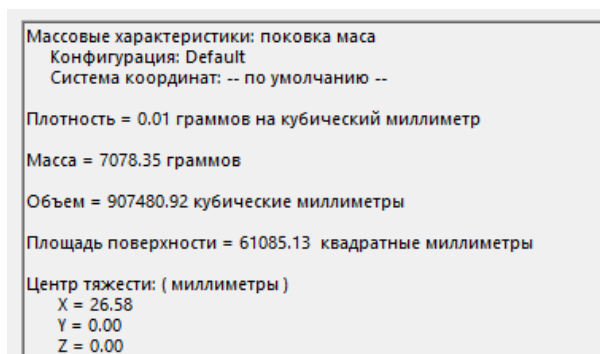
					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Радіуси заокруглення сприяють кращому заповненню рівчака штампу, оберігають його від передчасного зношування. В залежності від співвідношення висоти поковки до ширини на ділянці, для якої визначаються внутрішні радіуси, розміри їх приймаються: при співвідношенні рівному 2, радіус має дорівнювати 2,5 мм, при співвідношенні від 2 до 4 – радіус 3 мм, понад 4 – радіус 4 мм. При масі поковки від 6,3кг до 16кг і глибині порожнини 10...25мм радіус заокруглень $R=2,5$ мм (стор. 34 табл.2.10 [1]).

Штампувальні ухили на зовнішній поверхні - 5° ,

Розрахунок маси заготовки

Для визначення маси заготовки я використовую програму SolidWorks



Маса поковки: $G_3=7,078$ кг

Визначаємо коефіцієнт витрати матеріалу

$$K_{MB}=G_D/G_3=5,8/7,078=0.819$$

G_D – маса деталі (згідно креслення);

G_3 – маса заготовки, кг.

Рис. 2.2 Фрагмент із SolidWorks масові характеристики

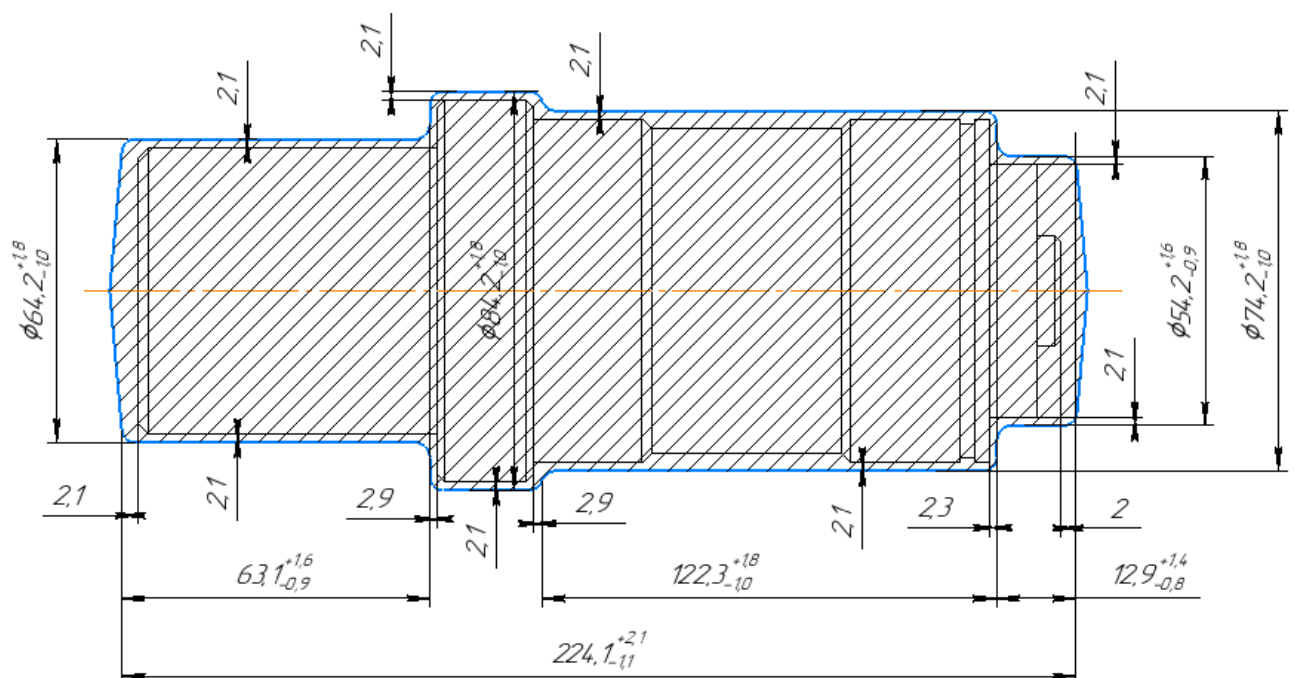


Рис. 2.3 Ескіз заготовки (поковка)

Визначаємо собівартість заготовки :

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$$S_3 = \left(\frac{C}{1000} \cdot M_3 \right) - (M_3 - M_0) \cdot \frac{S_6}{1000},$$

де С – вартість 1т заготовки (36000 грн), S_6 - вартість 1т стружки (6300грн).

$$S_3 = \left(\frac{36000}{1000} \cdot 7,078 \right) - (7,078 - 5.8) \cdot \frac{6300}{1000} = 246,76 \text{ грн.}$$

Порівняльна характеристика двох способів отримання заготовки наведено у таблиці 2,4.

Таблиця 2,4 - Порівняльна характеристика заготовок

Показники	Прокат	Поковка
Маса заготовки (кг)	9,22	7,078
Коефіцієнт використання металу	0,629	0,819
Собівартість 1-ї заготовки (грн.)	237,504	246,76

Так як, коефіцієнт використання матеріалу у поковці вищий за коефіцієнт використання прокату на 19% а, вартість їх виготовлення відрізняється не суттєво , тому пропонується у якості заготовки прийняти спосіб її отримання поковка.

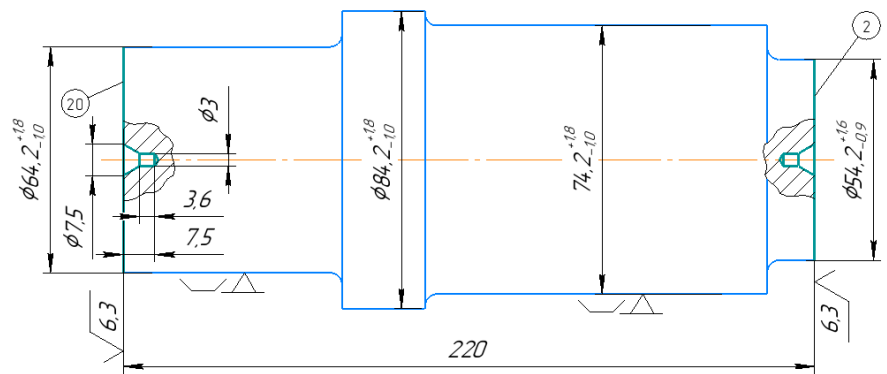
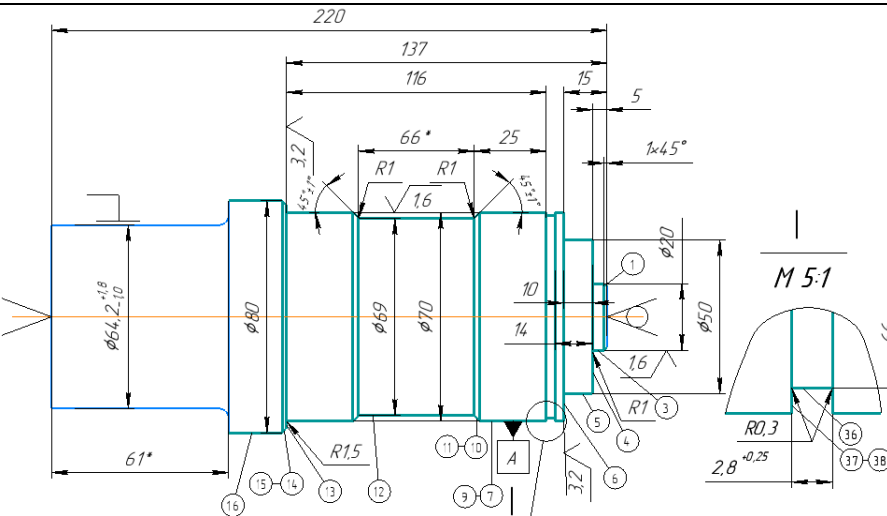
2.2. Вибір маршруту і операційної технології виготовлення деталі

Виходячи із аналізу типового технологічного процесу виготовлення деталі (пункт 1.4 с.....), пропонується наступний маршрут та операційну технологію її виготовлення. (табл.2.5.)

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

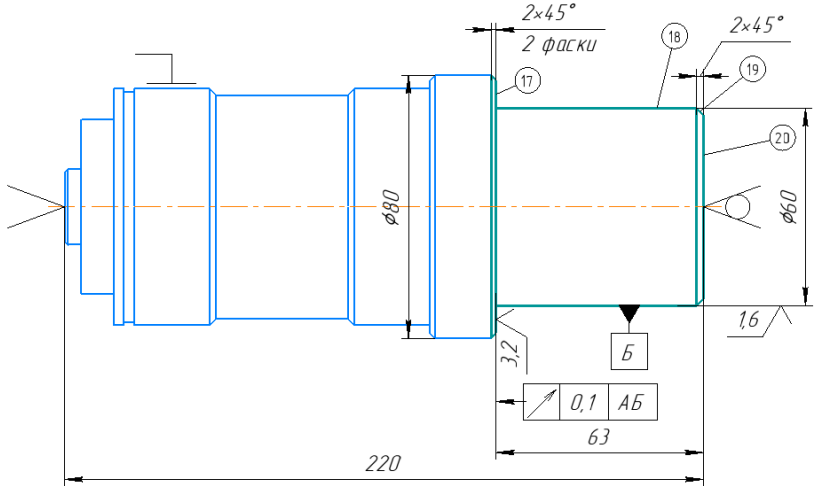
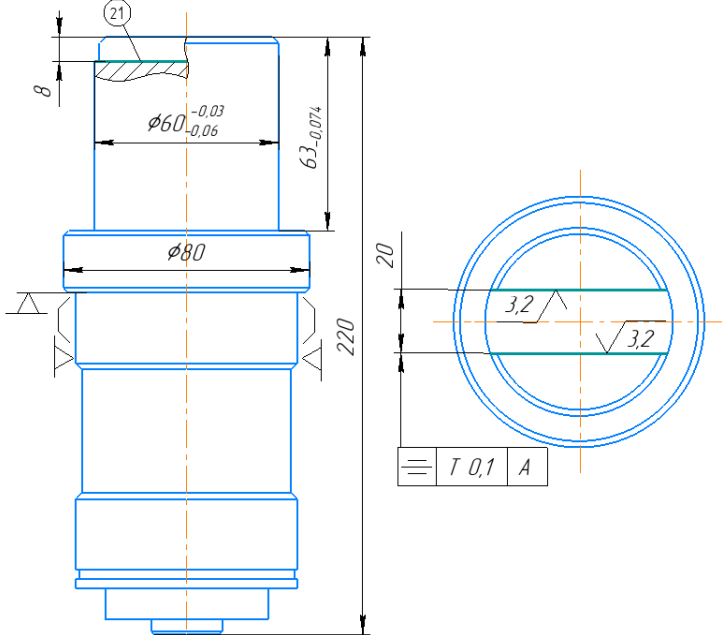
Змн.					
Арк.					
№ докум.					
Підпис					
Дата					
БР.ІІМ-048.00.000 ПЗ					
Арк.					

Таблиця 2.5 - Опис проектного маршрута та операційної технології обробки деталі

№ операції	Назва операції		Ескіз обробки деталі на операції
	Верстат (модель); пристрій;		
№№ переходів	Основні технологічні переходи; інструмент	№ обр. пов.	
1	2	3	4
005	Заготівельна		—
010	Фрезерно-центрувальна		
	МР – 73; Пристрій при верстаті		
1	Установити та закріпити, зняти деталь.	—	
2	Фрезерувати два торця; дві торцеві фрези	2, 20	
3	Центрувати два торця	2, 20	
015	Токарна з ЧПК (обробка згідно програми)		
	16Б16Т1; Два центра і повідковий патрон		
A	A. Установити та закріпити деталь.	—	
1	Точити начорно	1, 3 -14, 16, 36 – 38.	
2	Точити начисто	3; 7 - 9	
Б	Переустановити деталь.		

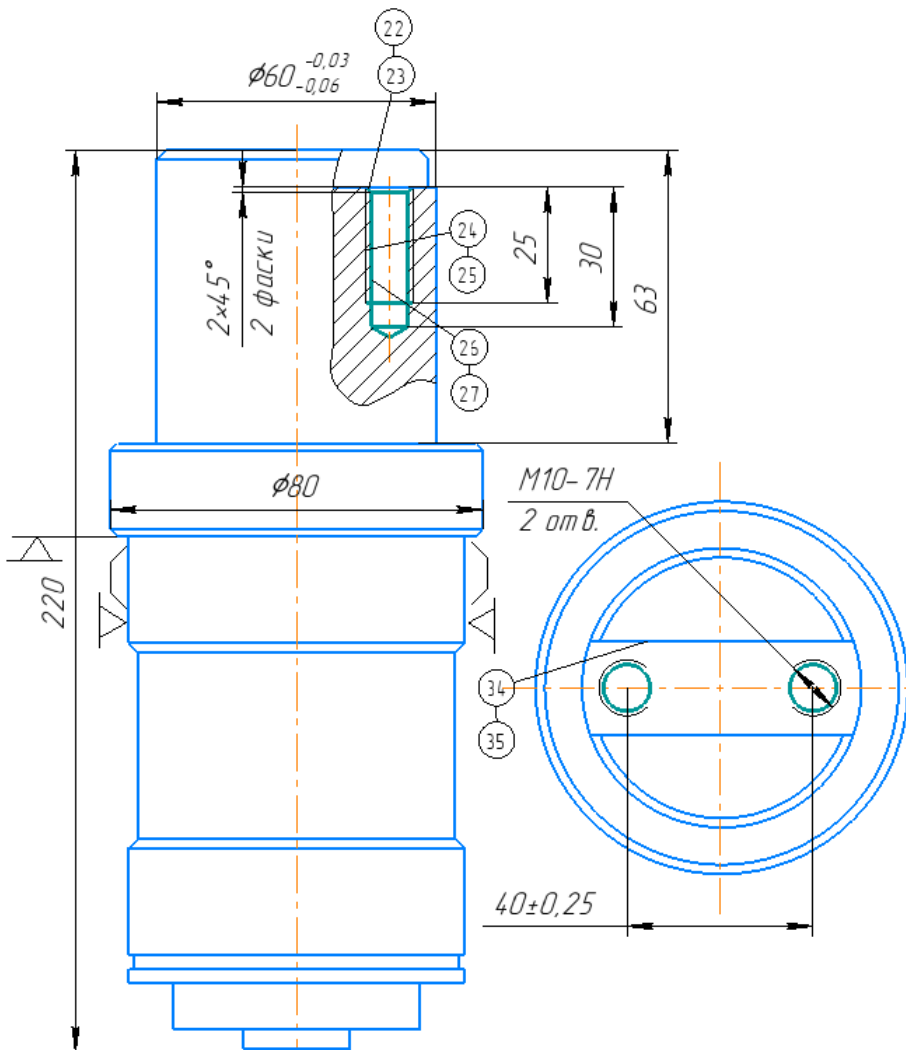
Зм.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	
БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	
Арк.	

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4
3	Точити начорно	15, 17 -19.	
4	Точити начисто	18	
В	Зняти деталь.	—	
020	Вертикально-фрезерна		
	6Т12; Пристрій спеціальний		
А.	Установити та закріпити деталь.	—	
1	Фрезерувати паз	21	
Б.	Зняти деталь.	—	

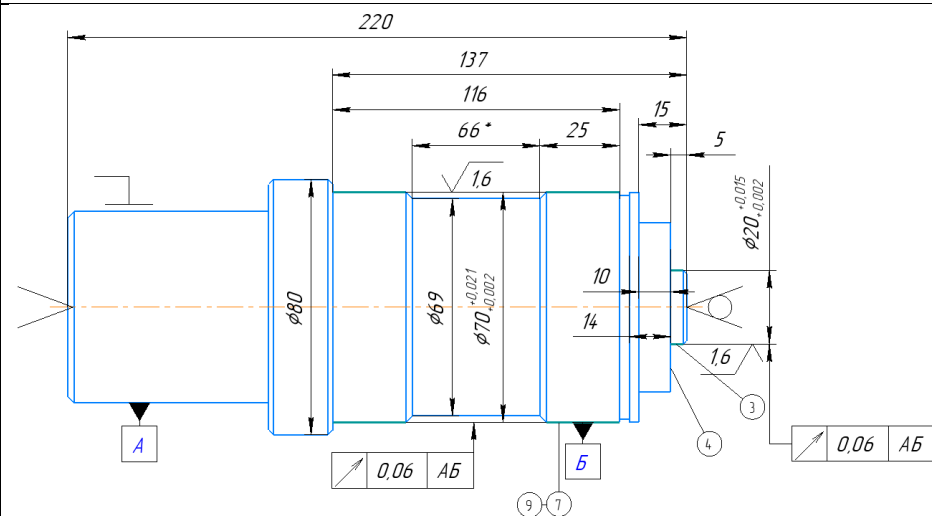
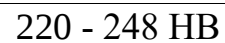
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ІІМ-048.00.000 ПЗ	Арк.

Продовження таблиці 2.5.

1	2	3	4
025	Вертикально-свердлильна з ЧПК (обробка згідно програми)		
	2P135Ф2; Пристрій спеціальний		
А.	Установити та закріпити деталь.	—	
1	Центрувати два отвори	26 - 27	
2	Свердлити отвори	26 - 27	
3	Зенкувати дві фаски	22 - 23	
4	Нарізати різьбу М10-7Н	24 - 25	
Б	Переустановити деталь.	—	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ИМ-048.00.000 ИЗ



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ІПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.

Продовження таблиці 2.5.

1	2	3	4
3	Шліфувати поверхню	18	
В	Зняти деталь.	—	
040	Мийка		—
045	Контрольна		—

2.3. Вибір засобів технологічного оснащення.

№ опер.	Назва операції і зміст переходу	Верстат (модель)	Пристрій	Ріжучий інструмент	Вимірний інструмент	Допоміжний інструмент
1	2	3	4	5	6	7
005	Заготівельна	—	—	—	—	—
010	Фрезерно-центрувальна А. Установити та закріпити деталь. 1.Фрезерувати два торця (пов.2, 20);	MP-73	Пристрій спеціальний	Фреза 2214-0386 Т5К10 ГОСТ 26595-85	Штангенциркуль ШЦ-I-125 0,1 ГОСТ 166-73	Оправка
	2.Центрувати два торця (пов. 2, 20). Б. Зняти деталь.			Свердло 2300-0155 Р6М5 ГОСТ 10902-77	Штангенциркуль ШЦ-I-125 0,1 ГОСТ 166-73	Патрон 6-В18 ГОСТ 8522-79 Оправка 6039-0022 ГОСТ 2682-86
015	Токарна з ЧПК (обробка згідно програми) А. Установити та закріпити деталь. 1.Точити начорно (пов. 1, 3-14, 16)	16Б16Т1	Повідковий патрон 7108-0023 ГОСТ 2571-71 Центр 7032-0029 ГОСТ 13214-79	Різець 2103-0007 Т15К6 ГОСТ 18877-73	Штангенциркуль ШЦ-I-125 0,1 ГОСТ 166-73	—
	Точити канаву 36-38			Різець спеціальний	Штангенциркуль ШЦ-I-125 0,1 ГОСТ 166-73	—
	2.Точити начисто (пов. 3, 7-9);			Різець 2103-0007 Т15К6 ГОСТ 18877-73	Штангенциркуль ШЦ-I-125 0,05 ГОСТ 166-73	—
	Б. Переустановити деталь. 3.Точити начорно (пов. 15, 17-19);				Штангенциркуль ШЦ-I-125 0,1 ГОСТ 166-73	—

БР.ПМ-048.00.000 ПЗ

Арк.

Зм.							
Арк.							
№ докум.							
Підпис							
Дата							
БР.ІІМ-048.00.000 ПЗ							

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
БР.ПМ-048.00.000 ПЗ						
	Арк.					

	7.Розвірчувати два отвори (пов. 39, 40);			Розвертка 2360-0118 ГОСТ 7722-77	Калібр пробка	Втулка 6100-0143ГОСТ 13598- 85
	8.Свердлити отв. під різьбу (пов. 28, 29);			Свердло 2300-0174 Р6М5 ГОСТ 10902-77	Штангенциркуль ШЦ-I-125 0,1 ГОСТ 166-73	Втулка 6100-0143ГОСТ 13598- 85
	9.Зенкувати дві фаски (пов. 32, 33);			Зенківка 2353-0084 ГОСТ 1453-80	Шаблон кутовий	Втулка 6100-0143ГОСТ 13598- 85
	10.Нарізати різьбу М6-7Н (пов. 30, 31); В. Зняти деталь.			Мітчик М6 2621-1159 ГОСТ 3266-81	Калібр-пробка 8221-3054 (7Н) ГОСТ 17758-72	Патрон М10-М18-3 ГОСТ 8255-86
030	Термічна	—	—	—	—	—
035	Круглошліфувальна А. Установити та закріпити деталь 1. Шліфувати поверхню 3	3М151	Повідковий патрон 7108-0023 ГОСТ 2571-71 Центр 7032-0029 ГОСТ 13214-79	ПП 500Х63Х127 25А 32Н СМ 16 К5 35м/с 1кл АА ГОСТ 2424-83	Калібр скоба 8113 -0112 ГОСТ 18360-93	Оправка
	2.Шліфувати поверхні 7-9			ПП 500Х63Х127 25А 32Н СМ 16 К5 35м/с 1кл АА ГОСТ 2424-83	Калібр скоба 8113 -0149 ГОСТ 18360-93	Оправка
	Б. Переустановити деталь 3. Шліфувати поверхню 18 В. Зняти деталь			ПП 500Х63Х127 25А 32Н СМ 16 К5 35м/с 1кл АА ГОСТ 2424-83	Калібр скоба 8113 -0142 ГОСТ 18360-93	Оправка
040	Мийка	—		—	—	—
045	Контрольна	—	Контрольний стіл	—	—	—

2.4. Визначення між операційних припусків і розмірів обробки

Досягнення необхідної точності та якості оброблюваних деталей передбачає реалізацію технологічного процесу механічної обробки, при якій з поверхні деталі знімається шар металу, що називається припуском.

Визначаєм між операційні припуски і розміри табличним методом і заносимо данні в таблицю 2.4.1.

Таблиця 2.4.1 - Між операційні припуски і розміри, мм

№ пов.	Переходи обробки	Квалітет ІТ	Допуск Т, мм	Припуски, мм	Операційний розмір, мм
3	Зовнішній діаметр вала $\varnothing 20k6^{+0,015}_{+0,002}$				
	Заготовка	14	—	—	54,2
	1.Чорнове точіння	12	0,3	32,6	21,5
	2.Чистове точіння	9	0,052	1,1	20,4
	3.Шліфування	6	0,013	0,4	$\varnothing 20^{+0,015}_{+0,002}$
7-9	Зовнішній діаметр вала $\varnothing 70k6^{+0,021}_{+0,002}$				
	Заготовка	14	—	—	74,2
	1.Чорнове точіння	12	0,3	2,6	71,6
	2.Чистове точіння	9	0,074	1,1	70,5
	3.Шліфування	6	0,019	0,5	$\varnothing 70^{+0,021}_{+0,002}$
18	Зовнішній діаметр вала $\varnothing 60f7^{-0,03}_{-0,06}$				
	Заготовка	14	—	—	64,2
	1.Чорнове точіння	12	0,3	2,6	61,6
	2.Чистове точіння	9	0,074	1,1	60,5
	3.Шліфування	7	0,03	0,50	$\varnothing 60^{-0,03}_{-0,06}$
39 - 40	Внутрішній діаметр отвору $\varnothing 4H8^{+0,018}$				
	Заготовка	14	—	—	—
	1.Свердління	12	0,12	—	$3,9^{+0,12}$
	2.Розвірчування	8	0,018	0,302	$4^{+0,018}$

2.5. Визначення режимів різання

Розрахунок режимів різання проводимо розрахунково аналітичним методом

Операція 020 Вертикально-фрезерна (фрезерування пазу)

Обладнання: верстат вертикально-фрезерний моделі 6Т12

Пристрій: пристрій спеціальний

Інструмент: Фреза 2220-0021 ГОСТ 17025-71 діаметр $D=20$ мм

кількість зубів $z = 6$

Оброблюваний матеріал – Сталь 45 ГОСТ 1050-74

Режими різання

1 Глибина різання $t = 4$ мм,

2 Подача на один зуб фрези сталі швидкорізальною сталлю Р6М5

Приймаємо $S_z = 0,06$ мм/зуб. [3] с. 283, табл. 33

3 Назначаємо період стійкості фрези

Для кінцевих фрез з швидкорізальної сталі $T = 80$ хв. [3] с. 290, табл. 40

Швидкість головного руху різання

$$V = \frac{C_v \cdot D^{q_v} \cdot k_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S_z^{y_v} \cdot B^{u_v} \cdot z^{p_v}},$$

де C_v —коефіцієнт, $C_v = 46,7$;

m, x, y —показники степенів; $m = 0,33$; $x_v = 0,5$; $y_v = 0,5$; $u_v = 0,1$; $p_v = 0,1$; $q_v = 0,45$ —показники степенів;

k_v —загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, який визначається за формулою.

$$k_v = k_{mv} \cdot k_{nv} \cdot k_{uv},$$

де k_{mv} — коефіцієнт що враховує якість оброблюваного матеріалу

$$k_{mv} = \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad [3] \text{ с. 264, табл. 1} \quad k_{mv} = \left(\frac{750}{750} \right)^{1,25} = 1;$$

k_{uv} — коефіцієнт на матеріал інструменту; $k_{uv} = 0,83$ [3] с. 263, табл. 6

k_{nv} — коефіцієнт на стан поверхні заготовки; $k_{nv} = 0,8$ [3] с. 263, табл.

$$V = \frac{46,7 \cdot 20^{0,45}}{80^{0,33} \cdot 4^{0,5} \cdot 0,06^{0,5} \cdot 20^{0,1} \cdot 6^{0,1}} \cdot 0,8 \cdot 0,83 \cdot 1 = 53,5 (\text{м} / \text{хв})$$

Визначаємо число обертів шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}; \quad n = \frac{1000 \cdot 53,5}{\pi \cdot 20} = 851 (\text{хв}^{-1}).$$

Приймаємо дійсне число обертів шпинделя згідно паспортних даних верстату: $n_d = 900 \text{хв}^{-1}$.

Визначаємо дійсну швидкість різання

					БР.ЛМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000}; \quad V_d = \frac{\pi \cdot 20 \cdot 900}{1000} = 56,5 \text{ м / хв.}$$

Швидкість руху подачі

$$V_s = S_m = S_z \cdot z \cdot n_d = 0,06 \cdot 6 \cdot 900 = 324 \text{ мм / хв.}$$

Коректуємо величину V_s по даним паспорта верстата і встановлюємо її дійсне значення $V_s = 325 \text{ мм / хв.}$

Головна складова сили різання P_z визначається по формулі

$$P_z = \frac{10 \cdot C_{pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot S_z^{y_{pz}} \cdot B^{up} \cdot z \cdot k_{pz}}{D^{qp} \cdot n^{op}},$$

де B – ширина обробки, $B = 20 \text{ мм.}$

Для заданих умов обробки

$$C_{pz} = 68,2; x_{pz} = 0,86; y_{pz} = 0,72; q_{pz} = 0,86; \omega_p = 0,13; u_p = 1,0; 4 [3] \text{ с. 291, табл. 41}$$

Визначаємо поправочний коефіцієнт на силу різання k_{mp_z} – поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу

$$k_{mp_z} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^{n_p}; \quad k_{mp_z} = \left(\frac{750}{750} \right)^1 = 1$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 4^{0,86} \cdot 0,06^{0,72} \cdot 20^1 \cdot 6}{20^{0,86} \cdot 900^{0,13}} \cdot 1 = 1117 \text{ Н};$$

Потужність затрачена на різання

$$N_{piz} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}; \quad N_{piz} = \frac{1117 \cdot 56,5}{1020 \cdot 60} = 1,03 \text{ кВт.}$$

Провіряємо достатність потужності приводу верстата при умові $N_{piz} \leq N$.

Для даного верстата потужність електродвигуна $N_{ел.дв} = 2,2 \text{ кВт, } \kappa\kappa\delta = 0,9$.

$$N = N_{ел.дв} \cdot \kappa\kappa\delta = 2,2 \cdot 0,9 = 1,98 \text{ кВт}$$

$$N_{piz} \leq N$$

$$1,03 < 1,98$$

Тобто, обробка можлива.

Визначаємо машинний час за формулою:

$$T_M = \frac{lh}{tS_{xв}} i,$$

де l – довжина пазу, h – припуск, t – глибина різання, $S_{xв}$ – хвилинна прийнята подача, i – кількість пазів.

$$T_M = \frac{60 \cdot 8}{4 \cdot 325} \cdot 2 = 0,74 \text{ хв.}$$

					БР.ЛМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Операції 045 Круглошліфувальна

Обладнання: верстат 3М151

Пристрій: Хомутик 7107-0069 ГОСТ 16488-70 Центр 7032-0029 ГОСТ 13214-79

Інструмент: ПП 500Х63Х127 25А 32Н СМ 16 К5 35м/с 1кл АА ГОСТ 2424-83.

Оброблюваний матеріал – Сталь 45

Операція складається із наступних технологічних переходів:

Перехід 1.

1. Визначаємо швидкість шліфувального круга по формулі:

$$V_{кр} = \frac{\pi D n_{кр}}{60 \cdot 1000} = \frac{3.14 \cdot 500 \cdot 1590}{1000 \cdot 60} = 41.6 \text{ м/с},$$

де $n_{кр}$ – частота обертання круга рівна 1590 хв^{-1} с.33 т.18 [6], D – зовнішній діаметр круга рівний 500 мм.

2. Знаходимо швидкість різання:

$$V_{різ} = 20 - 40 \text{ м/хв} \quad \text{с.301 т.55 [6]}$$

Приймаємо швидкість різання $V_{різ} = 20 \text{ м/хв}$

3. Знаходимо величину радіальної подачі, оскільки шліфування проводимо на врізній подачі.

$S_{рад.} 0,001-0,005 \text{ мм/об. с.301 т.55 [6]}$, приймаємо $S_{рад.} 0,005 \text{ мм/об.}$

Провіряємо можливість встановлення подачі на верстаті. На даному верстаті подача регулюється безступінчасто тому встановлення даної подачі можливе.

4. Знаходимо частоту обертання деталі за формулою:

$$n_{дет} = \frac{1000V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 20}{3.14 \cdot 20} = 318,5 \text{ хв}^{-1}, \text{ де}$$

v – швидкість різання, D – діаметр заготовки.

Провіряємо можливість встановлення обертів на верстаті, на верстаті регулювання обертів безступінчасте в межах $30-800 \text{ хв}^{-1}$ тому обробка можлива.

5. Знаходимо потужність різання за формулою:

$$N = C_N \cdot v_3^r \cdot S_{рад}^y \cdot d^q \cdot b^z,$$

де b – ширина шліфування, d – діаметр заготовки, $S_{рад}$ – радіальна подача, v_3 – швидкість заготовки, C_N – стала, r, y, q, z – показники степеней.

$$C_N = 0.14; r = 0,8; y = 0,8; q = 0.2; z = 1.0$$

$$N = 0.14 \cdot 20^{0.8} \cdot 0.005^{0.8} \cdot 20^{0.2} \cdot 5^1 = 0,196 \text{ кВт. с.303 т.56 [6]}$$

6. Провіряємо потужність приводу верстату.

$$N_{різ} \leq N_{дв} \cdot \eta,$$

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де η - ККД верстату $\eta = 0,8$, $N_{\text{об}}$ – потужність двигуна $N_{\text{об}} = 7,5 \text{ кВт}$, тоді $0,196 < 7,5 \cdot 0,8$, бо $0,196 < 6,0$, обробка можлива.

6. Визначаємо машинний час за формулою:

$$T_M = \frac{h}{n_z \cdot S_{\text{рад}}} \cdot K, \text{ де}$$

h – припуск на сторону з врахуванням врізання, рівний 0,3 мм, $S_{\text{рад}}$ – радіальна подача, n_z – оберти заготовки, K – коефіцієнт точності, рівний 1,4.

$$T_M = \frac{0,3}{320 \cdot 0,005} \cdot 1,4 = 0,262 \text{ хв.}$$

Перехід 2.

1. Визначаємо швидкість шліфувального круга по формулі:

$$V_{KP} = \frac{\pi D n_{KP}}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 500 \cdot 1260}{1000 \cdot 60} = 32,9 \text{ м/с},$$

де n_{KP} – частота обертання круга рівна 1260 хв^{-1} с.33 т.18 [6], D – зовнішній діаметр круга рівний 500 мм.

2. Знаходимо швидкість різання:

$$V_{\text{різ}} = 20 - 40 \text{ м/хв} \text{ с.301 т.55 [6]}$$

Приймаємо швидкість різання $V_{\text{різ}} = 40 \text{ м/хв}$

3. Знаходимо величину радіальної подачі, оскільки шліфування проводимо на врізній подачі.

$S_{\text{рад.}} 0,001-0,005 \text{ мм/об. с.301 т.55 [6]}$, приймаємо $S_{\text{рад.}} 0,005 \text{ мм/об.}$

Провіряємо можливість встановлення подачі на верстаті. На даному верстаті подача регулюється безступінчасто тому встановлення даної подачі можливе.

4. Знаходимо частоту обертання деталі за формулою:

$$n_{\text{дет}} = \frac{1000V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 40}{3,14 \cdot 70} = 185 \text{ хв}^{-1}, \text{ де}$$

v – швидкість різання, D – діаметр заготовки. Провіряємо можливість встановлення обертів на верстаті, на верстаті регулювання обертів безступінчасте в межах $30-800 \text{ хв}^{-1}$ тому обробка можлива.

5. Знаходимо потужність різання за формулою:

$$N = C_N \cdot v_z^r \cdot S_{\text{рад}}^y \cdot d^q \cdot b^z,$$

де b – ширина шліфування, d – діаметр заготовки, $S_{\text{рад}}$ – радіальна подача, v_z – швидкість заготовки, C_N – стала, r, y, q, z – показники степеней.

$$N = 0,14 \cdot 40^{0,8} \cdot 0,005^{0,8} \cdot 70^{0,2} \cdot 50^1 = 4,52 \text{ кВт. с.303 т.56 [6]}$$

6. Провіряємо потужність приводу верстату.

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{дв}} \cdot \eta,$$

де η - ККД верстату $\eta = 0,8$, $N_{\text{дв}}$ – потужність двигуна $N_{\text{дв}} = 7,5 \text{ кВт}$,
тоді $4,52 < 7,5 \cdot 0,8$, бо $4,52 < 6,0$, обробка можлива.

7. Визначаємо машинний час за формулою:

$$T_M = \frac{L \cdot h}{n_z \cdot S} \cdot K,$$

$$L = l - (0,4 \div 0,6) \cdot B$$

де h – припуск на сторону, рівний 0,25 мм, $S_{\text{рад}}$ – радіальна подача, n_z – оберти заготовки, K - коефіцієнт точності, рівний 1,4; B – ширина круга дорівнює 63 мм; l – довжина оброблюваної поверхні 51,2 мм

$$T_M = \frac{51,2 - (0,6 \cdot 63) \cdot 0,25}{185 \cdot 0,005} \cdot 1,4 = 5,1 \text{ хв.}$$

Перехід 3.

1. Визначаємо швидкість шліфувального круга по формулі:

$$V_{KP} = \frac{\pi D n_{KP}}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 500 \cdot 1260}{1000 \cdot 60} = 32,9 \text{ м/с},$$

де n_{KP} – частота обертання круга рівна 1260 хв^{-1} с.33 т.18 [6], D – зовнішній діаметр круга рівний 500 мм.

2. Знаходимо швидкість різання:

$$V_{\text{різ}} = 20 - 40 \text{ м/хв} \quad \text{с.301 т.55 [6]}$$

Приймаємо швидкість різання $V_{\text{різ}} = 40 \text{ м/хв}$

3. Знаходимо величину радіальної подачі, оскільки шліфування проводимо на врізній подачі.

$$S_{\text{рад.}} 0,001-0,005 \text{ мм/об. с.301 т.55 [6], приймаємо } S_{\text{рад.}} 0,005 \text{ мм/об.}$$

$t = 0,005$ мм. Провіряємо можливість встановлення подачі на верстаті. На даному верстаті подача регулюється безступінчасто тому встановлення даної подачі можливе.

4. Знаходимо частоту обертання деталі за формулою:

$$n_{\text{дет}} = \frac{1000V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 40}{3,14 \cdot 60} = 212 \text{ хв}^{-1}, \text{ де}$$

v – швидкість різання, D – діаметр заготовки. Провіряємо можливість встановлення обертів на верстаті, на верстаті регулювання обертів безступінчасте в межах $30-800 \text{ хв}^{-1}$ тому обробка можлива.

5. Знаходимо потужність різання за формулою: $N = C_N \cdot v_z^r \cdot S_{\text{рад}}^y \cdot d^q \cdot b^z$, де

b – ширина шліфування, d – діаметр заготовки, $S_{\text{рад}}$ – радіальна подача, v_z – швидкість заготовки, C_N – стала, r, y, q, z – показники степеней.

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = 0.14 \cdot 40^{0.8} \cdot 0.005^{0.8} \cdot 60^{0.2} \cdot 63^1 = 5,5 \text{ кВт. с.303 т.56 [6]}$$

6. Провіряємо потужність приводу верстату.

$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{дв}} \cdot \eta$, де η - ККД верстату $\eta = 0,8$, $N_{\text{дв}}$ – потужність двигуна $N_{\text{дв}} = 7,5 \text{ кВт}$, тоді $5,5 < 7,5 \cdot 0,8$, бо $5,5 < 6,0$, обробка можлива.

7. Визначаємо машинний час за формулою:

$$T_M = \frac{L \cdot h}{n_z \cdot S} \cdot K,$$

$$L = l - (0.4 \div 0.6) \cdot B$$

де h – припуск на сторону з врахуванням врізання, рівний 0,25 мм, $S_{\text{рад}}$ – радіальна подача, n_z – оберти заготовки, K - коефіцієнт точності, рівний 1,4; B – ширина круга дорівнює 63 мм; l – довжина оброблюваної поверхні 63 мм

$$T_M = \frac{63 - (0.6 \cdot 63) \cdot 0,25}{212 \cdot 0,005} \cdot 1,4 = \frac{6,3}{1,06} \cdot 1,4 = 8,32 \text{ хв.}$$

Розрахунок режимів різання і основного часу проводим аналогічно на всі операції і результати заносимо в таблицю 2.5.1, 2.5.2.

					БР.ЛІМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.5.1 - Зведена таблиця режимів різання

№ операції	№ переходу	Зміст переходу	Д (В) мм	t мм	L мм	i/a	табличне значення режимів різання			прийняті значення режимів різання				Література
							S мм/об	V м/хв	n ₁ хв.	S мм/об	V м/хв	n ₁ хв.	N кВт	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
010	1	Фрезерувати пов. 2 та 20	64,2	2,1	64,2	1	0.20	11.9	1200	0.20	11.9	1200	1.3	с.299 [6]
	2	Центрувати пов. 2	3	5	5	1	0,04	40	1300	0,052	37,4	1300	0,072	с.286 [6]
015	1	Точити начорно пов.1, 3,	54,2	4	5	4	0,4	179	1050	0,4	187	1100	4,8	с.243 [6],
	2	Точити начисто пов 3,	21,5	0,55	5	1	0,15	306,6	4780	0,15	221,7	1900	4,8	
	3	Точити пов. 4	50	1	15	1	0,7	181	1150	0,7	188,5	1200	2,7	
	4	Точити пов. 5	54,2	2,1	10	1	0,6	171,2	1089	0,6	173	1100	4,6	
	5	Точити пов. 6	70	2,3	10	1	0,4	194,7	885	0,4	197,9	900	4,2	
	6	Точити канавку 36-38	66	2	2,8	1	0,4	198,8	958	0,4	207	1000	3,8	
	7	Точити начорно пов. 7-9	74,2	1,3	53	1	0,7	174	773	0,7	179,9	800	2,2	
	8	Точити начисто пов. 7-9	71,6	0,55	53	1	0,1	333	1503	0,1	332	1500	2,2	
	9	Точити пов. 10-12	69	2,6	66	1	0,6	165,8	765	0,6	173	800	2,7	
	10	Точити пов. 13	80	2,9	5	1	0,4	188	748	0,4	201	800	5,4	
	11	Точити пов. 14-16	80	2,1	20	1	0,7	162,2	645	0,7	163	650	4,9	
	12	Точити пов 17	80	2,9	10	1	0,4	188	748	0,4	201	800	5,4	
	13	Точити начорно пов. 18, 19,	64,2	1,3	63	1	0,6	184	950	0,6	193,5	1000	3,5	
	14	Точити начисто пов. 18	61,6	0,55	63	1	0,1	333	1552	0,1	266	1600	3,5	
020	1	Фрезерувати паз 36-38	20	4	60	2	0,36	53,5	850	0,36	56,5	900	1,03	с.301 [6].

Продовження таблиці 2.5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
025	1	Центрувати отвори 26-27	6,3	3,15	6,3	2	0,08	35	1400	0,08	35	1400	0,24	с.286 [6]
	2	Свердлити отв. 26-27	8,5	30	30	2	0,12	40	1400	0,15	37,4	1400	0,072	
	3	Зенкувати фаски 22-23	10	2	2	2	0,3	40	1260	0,39	39,6	1300	1,38	
	4	Нарізати різьбу М10-7Н 24-25	10	0,55	25	2	1.5	13	250	1.5	13	250	0,5	
	5	Центрувати отвори 28-29,39-40	2,5	1,25	2,5	4	0,04	14,5	1800	0,04	14,5	1800	0,12	
	6	Свердлити отвори 39-40	3,9	14	14	2	0,04	40	1274	0,052	37,4	1300	0,072	
	7	Розвірчувати отвори 39-40	4	0,1	14	2	0,39	40	1274	0,057	37,4	1300	0,072	
	8	Свердлити отв. під різьбу 28-29	4	14	14	2	0,04	40	1274	0,052	37,4	1300	0,072	
	9	Зенкувати фаски 32-33	5	2	2	2	0,3	40	1500	0,39	39,6	1500	1,38	
	10	Нарізати різьбу М6-7Н 30-31	6	0,5	10	2	1	9.4	500	1	9.4	500	0,5	
035	1	Шліфувати пов. 3	20,4	0,4	5	1	0,005	20	318	0,005	20	320	0,2	с.343 [6]
	2	Шліфувати пов 7-9	70,5	0,5	53	1	0.005	40	185	0,005	40	185	4,52	
	3	Шліфувати пов 18	60,5	0,5	63	1	0.005	40	212	0,005	40	212	5,5	

КІТ.ПММ-072.00.000 ПЗ

Арк.

Таблиця 2.5.2 - Зведена таблиця розрахунків основного часу

№ операції	№ переходу	Розрахункова формула	L (мм)	i	n (хв ⁻¹)	S мм/хв мм/об	T _м (хв)	Літера-тура
1	2	3	4	5	6	7	8	9
010	1	$T_M = \frac{lh}{tS_{x8}} i,$	64,2	1	1200	0,20	0,58	с. 373 [12]
	2	$T_M = \frac{l + \Delta + \gamma}{S \cdot n} \cdot i$	5	1	1300	0,052	0,19	с. 373 [12]
015	1	$T_M = \frac{l + \Delta + \gamma}{S \cdot n} \cdot i$	5	4	1100	0,4	0,016	с. 373 [12] с. 373 [12] с. 373 [12] с. 373 [12] с. 373 [12] с. 373 [12] с. 373 [12] с. 373 [12] с. 373 [12] с. 373 [12] с. 373 [12] с. 373 [12] с. 373 [12] с. 373 [12]
	2		5	1	1900	0,15	0,025	
	3		15	1	1200	0,7	0,02	
	4		10	1	1100	0,6	0,018	
	5		10	1	900	0,4	0,033	
	6		2,8	1	1000	0,4	0,012	
	7		53	1	800	0,7	0,1	
	8		53	1	1500	0,1	0,37	
	9		66	1	800	0,6	0,14	
	10		5	1	800	0,4	0,022	
	11		20	1	650	0,7	0,05	
	12		10	1	800	0,4	0,04	
	13		63	1	1000	0,6	0,1	
	14		63	1	1600	0,1	0,4	
020	1	$T_M = \frac{lh}{tS_{x8}} i,$	60	2	900	0,36	0,74	с. 373 [12] с.374 [12]
025	1	$T_M = \frac{l + \Delta + \gamma}{S \cdot n} \cdot i$	6,3	2	1400	0,08	0,3	с.377 п4 л5 [12]
	2		30	2	1400	0,15	0,3	
	3		2	2	1300	0,39	0,012	
	4		25	2	250	1,5	0,11	
	5		2,5	4	1800	0,04	0,196	
	6	$T_M = \frac{L}{n \cdot S} + \frac{L}{n_1 \cdot S} \cdot i$	14	2	1300	0,052	0,48	
	7		14	2	1300	0,057	0,432	
	8		14	2	1300	0,052	0,48	
	9		2	2	1500	0,39	0,01	
	10		10	2	500	1	0,02	
035	1	$T_M = \frac{h}{n_3 \cdot S_{pad}} \cdot K,$	5	1	320	0,005	0,262	с.301[12]
	2	$T_M = \frac{L \cdot h}{n_3 \cdot S} \cdot K,$	53	1	185	0,005	5,1	
	3	$L = l - (0,4 \div 0,6) \cdot B$	63	1	212	0,005	8,32	

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6 Нормування технологічних операцій

Визначення норм часу на операцію 020 Вертикально-фрезерна

1. Визначаємо основний час

$$t_m = 0,74 \text{ хв}$$

2. Визначаємо величину допоміжного часу

2.1 Визначаємо час на зняття і установку деталі

$$t_{уст} = 0,63 \text{ хв} \quad \text{К16.Л2.П24.ст56.}[4]$$

2.2 Визначаємо час пов'язаний з переходом

$$t_{пер} = 0,14 \text{ хв} \quad \text{К31.ст108.}[4]$$

2.3 Знаходимо час, який зв'язаний з переходом та не ввійшов в комплекс

$$t_{нк1} = 0,07 \text{ хв} \quad \text{К31.ст109.}[4]$$

$$t_{нк2} = 0,04 \text{ хв}$$

2.4 Визначаємо час на вимірювання

$$t_{вим} = 0,1 \text{ хв} \quad \text{К86.Л7.ст191.}[4]$$

Знаходимо коефіцієнт періодичності промірів:

$$k_g = 0,3 \quad \text{К87.Л1.ст200.}[4]$$

Таким чином час на вимірювання становитиме $t_{вим} = 0,1 \cdot 0,3 = 0,03 \text{ хв}$.

2.5 Знаходимо допоміжний час

$$t_{дон}' = t_{уст} + t_{пер} + t_{нк1} + t_{нк2} + t_{нк3} + t_{нк4} + t_{вим} = 0,63 + 0,14 + 0,11 + 0,03 = 0,91 \text{ хв}$$

3. Знаходимо оперативний час

$$t_{он} = t_m + t_{дон} = 0,74 + 0,91 = 1,66 \text{ хв}$$

4. Знаходимо час на обслуговування робочого місця

$$a = 3,5 \% \quad \text{К32.ст110.}[4]$$

$$t_{обс} = \frac{a \cdot t_{он}}{100} = \frac{3,5 \cdot 1,66}{100} = 0,06 \text{ хв}$$

5. Знаходимо час на відпочинок

$$b = 4 \% \quad \text{К88.ст203.}[4]$$

$$t_{від} = \frac{b \cdot t_{он}}{100} = \frac{4 \cdot 1,66}{100} = 0,07 \text{ хв}$$

6. Знаходимо штучний час

$$t_{шт} = t_{он} + t_{обс} + t_{від} = 1,66 + 0,06 + 0,07 = 1,79 \text{ хв}$$

7. Знаходимо підготовчо-заключний час

$$t_{пз}' = 18 \text{ хв} \quad \text{К32.ст111.}[4]$$

$$t_{пз}'' = 7 \text{ хв}$$

$$t_{пз} = 18 + 7 = 25 \text{ хв}$$

8. Знаходимо штучно-калькуляційний час

$$t_{шт.к} = \frac{t_{пз}}{n} + t_{шт} = \frac{25}{100} + 1,79 = 2,04 \text{ хв}$$

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення норм часу на операцію 035 Круглошліфувальна

1. Визначаємо основний час: $t_m = 0,262 + 5,1 + 8,32 = 13,7 \text{ хв}$

2. Визначаємо величину допоміжного часу

2.1 Визначаємо час на зняття і установку деталі

$$t_{ycm} = 0,60 \text{ хв} \quad \text{К16.Л2.П24.ст56.}[4]$$

2.2 Визначаємо час пов'язаний з переходом

$$t_{nep1} = 0,1 \text{ хв} \quad \text{К31.ст108.}[4]$$

$$t_{nep2} = 0,12 \text{ хв} \quad \text{К31.ст108.}[4]$$

$$t_{nep3} = 0,12 \text{ хв} \quad \text{К31.ст108.}[4]$$

$$\sum t_{nep} = 0,1 + 0,12 + 0,12 = 0,34 \text{ хв}$$

2.3 Знаходимо час, який зв'язаний з переходом та не ввійшов в комплекс

$$t_{нк1} = 0,07 \text{ хв} \quad \text{К31.ст109.}[4]$$

$$t_{нк2} = 0,04 \text{ хв}$$

$$\sum t_{нк} = 0,07 + 0,04 = 0,11 \text{ хв}$$

2.4 Визначаємо час на вимірювання: $t_{вим} = 0,1 \text{ хв} \quad \text{К86.Л7.ст191.}[4]$

Знаходимо коефіцієнт періодичності промірів:

$$k_g = 0,3 \quad \text{К87.Л1.ст200.}[4]$$

Таким чином час на вимірювання становитиме $t_{вим} = 0,1 \cdot 0,3 = 0,03 \text{ хв}$.

2.5 Знаходимо допоміжний час

$$t_{дон}' = t_{ycm} + t_{nep} + t_{нк1} + t_{вим} = 0,60 + 0,34 + 0,11 + 0,03 = 1,08 \text{ хв}$$

3. Знаходимо оперативний час

$$t_{он} = t_m + t_{дон}' = 13,7 + 1,08 = 14,78 \text{ хв}$$

4. Знаходимо час на обслуговування робочого місця

$$a = 4 \% \quad \text{К32.ст110.}[4]$$

$$t_{обс} = \frac{a \cdot t_{он}}{100} = \frac{4 \cdot 14,78}{100} = 0,591 \text{ хв}$$

5. Знаходимо час на відпочинок

$$b = 4 \% \quad \text{К88.ст203.}[4]$$

$$t_{від} = \frac{b \cdot t_{он}}{100} = \frac{4 \cdot 14,78}{100} = 0,591 \text{ хв}$$

6. Знаходимо штучний час

$$t_{шт} = t_{он} + t_{обс} + t_{від} = 14,78 + 0,591 + 0,591 = 15,962 \text{ хв}$$

7. Знаходимо підготовчо-заключний час

$$t_{нз}' = 10 \text{ хв} \quad \text{К45.ст136.}[4]$$

$$t_{нз}'' = 6 \text{ хв}$$

$$t_{нз} = 10 + 6 = 16 \text{ хв}$$

8. Знаходимо штучно-калькуляційний час

$$t_{шт.к} = \frac{t_{нз}}{n} + t_{шт} = \frac{16}{100} + 15,962 = 16,122 \text{ хв}$$

Розрахунок норм часу проводим аналогічно на всі операції і результати заносимо в таблицю 11.

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.7 техніко-економічні показників

Приводимо розрахунки техніко-економічних показників ефективності проектної технології виготовлення заданої деталі.

Коефіцієнт використання матеріалу $K_{\text{вм}} = 0,819$

3.2.1.3. Коефіцієнт завантаження верстатів K_z :

$$K_z = m_p / m_{\text{пр}}$$

де $m_{\text{пр}}$ – прийняте (фактичне) число верстатів на операції, $m_{\text{пр}} = 5$ шт

m_p – розрахункова (необхідна) кількість верстатів на операції:

$$m_p = T_{\text{шт.к}} / t_{\text{в}}$$

де $T_{\text{шт.к}}$ – штучно-калькуляційний час на операції $T_{\text{шт.к}} = 30,92$ хв

$t_{\text{в}}$ – такт випуску деталей $t_{\text{в}} = 100$

$$m_p = 30,92 / 100 = 0,31$$

$$K_z = 0,31 / 5 = 0,06$$

Коефіцієнт використання верстатів за основним часом

$$K_o = T_o / T_{\text{шт.к}}$$

де T_o – загальний (сумарний) основний час на операції. $T_o = 18,9$ хв

$$K_o = 18,9 / 30,92 = 0,61$$

Коефіцієнт використання верстатів за потужністю K_N :

$$K_N = N_{\Phi} / N_{\text{д}}$$

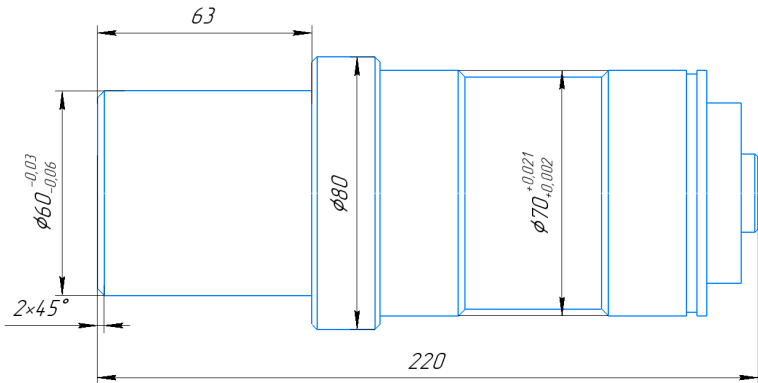
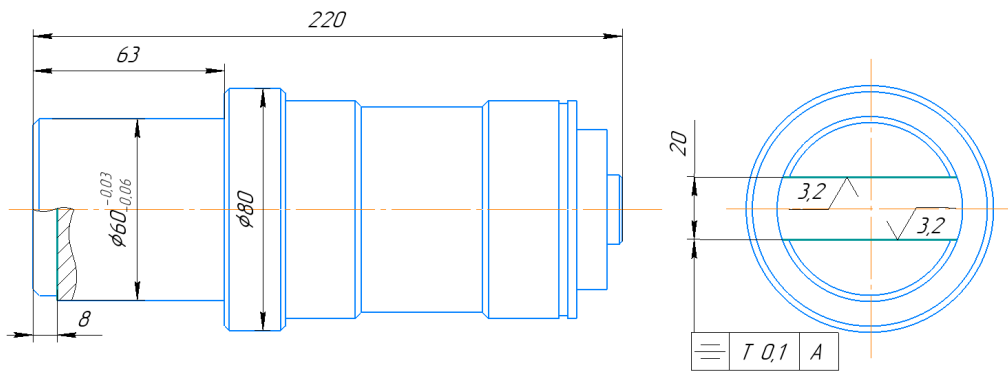
де N_{Φ} і $N_{\text{д}}$ – відповідно фактична і допустима потужність різання.

За цими показниками оцінюємо, чи є спроектований технологічний процес достатньо ефективним.

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСНАСТКИ

3.1. Пристрій для механічної обробки

Технічне завдання на проектування верстатного пристрою	
Завдання	Спроекувати пристрій для фрезерування пазу вала витримуючи розмір 20h14, та вимоги до розміщення і шорсткості поверхонь.
Початкові дані:	
Назва і шифр деталі	Вал АМ2132-24-405
Стан заготовки перед виконанням операції	
	
Матеріал заготовки	Сталь 45 ГОСТ 1050-74
Стан заготовки після виконання даної операції	
	
Назва операції верстат	Вертикально-фрезерна 6Т12
Склад переходів та їх послідовність	Фрезерувати паз витримавши розмір 20h14
Додаткові вимоги до операції	Витримати паралеліність пазу
Технологічні бази	Діаметри вала $\phi 80_{-0,87}$, $\phi 70_{-0,74}$, лівий торець $\phi 60_{-0,03/-0,06}$
Різальний інструмент	Кінцева Фреза 2220-0021 Р6М5 ГОСТ 17025-71,
Режими різання	$P_z=1117$ Н
Програма випуску деталей	5000 штук в рік
Структура пристрою	Пристрій повинен бути одномісний
Ступінь механізації пристрою	Закріплення заготовки механічне
Рекомендований тип привода пристрою	Механічний

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1.1 Призначення, будова і робота пристрою

Пристрій призначений для виконання фрезерних робіт. Деталь закріплюється за допомогою двох призм при чому торцем найбільшого діаметра встановлюється до упору цим самим ми досягаємо постійного положення в вертикальному напрямі деталі, що зводить похибку базування до нуля. Оскільки лещата самоцентруючі то деталь займає постійне положення і відносно своєї осі. Під дією стисненого повітря поршень рухається і змушує рухатись шток 2, який через реєчну передачу передає зусилля затиску на призми і цим самим створюється сила затиску. Розтиск відбувається аналогічно тільки рух поршня приводиться в зворотному напрямі.

Після встановлення та закріплення деталі для першої оброблюваної деталі інструмент виставляють у відповідне положення за допомогою кутового установи 15, який встановлюється в пристрої за допомогою стійки 16 за допомогою болтового з'єднання 23 в призму і тим самим ми точно будемо виставляти інструмент відносно пристрою у вертикальному положенні, після цього його надійно закріплюють в даному положенні та проводять обробку, в процесі виготовлення партії деталей..

3.1.2 Розробка теоретичної схеми базування та схеми установки

Для забезпечення орієнтованого положення і повної нерухомості предмету на нього необхідно накласти двохсторонній геометричний зв'язок (вважається, що контакт тіл, що стикаються відбувається в опорних точках, що символізують зв'язок заготовки з вибраною системою координат). При обробці деталі для її орієнтації можуть бути використані бази, які містять від 1 до 6 опорних точок. Тому бази розрізняють по кількості степенем вільності, які вони забирають у деталі. Тіло в просторі має 6 степенів вільності переміщення вздовж 3-х координатних осей і обертання навколо них. Бази розрізняють: установочні (3 опорні точки), напрямні (2 опорні точки), опорні (1 опорна точка), подвійна напрямна (4 опорні точки), подвійні опорні (2 опорні точки).

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На теоретичній схемі базування необхідно проставити опорні точки і виявити комплект баз. Дана деталь відноситься до класу кришок.

При розробці теоретичної схеми базування для даної деталі необхідно враховувати її конкретні особливості, розміри, вимоги до точності взаємного розташування поверхонь.

Теоретична схема базування – схематичне зображення розміщення зв'язків у вигляді опорних точок.

При виборі схеми базування необхідно дотримуватись принципу суміщення баз.

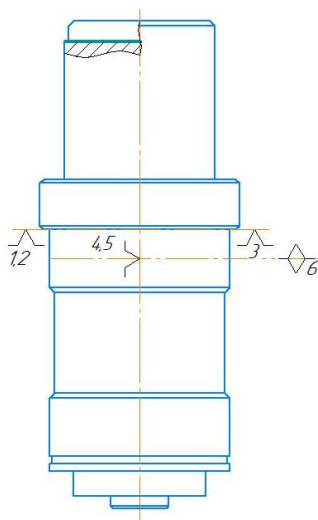


Рисунок 3.1 – Теоретична схема базування

Після розробки теоретичної схеми базування необхідно перетворити в схему установки.

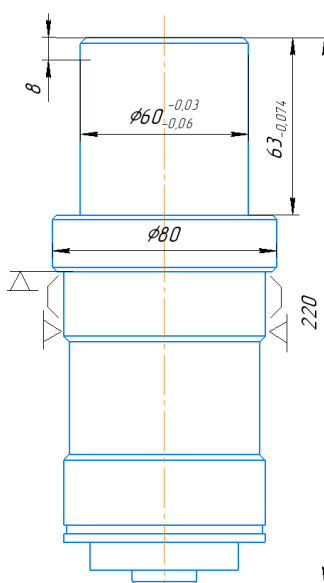


Рисунок 3.2 – Схема установки

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1.3 Розрахунок сил затиску

В процесі свердління крутний момент, який старається повернути деталь відносно осі.

Схема дії показана на рисунок 5.

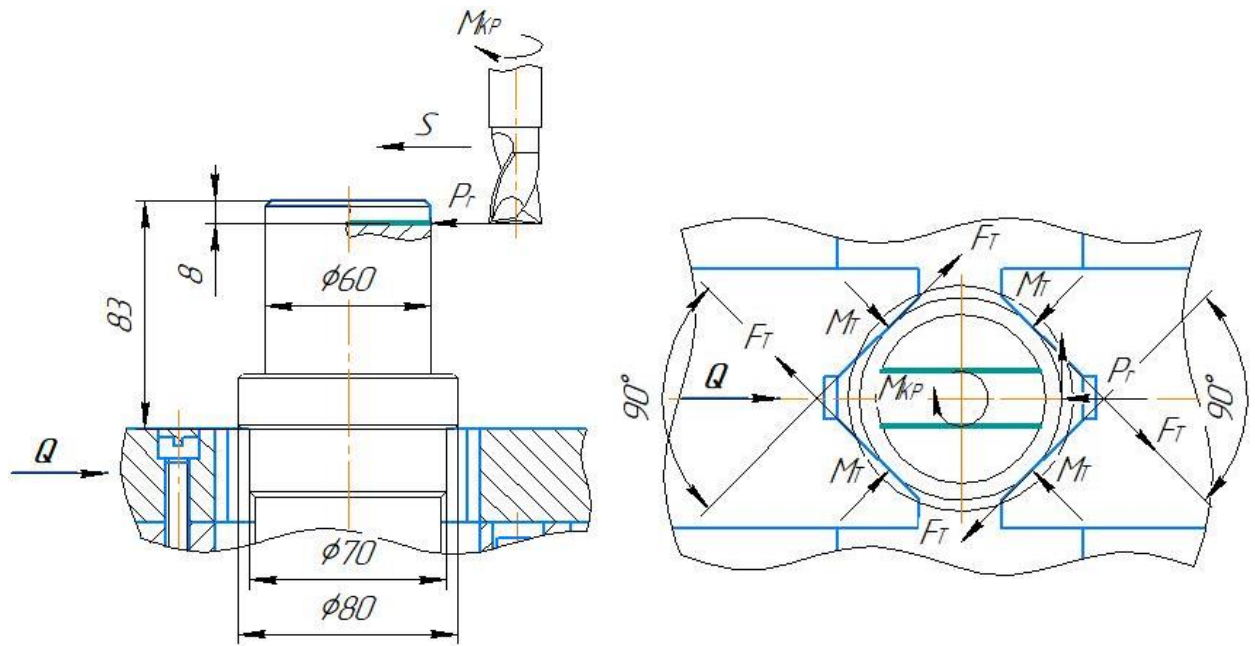


Рисунок 3.3 Схема до розрахунку сил затиску

Складаємо рівняння рівноваги:

$$M_{кр} \cdot k = M_{T1} + M_{T2} + M_{T3}$$

Крутний момент: $M_{кр} = P_z \cdot d_{фр} = 1117 \cdot 20 = 22,34 \text{ Н} \cdot \text{м}$

Момент сили тертя:

$$M_{T1} = Q \cdot f \cdot \frac{d}{2} + \frac{Q}{2} \cdot \frac{1}{\sin \alpha / 2} \cdot \frac{d}{2} \cdot f + \frac{Q}{2} \cdot \frac{1}{\sin \alpha / 2} \cdot \frac{d}{2} \cdot f = 0$$

Звідки отримуємо формулу:

$$Q = \frac{M_{кр} \cdot K}{\left(f \cdot \frac{d}{2} \right) + \left(\left(0.5 + \frac{1}{\sin \alpha / 2} \right) \cdot \frac{d}{2} \cdot f \right) + \left(\left(0.5 + \frac{1}{\sin \alpha / 2} \right) \cdot \frac{d}{2} \cdot f \right)}$$

де f – коефіцієнт тертя в місцях контакту;

α – кут призми рівний 90° ; d – діаметр деталі

K – коефіцієнт запасу

$f = 0.16$ – коефіцієнт тертя.

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо коефіцієнт запасу.

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6,$$

де K_0 – гарантований коефіцієнт запасу рівний 1.5,

K_1 – коефіцієнт враховує випадкові нерівності деталі – 1.0,

K_2 – коефіцієнт враховує затуплення інструменту – 1.0,

K_3 – коефіцієнт враховує перервне різання – 1.2,

K_4 – коефіцієнт враховує стабільність затиску – 1.3,

K_5 – коефіцієнт враховує зручність затискного механізму – 1.0,

K_6 – коефіцієнт враховує повертаючи моменти – 1.0, [16], с.91

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 = 2,34;$$

Тоді підставимо у початкову формулу і визначимо силу затиску:

$$Q = \frac{22.34 \cdot 2.34}{\left(0.16 \cdot \frac{0.07}{2}\right) + \left(\left(0.5 + \frac{1}{\sin 90/2}\right) \cdot \frac{0.07}{2} \cdot 0.16\right) + \left(\left(0.5 + \frac{1}{\sin 90/2}\right) \cdot \frac{0.07}{2} \cdot 0.16\right)} = 2154.9 \text{ Н.}$$

3.1.4 Вибір типу затискача та його конструктивних розмірів

В якості затискача використовуємо пневмоциліндр, який передає зусилля через реєчну передачу тому розраховуємо зусилля, яке необхідне на штоку згідно рисунка 6 та 7

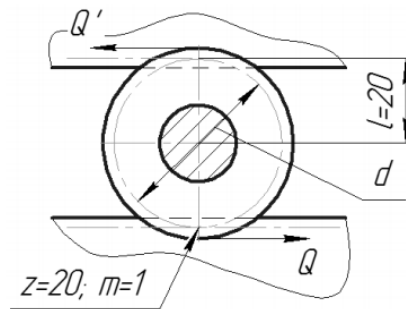


Рисунок 3.4 – Схема затискного механізму

Потрібне зусилля можна знайти за формулою:

$$Q' = Q \cdot \frac{l}{d / 2 \cdot \eta},$$

Де l – довжина від рейки до середини затискного елемента пристрою, м

d – дільний діаметр колеса, м

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\eta = 0,95$ – коефіцієнт втрат в передачі.

Визначаємо потрібну силу на штоку:

$$Q' = 2154,9 \cdot \frac{0,02}{0,04 / 2 \cdot 0,95} = 2247,2 \text{ Н}$$

3.1.5 Розрахунок початкової сили рушія та його конструктивно-розмірні параметри.

В якості рушія вибираємо пневмоциліндр.

Визначаємо діаметр пневмоциліндра, який забезпечив би необхідне штовхаюче зусилля затиску за формулою.

$$Q_{III} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rho \cdot \eta$$

де $P = 0,4$ МПа – робочий тиск в системі; $\eta = 0,9$ - механічний коефіцієнт.

Отже,

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q'}{\pi \cdot \rho \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2247,2}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,9}} = 0,085 \text{ м}$$

Приймаємо $D = 100$ мм.

Тоді дійсне штовхаюче зусилля поршня буде рівне:

$$Q_{III} = \frac{3,14 \cdot 0,1^2}{4} 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,9 = 2826 \text{ Н}$$

Визначаємо необхідне тягове зусилля поршня:

$$Q_T = \frac{\pi \cdot (D^2 \cdot d^2)}{4} \rho \cdot \eta$$

де d – діаметр штока.

З умови міцності визначаємо діаметр штока:

$$d = \sqrt{\frac{Q'}{\pi \cdot [\sigma]}} = \sqrt{\frac{2247,2}{3,14 \cdot 160 \cdot 10^6}} = 0,002 \text{ м}$$

де $[\sigma]$ - допустимі напруженн, 160 МПа,

Приймаємо $d = 25$ мм.

Тоді дійсне тягове зусилля поршня буде рівне:

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_T = \frac{3.14 \cdot (0.1^2 - 0.025^2)}{4} \cdot 0.4 \cdot 10^6 \cdot 0.9 = 2649.4 \text{ Н}$$

3.1.6 Розрахунок на міцність

Як слабку ланку розглянемо різьбове з'єднання штоку поршня і тяги. З умови міцності на розтяг визначаємо мінімальний діаметр різьби, а з умови міцності на зминання визначаємо мінімальну довжину згвинчування, а відповідно і мінімальну кількість витків різьби.

Умова міцності на розтяг

$$\sigma_p = \frac{4F}{\pi \cdot d^2} \leq [\sigma_p]; \quad (3.5)$$

де $F=2649.4 \text{ Н}$ – зусилля, яке розвиває пневмо-циліндр;

d - діаметр різьби, мм;

$[\sigma_p]$ - допустимі напруження розтягу рівне 160МПа для сталі 45 ГОСТ 1050-74; Отже, за (3.5)

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi \cdot [\sigma_p]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2649.4}{3.14 \cdot 160}} = 4.6 \text{ мм};$$

З конструктивних міркувань приймаємо $d=16 \text{ мм}$.

Умова міцності на зминання:

$$\sigma_{зм} = \frac{F}{d \cdot \delta} \leq [\sigma_{зм}], \quad (3.6)$$

де $[\sigma_{зм}]$ - допустиме напруження зминання, мПа; $[\sigma_{зм}] = 472 \text{ мПа}$.

δ - довжина згвинчування.

Отже, за (3.6)

$$\delta = \frac{F}{d \cdot [\sigma_{зм}]} = \frac{2649.4}{16 \cdot 472} = 0.35 \text{ мм}.$$

Мінімальне число витків

$$h = \frac{\delta}{P} = \frac{0.35}{2} = 0.175, \text{ приймаємо } n_{\min}=4,$$

де $P=2$ – крок різьби. Приймаємо довжину різьби $l=8 \text{ мм}$. Отже дане різьбове з'єднання має достатню міцність на розтяг і на зминання.

3.1.7 Розрахунок пристрою на точність

					БР.ЛМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо забезпечення точності розміру $8_{-0,87}$

Похибка базування на розмір

$$\varepsilon_8 = T_{63} + T_{20} = 0,074 + 0,052 = 0,126$$

Отже, точність розміру $8_{-0,87}$ буде забезпечена

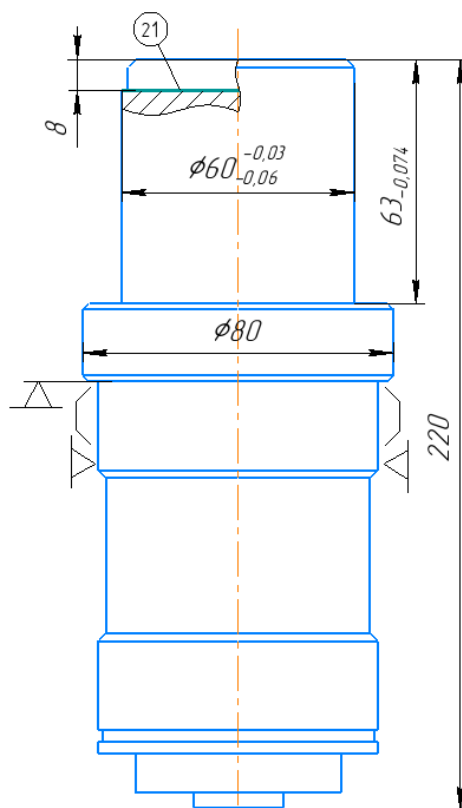


Рис. 3.5 – Ескіз розрахунку пристрою на точність

3.1.8 Розрахунок установка

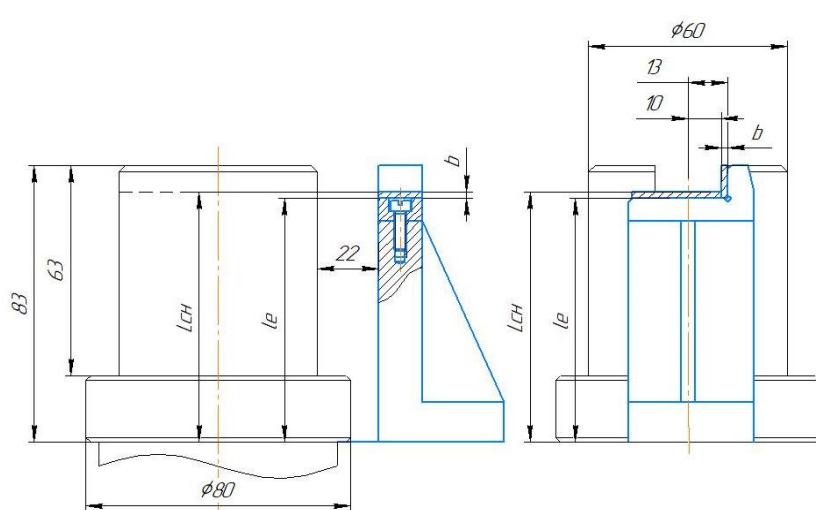


Рис. 3,6 - Схема розміщення установка

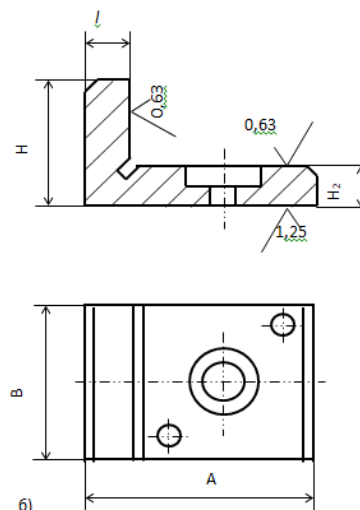


Рис. 3,7 – Ескіз кутового установка

Розмір між опорною поверхнею пристрою та інструментом $L_{с.н}$ називають розміром статичного налагодження, а розмір між опорною поверхнею та

БР.ПМ-048.00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

робочою поверхнею установка L_e – розміром установка. Товщину плоского металевого щупа вибирають в межах 3...5 мм, розмір установка визначають із залежності

$$L_e = L_{c.n} - b = 75 - 3 = 72 \text{ мм}$$

де $L_{c.n} = 83 - 8 = 75 \text{ мм}$

Для налагодження різального інструмента (контролю положення інструмента) застосовуємо кутовий установ за ГОСТ 13445-68. Кутовий установ служить – для установки фрези по двох координатах.

Визначаємо розміри установка:

$$A = 40 \text{ мм}; B = 16 \text{ мм}; H = 20 \text{ мм}; l = 8 \text{ мм}; H_2 = 8 \text{ мм}; d = 6.6 \text{ мм}$$

Розраховуємо похибку налагодження. Похибка налагодження ε_n визначається формулою

$$\varepsilon_n = \sqrt{\varepsilon_e^2 + \varepsilon_{рег}^2} = \sqrt{\varepsilon_{non}^2 + T_e^2 + T_{щ}^2 + \varepsilon_{рег}^2}, \quad \text{с. 98 [11]}$$

де $\varepsilon_{рег}$ – похибка виставлення інструмента за допомогою щупа.

$$\varepsilon_{рег} = 0,02 \text{ мм}$$

ε_e – сумарна похибка еталона, яка охоплює:

ε_{non} – похибка визначення поправки Δ_{non} на налагоджувальний розмір;

$$\varepsilon_{non} = 0,5 \Delta_{non} = 0,5 \cdot 0,02 = 0,01 \text{ мм}, \quad \text{с. 97-98 [11]}$$

T_e – допуск на виготовлення еталона (на розмір L_e). Для розміру $72 \pm 0,2$ допуск становить 0,04 мм $T_e = 0,04 \text{ мм}$

$T_{щ}$ – допуск на виготовлення щупа. $T_{щ} = 0,02 \text{ мм}$ с. 98 [11]

$$\varepsilon_n = \sqrt{0,01^2 + 0,04^2 + 0,02^2 + 0,02^2} = 0,05 \text{ мм}$$

3.2 Розрахунок контрольного пристрою

3.2.1 Опис та принцип роботи пристрою

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ступінчасті вали в більшості випадків передають механізмам значні крутні моменти. Щоб вони працювали безвідмовно на протязі довгого часу, велике значення має висока точність виконання основних робочих поверхонь валів по діаметральних розмірах і по їх розміщенні.

Процес контролю передбачає переважно суцільну перевірку лінійного розміщення і радіального биття шийок ступінчастих валів, яку можна проводити на багатомірному контрольному пристрої.

На плиті 1 за допомогою гвинтів М10 закріплені дві призми. На які встановлюється вал і впирається в упор. На плиті прикріплено напрямляючу по якій переміщається кронштейн з індикатором ИГ-2.

ИГ-2 служать для перевірки радіального і радіального биття ступеней контрольованого валу, якому дають один-два оберти і відраховують максимальні покази ИГ-2, які визначають биття. Похибка пристрою при даній схемі установки рівна похибці вимірювання для індикатора $\varepsilon_{\varepsilon} = 0,005$ мм. Значить даний пристрій задовольняє умови вимірювання.

3.2.2 Розрахунок на точність контрольного пристрою

Розрахунок точності проводимо за наступною формулою:

$$T_{\text{к.пр.}} = T_{\text{т.б.}} - \sqrt{\varepsilon_{\text{м}}^2 + \varepsilon_{\text{б}}^2 + \varepsilon_{\text{з}}^2 + \varepsilon_{\text{р}}^2 + \varepsilon_{\text{т}}^2 + \varepsilon_{\text{с}}^2 + \varepsilon_{\text{н}}^2}, \text{ де} \quad (3.32)$$

$\varepsilon_{\text{м}}$ – похибка, властива самій схемі вимірювання

$\varepsilon_{\text{б}}$ – похибка базування

$\varepsilon_{\text{з}}$ – похибка закріплення

$\varepsilon_{\text{р}}$ – похибка передавальних пристроїв

$\varepsilon_{\text{т}}$ – похибка, що враховує температурне розширення металу

$\varepsilon_{\text{с}}$ – похибка сили затиску

$\varepsilon_{\text{н}}$ – похибка настроювання пристрою по еталону

(допуски мір довжини ГОСТ 9038-90)

$$T_{\text{к.пр.}} = 0,06 - \sqrt{0^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + 0,0024^2} = 0,0576 \text{ мм}$$

					БР.ЛМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

4. СТВОРЕННЯ КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ ОБРОБКИ НА ВЕРСТАТІ З ЧПК

Для створення керуючої програми вибираєм токарну операцію. Зображаєм на рисунку 4.1 креслення деталі та розміри оброблюваних поверхонь.

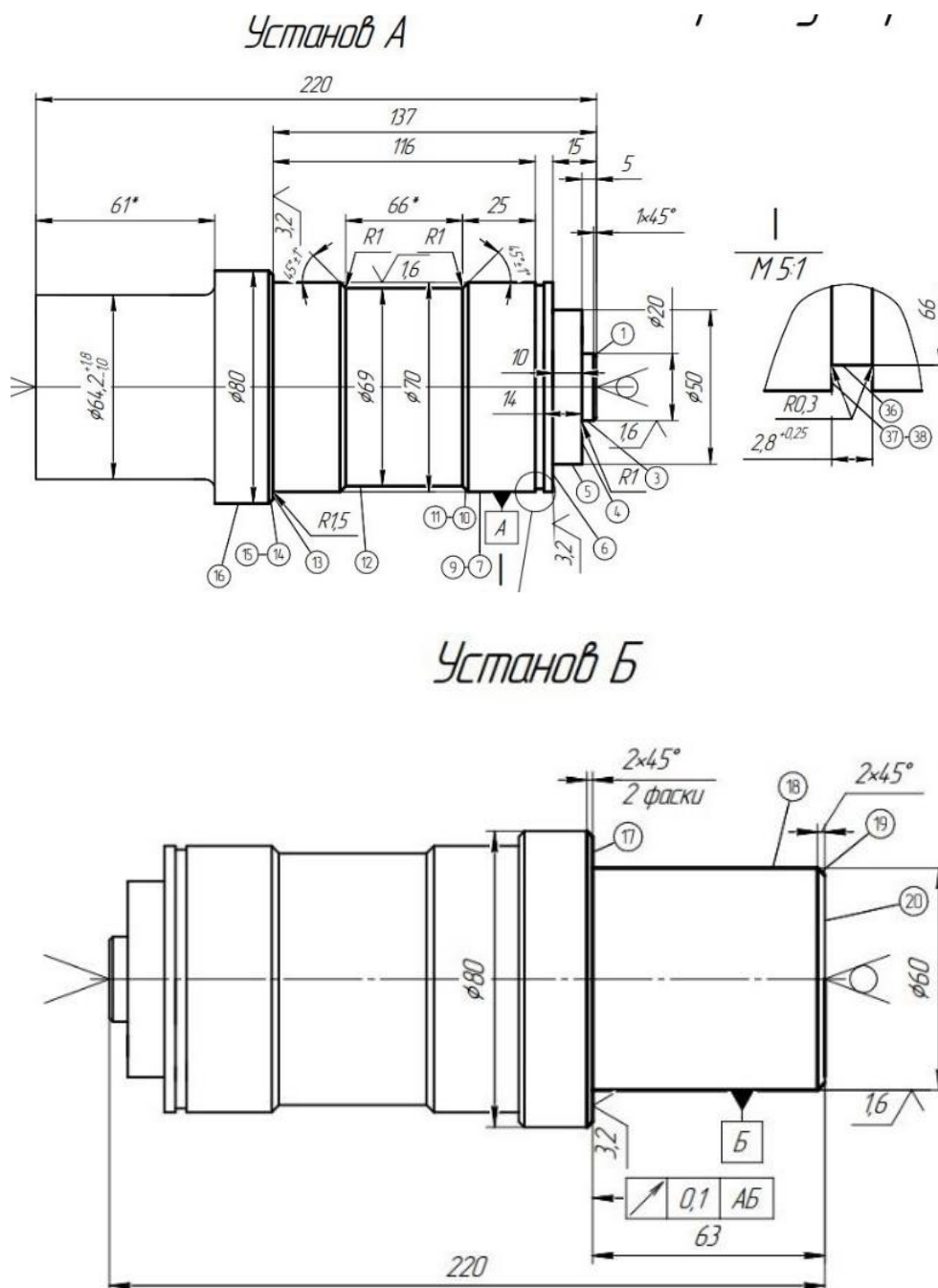


Рисунок 4.1- Операційний ескіз

Для початку потрібно створити 3D модель даної деталі після обробки, і 2D ескіз деталі до обробки (рис. 4.2).

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

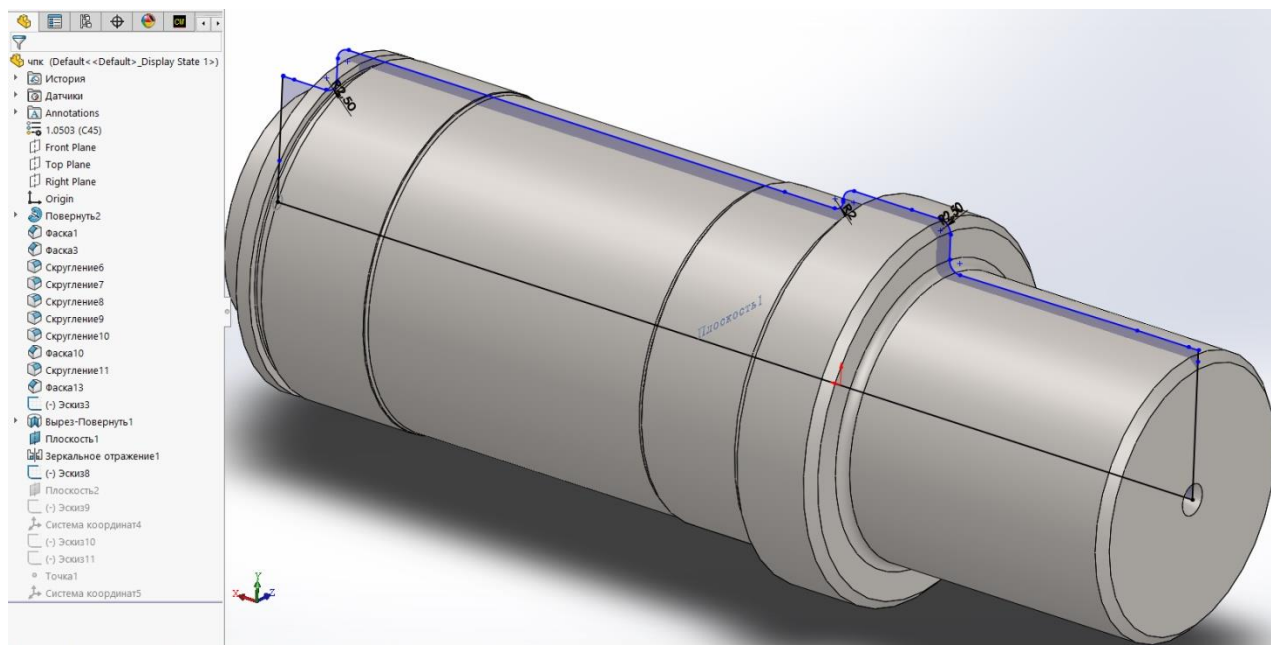


Рисунок 4.2- 3D модель деталі та 2D ескіз заготовки

За допомогою команди “Configuration” вибираємо потрібний нам тип верстату, в нашому випадку вибираємо токарний верстат (рис. 4.3).

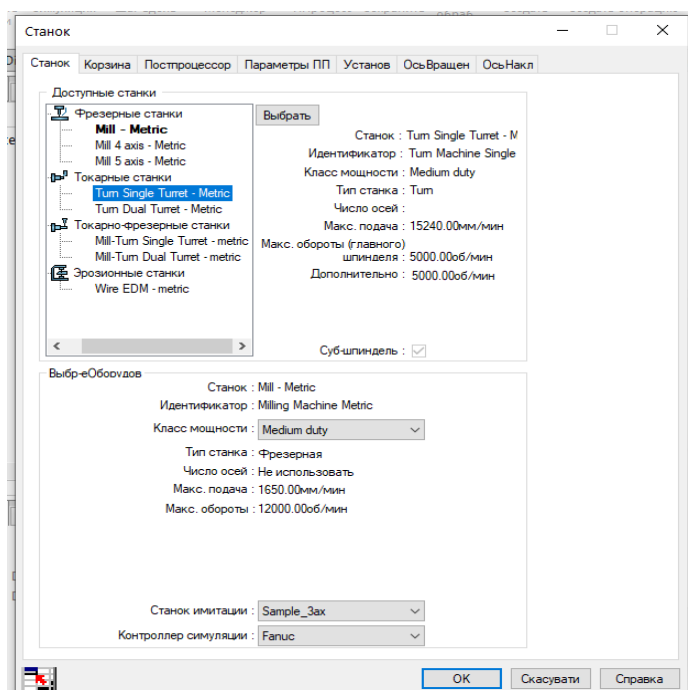
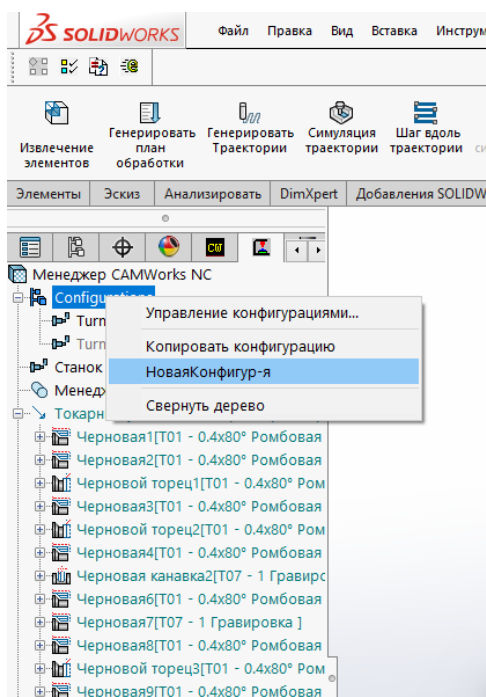


Рисунок 4.3- Вибір верстату

Командою- Менеджер заготовок, вибираємо 2D ескіз заготовки і задаємо матеріал (рис. 4.4).

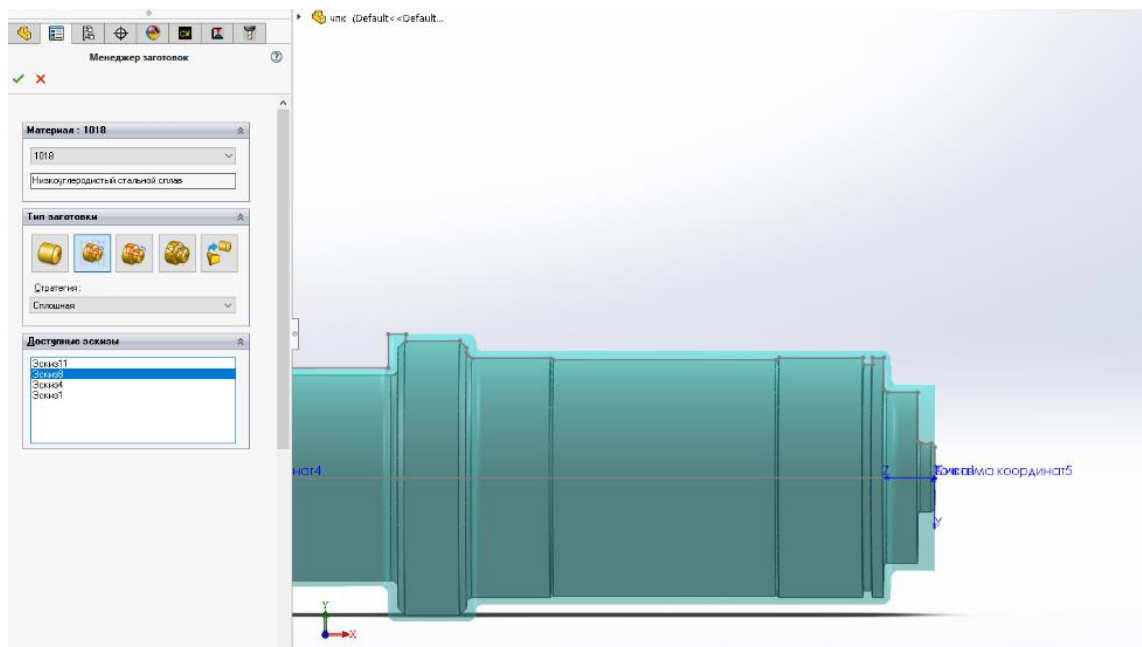


Рисунок 4.4- Задання заготовки

Командою- Токарний установ вибираємо початок координат і створюємо токарну операцію. При створенні токарної операції, вибираємо поверхню яку потрібно обробити (рис. 4.5).

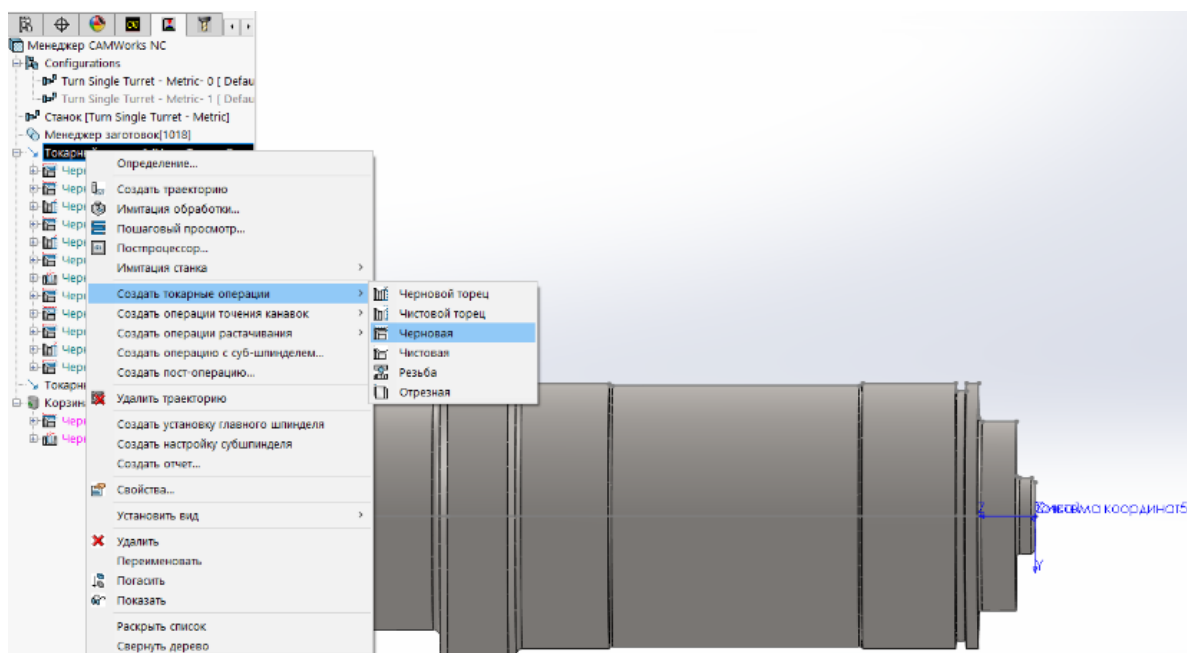


Рисунок 4.5- Створення токарної операції

В налаштуваннях токарної операції задаємо потрібний інструмент, припуск, і режими різання (рис. 4.6).

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

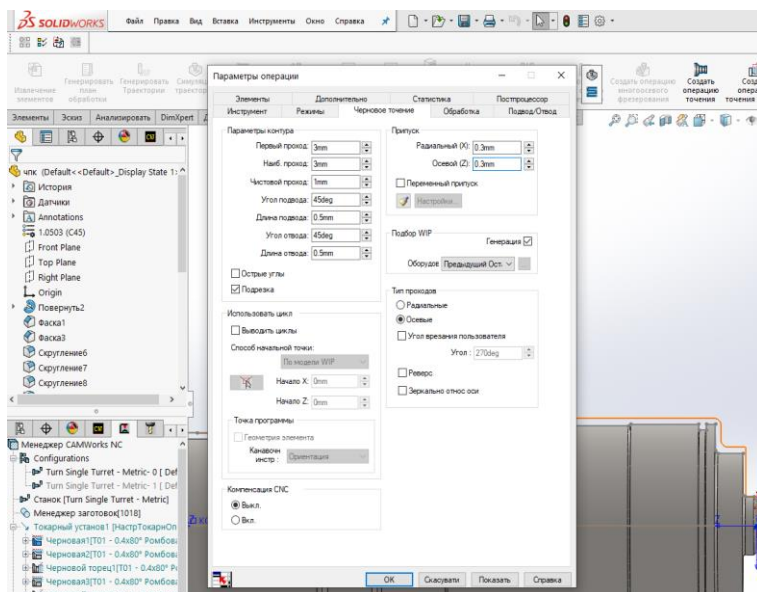
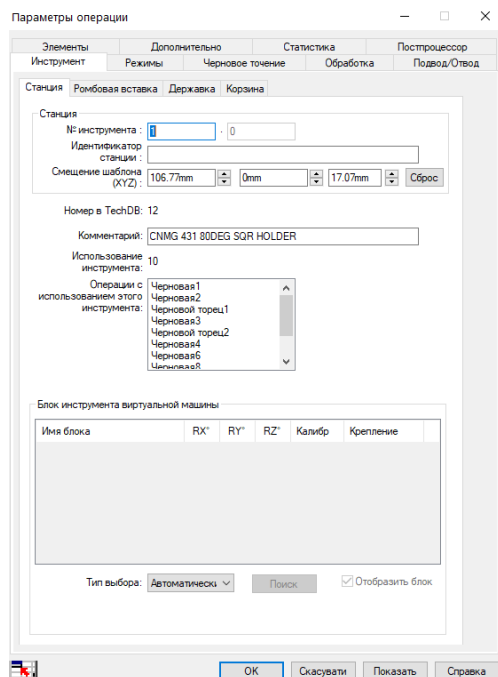


Рисунок 4.6- Задання параметрів обробки

Створюємо траєкторію руху інструмента і перевіряємо операцію за допомогою імітації обробки (рис. 4.7).

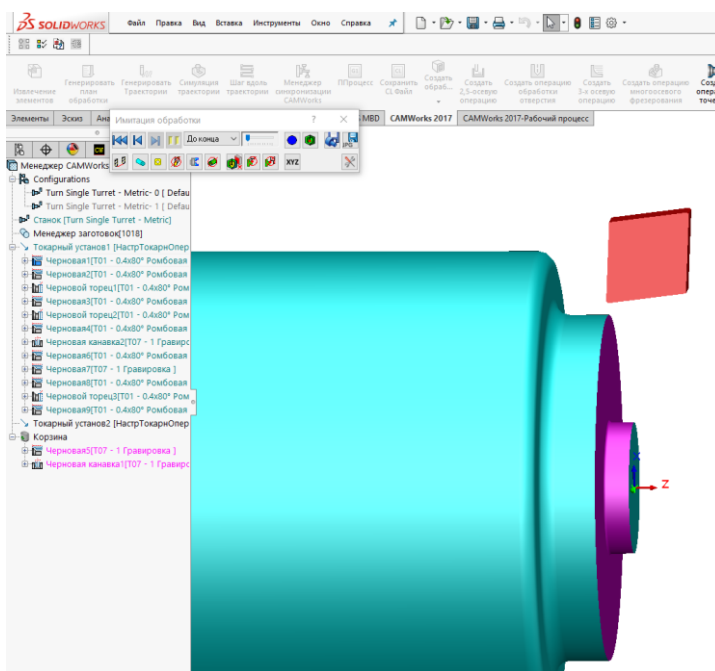
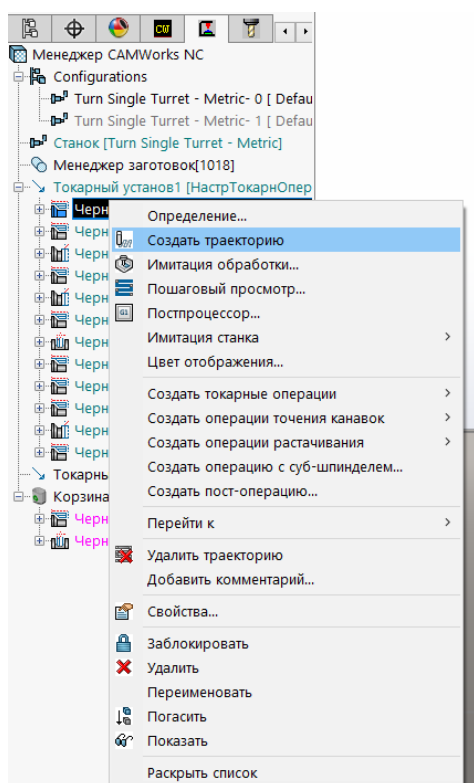


Рисунок 4.7- Імітація обробки

Аналогічно створюємо наступні переходи і перевіряємо всю операцію за допомогою імітації обробки (рис. 4.8).

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

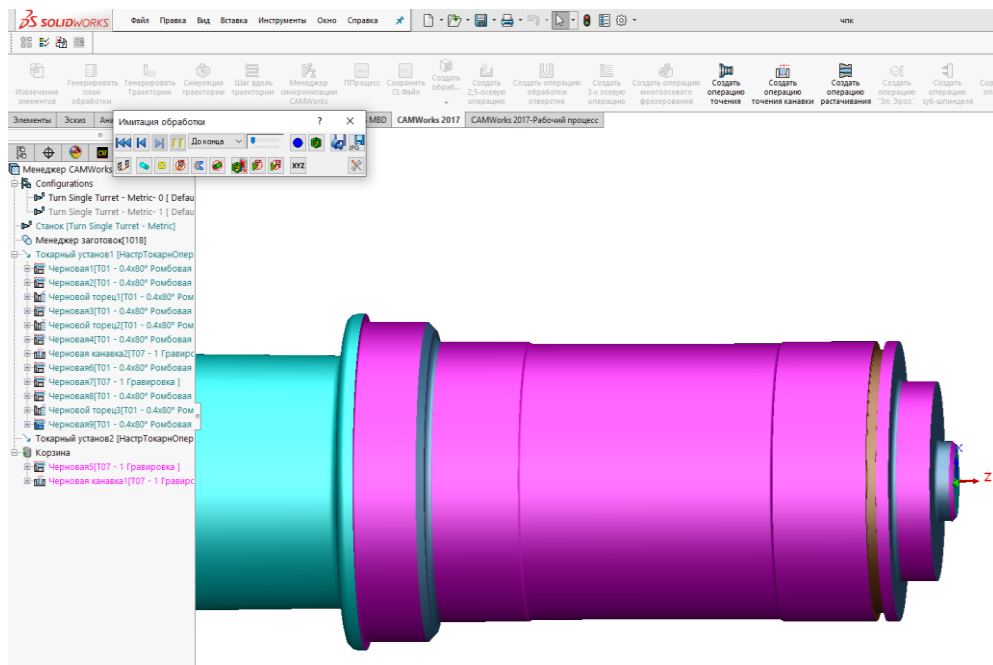
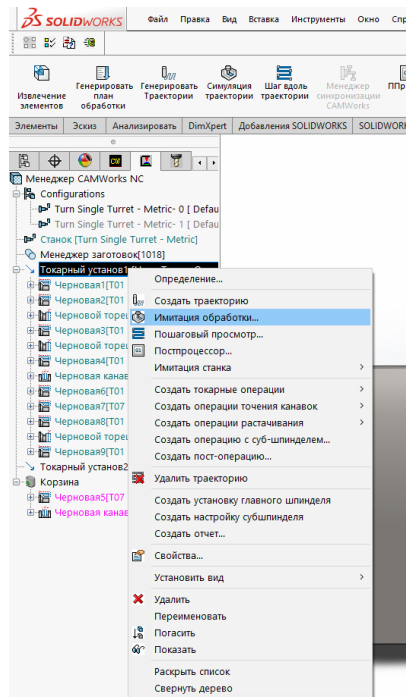


Рисунок 4.8- Кінцева імітація обробки

Для написання керуючої програми з ЧПК виводим з SolidWorks CamWorks застосовуємо команду ППроцес (рис. 4.9) і виводим G – code і зберігаєм у вигляді тексту (рис. 4.10). Заносим G – code в додаток А.

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

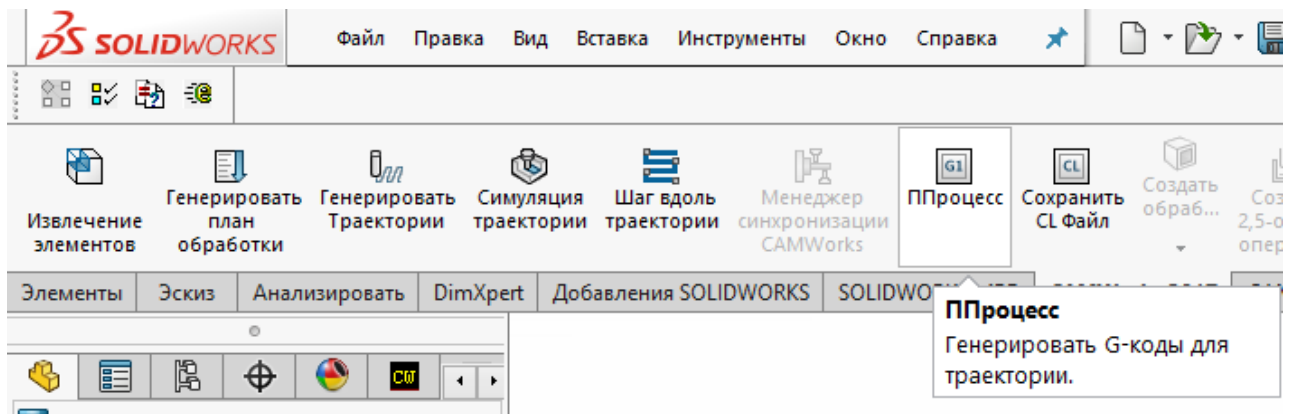


Рисунок 4.9- Виведення коду

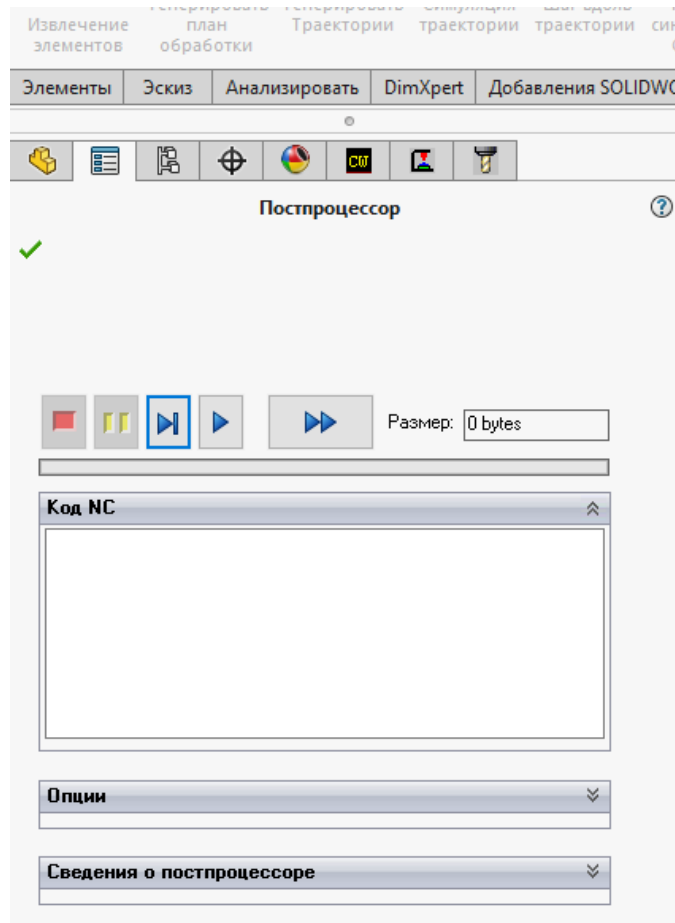


Рисунок 4.10- Написання коду програмою

Для спостереження за переміщенням інструменту створюємо ескіз траєкторії і розташування опорних точок і записуємо координати точок в таблицю (рис 4.11, 4.12).

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Координати опорних точок

№	Установ А	
	X	Y
1	0	44,2
2	-1	44,1
3	-5	44,1
4	-5	29,1
5	-15	29,1
6	-15	17,1
7	-18,2	19,1
8	-18,2	17,1
9	-21	19,1
10	-21	17,1
11	-45	17,1
12	-46	17,6
13	-112	17,6
14	-113	17,1
15	-137	17,1
16	-137	14,1
17	-139	12,1
18	-157	10

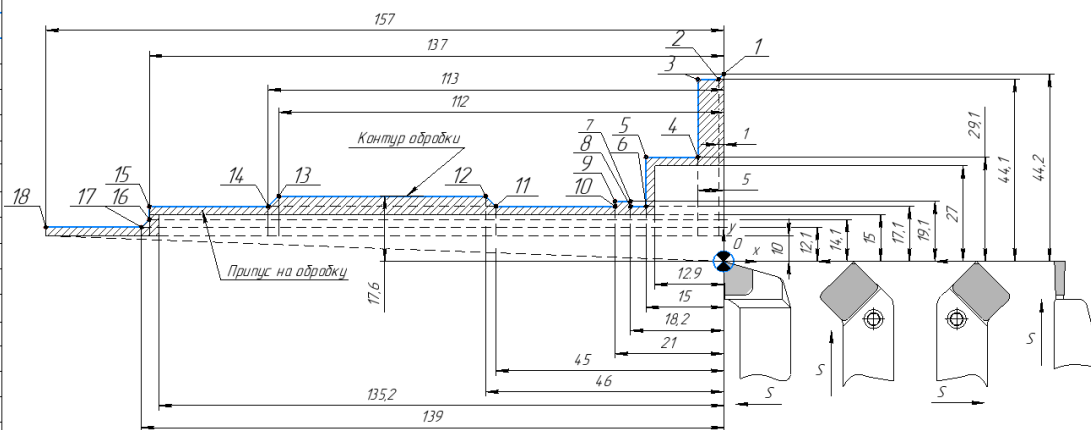
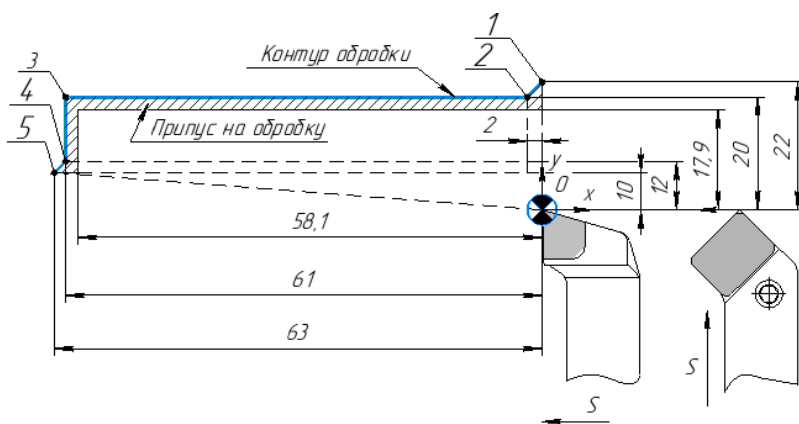


Рис. 2 – Траєкторія обробки і розташування опорних точок (установ А).

Рисунок 4.11- Траєкторія обробки та розташування опорних точок



Координати опорних точок

№	Установ Б	
	X	Y
1	0	22
2	-2	20
3	-61	20
4	-61	12
5	-63	10

Рисунок 4.12- Опорні точки для Установ Б

Аналогічним методом створюємо керуючу програму для вертикально-свердильної операції, та заносимо данні в додаток А.

5. ВПЛИВ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛУ НА МІЦНІСТЬ РІЗЬБИ ЕЛЕМЕНТА ЗАТИСКНОГО МЕХАНІЗМУ ОСНАСТКИ

Різьбові з'єднання є найбільш поширеним видом з'єднань, а деталі з різьбою складають понад 60 % від загальної кількості деталей. Широке використання різьбових з'єднань в машинобудуванні пояснюється низкою їх переваг, а саме: універсальністю, високою надійністю, малими габаритами і вагою, здатністю створювати і сприймати великі осьові зусилля, технологічністю і можливістю точного виготовлення. Різьбові з'єднання мають також недоліки: значна концентрація напружень у місцях різкої зміни поперечного перерізу, нерівномірність розподілу навантаження на витки різьби та низький ККД рухомих різьбових з'єднань [1].

Актуальність теми

Проаналізувавши основні тенденції виявлено, що даний час опубліковано багато наукових досліджень на подібну тематику в більшості присвячуються конструктивним і технологічним елементам різьби, але дуже мало приділяється увага дослідженням елементів технологічної оснастки, а саме властивостям матеріалів, але нажаль воно має дуже важливу роль. Тому, що з плином часу розвиток науки прямує постійно в перед і перед науковцями, конструкторами і технологами ставлять нові цілі і вимоги до проектування і виготовлення механізмів і машин. Тому надійність закріплення деталей в пристроях є дуже важливим не тільки з точки зору технологій, а також з техніки безпеки.

Мета та завдання дослідження

Дослідити вплив властивостей матеріалу різьби штока методом скінченних елементів на розтяг. Визначити зміну максимальних напружень, переміщень, деформацій, що виникають в наслідок навантажень. Обґрунтувати результати досліджень.

Об'єкт і предмет дослідження

Об'єкт дослідження – це елемент пневмо-циліндра пристрою для закріплення деталей на вертикально-фрезерному верстаті.

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Предметом дослідження – є дослідження різьби на міцність від зміни властивостей матеріалу.

Методи і основний матеріал дослідження

Дослідження впливу властивостей матеріалу різьби штока при зміні навантажень виконано за допомогою методу скінчено-елементного аналізу в середовищі SolidWorks, в інженерному модулі Simulation. З інженерних конструктивних міркувань було з проєктовано частину конструкції штока а саме елемент різьби і виконано просторово-параметричну 3d модель, яка закріплюється з накладанням обмежувальних зав'язків імітуючи реальне точне розташування у просторі відповідно до пристрою. Відносно координат штока по поверхні різьби накладаються зусилля які виникають в процесі роботи поршня. Силіві навантаження були розраховані в попередньому розділі.

Щоб перевірити вплив матеріалу від зміни навантажень використовуємо різнохарактерні за механічними та хімічними властивостями матеріали: Сталь 10, 20, 45, 65, і ШХ20СГ. Досліджуємо різьбу М16х2. Розміри профілю різьби показані на рис 1.

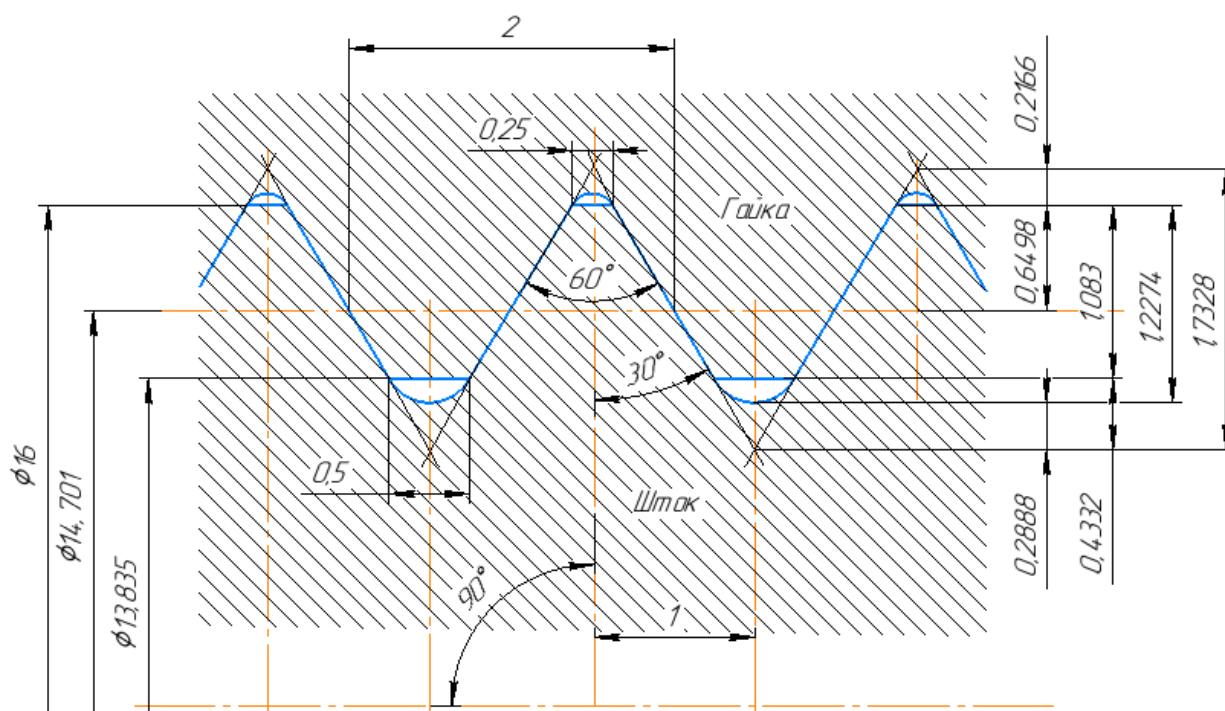


Рис 5.1 – Параметри і розміри профілю різьбового з'єднання (М16х2)

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Етапи дослідження

1. Створення параметричної твердотільної 3D моделі штока з профілем різьби.
2. В середовищі SolidWorks, в інженерному модулі Simulation вибираємо статичний аналіз.
3. Задаємо 3D моделі штока матеріал.
4. Накладаємо обмежувальні зв'язки
5. Накладаємо навантаження 3000Н. на профіль різьби
6. Проводимо побудову сітки
7. Запускаємо дослідження

По таким етапам проводимо 5 досліджень з різними властивостями матеріалів.

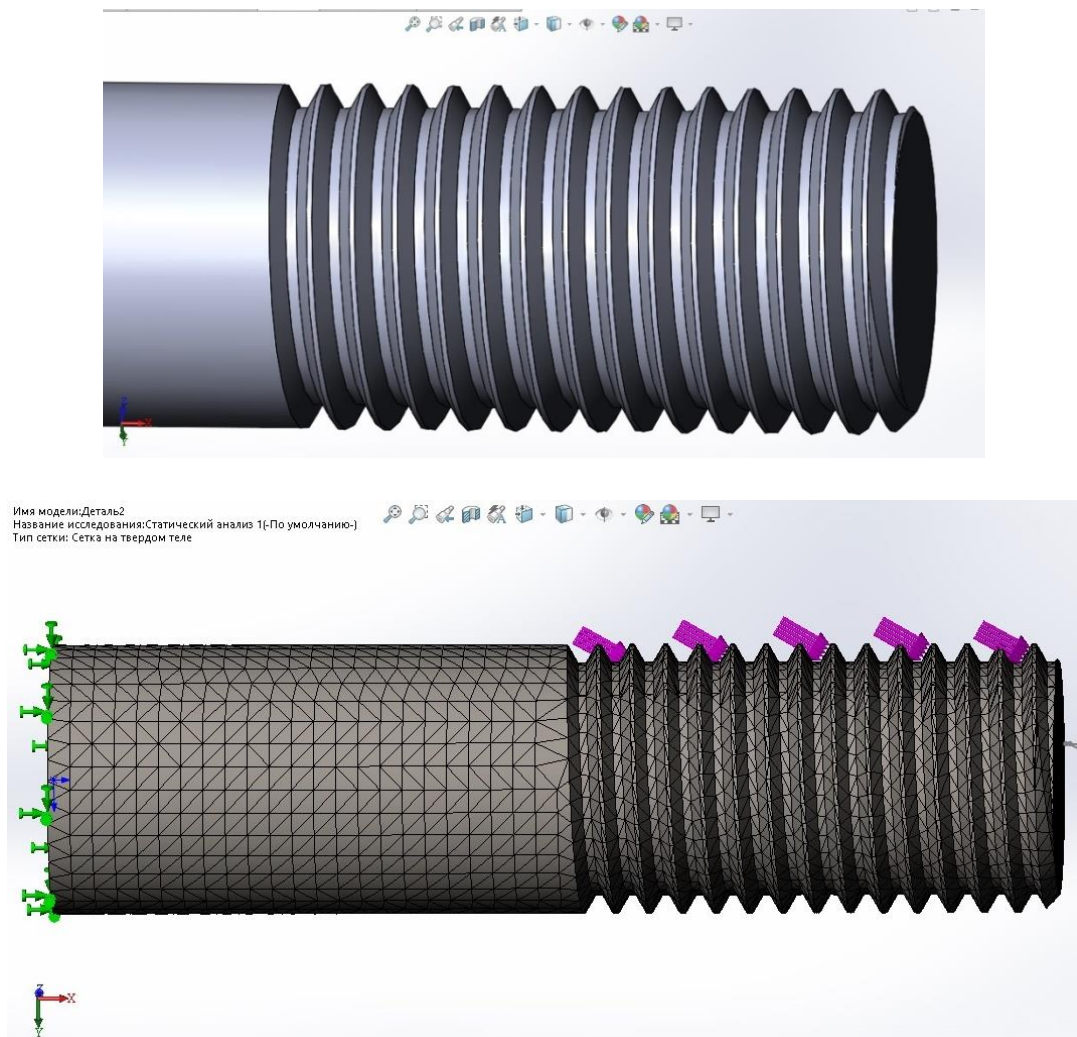


Рис. 5.2 – Модель з побудованою сіткою і накладеним зусиллям

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дослідження №1 Сталь 45

Имя модели: Деталь2

Название исследования: Статический анализ 1-(По умолчанию-)

Тип эпюры: Статический анализ узловое напряжение Напряжение1

Шкала деформации: 1715.34

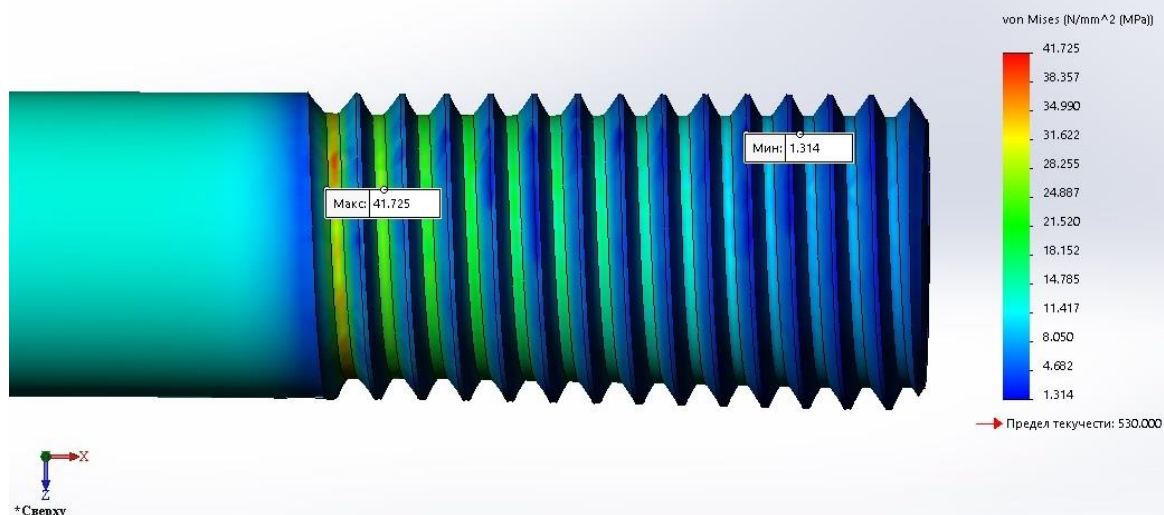


Рис. 5.3 – Напряжения по Мизесу (Сталь 45)

Имя модели: Деталь2

Название исследования: Статический анализ 1-(По умолчанию-)

Тип эпюры: Статическое перемещение Перемещение1

Шкала деформации: 1715.34

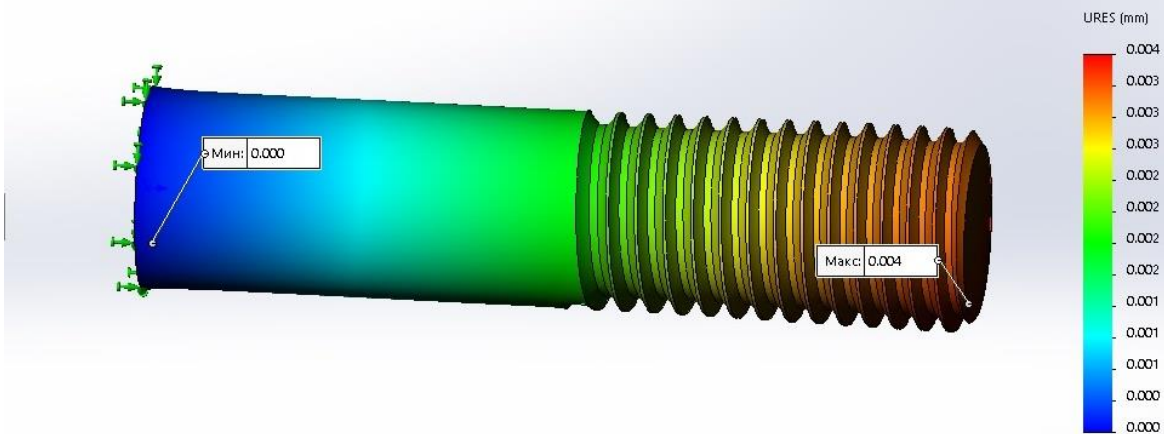


Рис. 5.4 – Переміщення (Сталь 45)

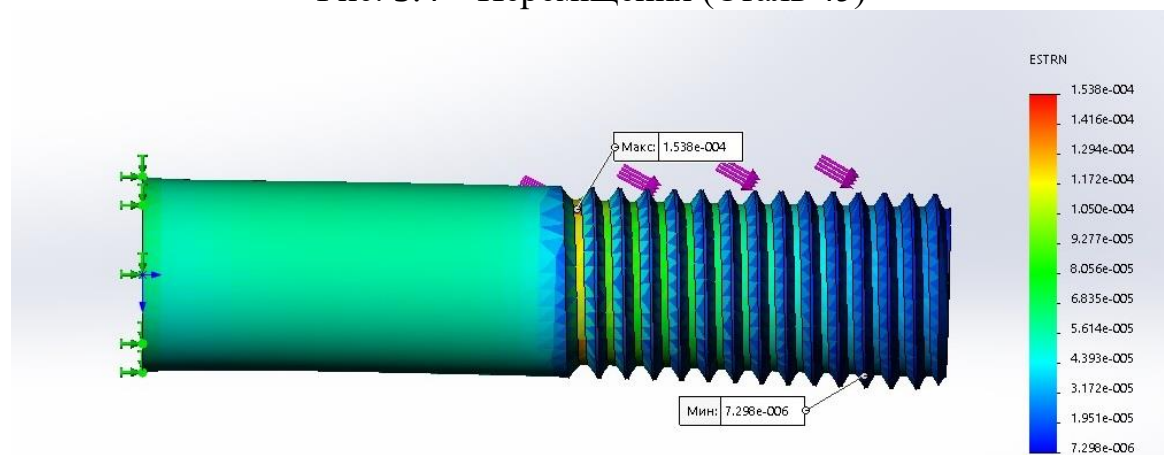


Рис. 5.5 – Деформації (Сталь 45)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-048.00.000 ПЗ

Арк.

Дослідження №2 Сталь 65

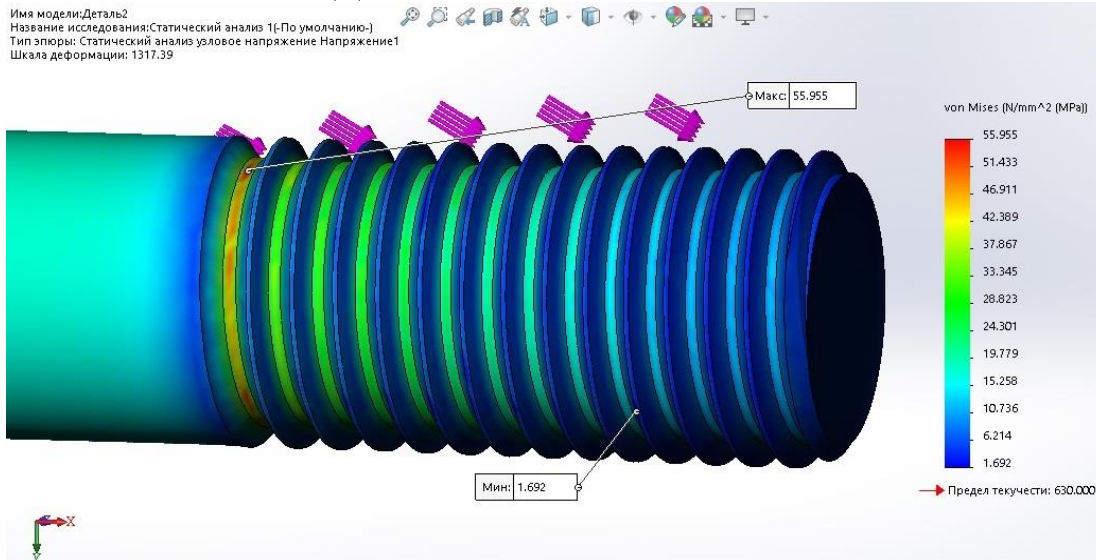


Рис. 5.6 – Напряжения по Мизесу (Сталь 65)

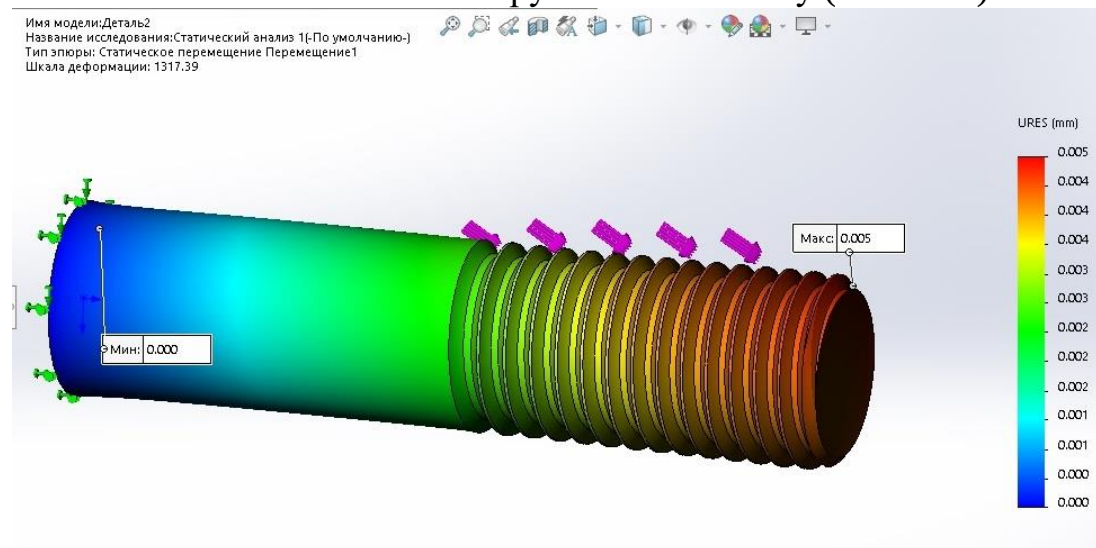


Рис. 5.7 – Переміщення (Сталь 65)

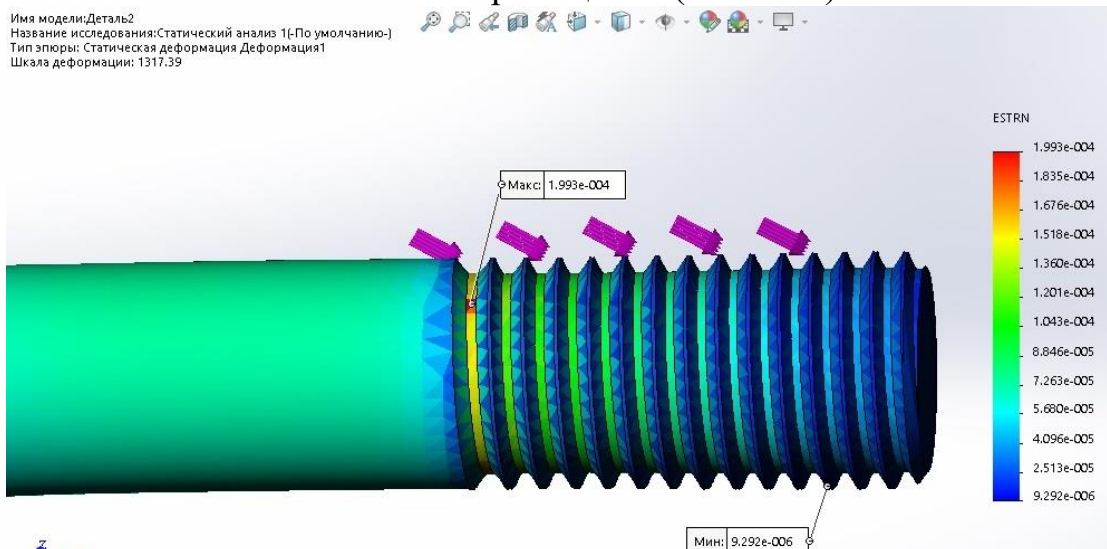


Рис. 5.8 – Деформації (Сталь 65)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ЛМ-048.00.000 ПЗ

Арк.

Дослідження №3 Сталь 20

Имя модели: Деталь2

Название исследования: Статический анализ 1 (По умолчанию)

Тип элпэри: Статический анализ узловое напряжение Напряжение1

Шкала деформации: 1053.92

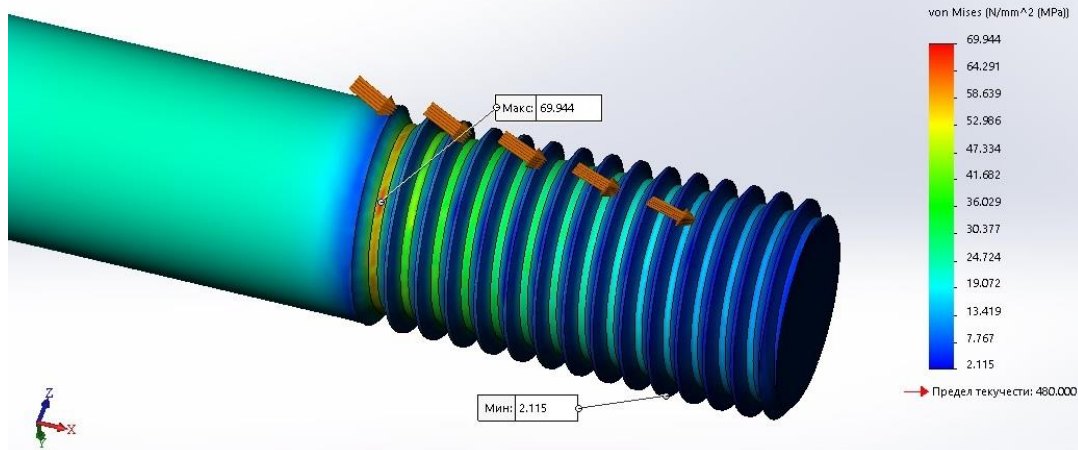


Рис. 5.9 – Напруження по Мізесу (Сталь 20)

Имя модели: Деталь2

Название исследования: Статический анализ 1 (По умолчанию)

Тип элпэри: Статическое перемещение Перемещение1

Шкала деформации: 1053.92

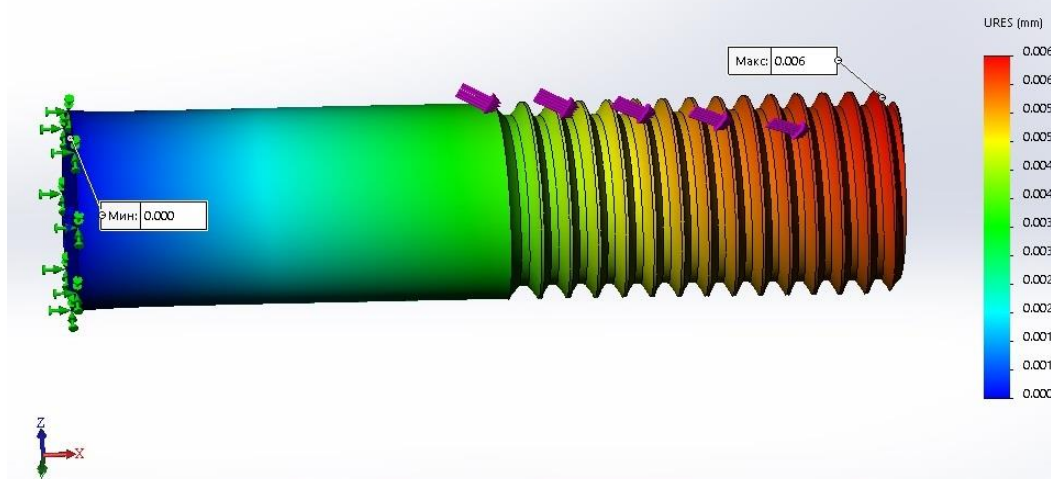


Рис. 5.10 – Переміщення (Сталь 20)

Имя модели: Деталь2

Название исследования: Статический анализ 1 (По умолчанию)

Тип элпэри: Статическая деформация Деформация1

Шкала деформации: 1053.92

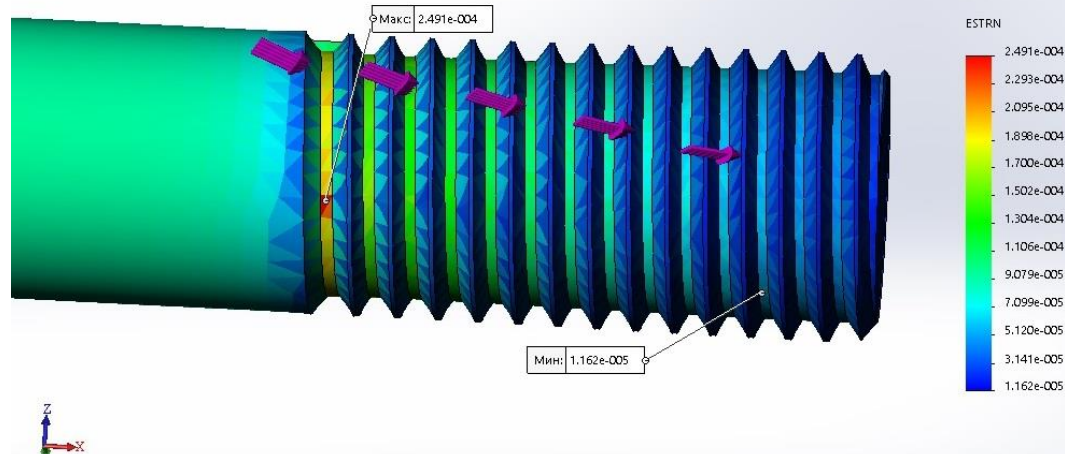


Рис. 5.11 – Деформації (Сталь 20)

					БР.ЛМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дослідження №4 Сталь ШХ20СГ

Имя модели: Деталь2

Название исследования: Статический анализ 1 (-По умолчанию-)

Тип элюры: Статический анализ узловое напряжение Напряжение1

Шкала деформации: 4391.31

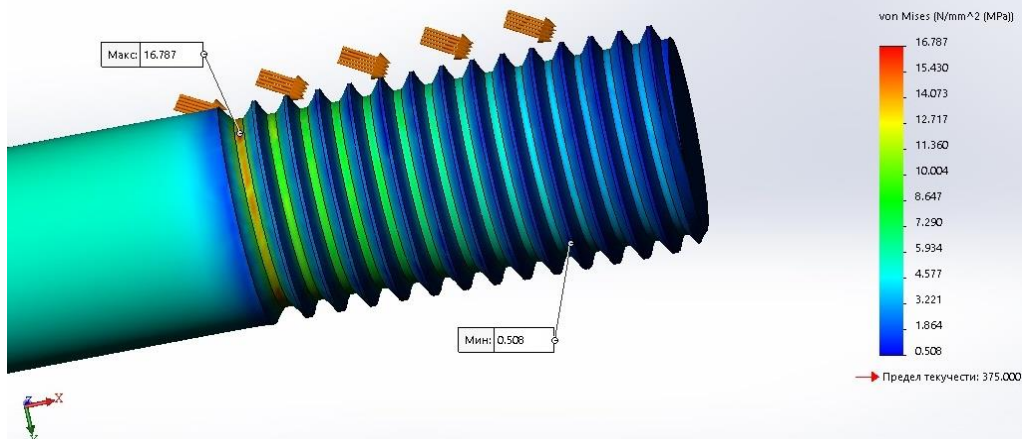


Рис. 5.12 – Напруження по Мізесу (ШХ20СГ)

Имя модели: Деталь2

Название исследования: Статический анализ 1 (-По умолчанию-)

Тип элюры: Статическое перемещение Перемещение1

Шкала деформации: 4391.31

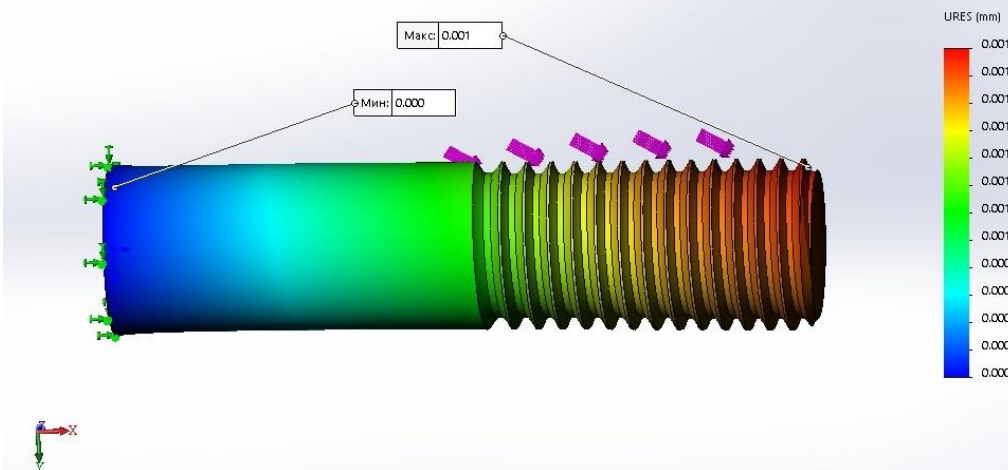


Рис. 5.13 – Переміщення (ШХ20СГ)

Имя модели: Деталь2

Название исследования: Статический анализ 1 (-По умолчанию-)

Тип элюры: Статическая деформация Деформация1

Шкала деформации: 4391.31

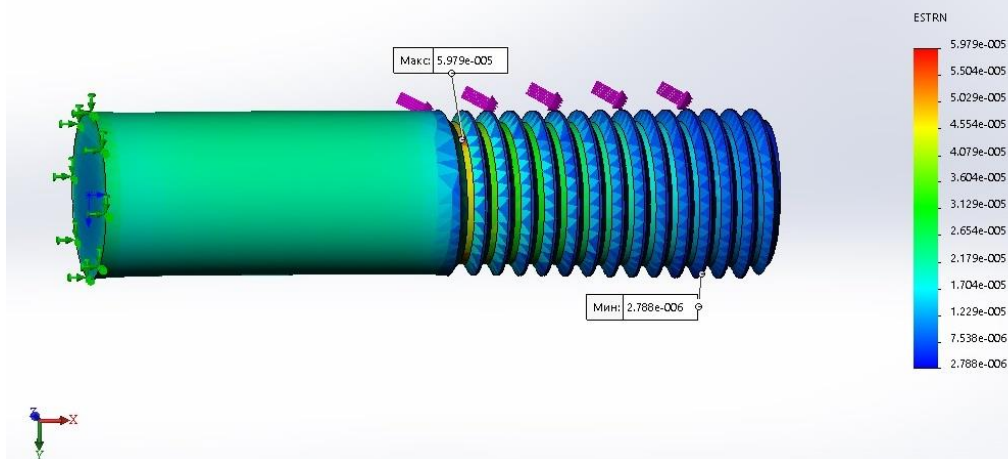


Рис. 5.14 – Деформації (ШХ20СГ)

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дослідження №5 Сталь 10

Имя модели: Деталь2

Название исследования: Статический анализ 1(-По умолчанию-)

Тип элторы: Статический анализ уловное напряжение Напряжение1

Шкала деформации: 731.886

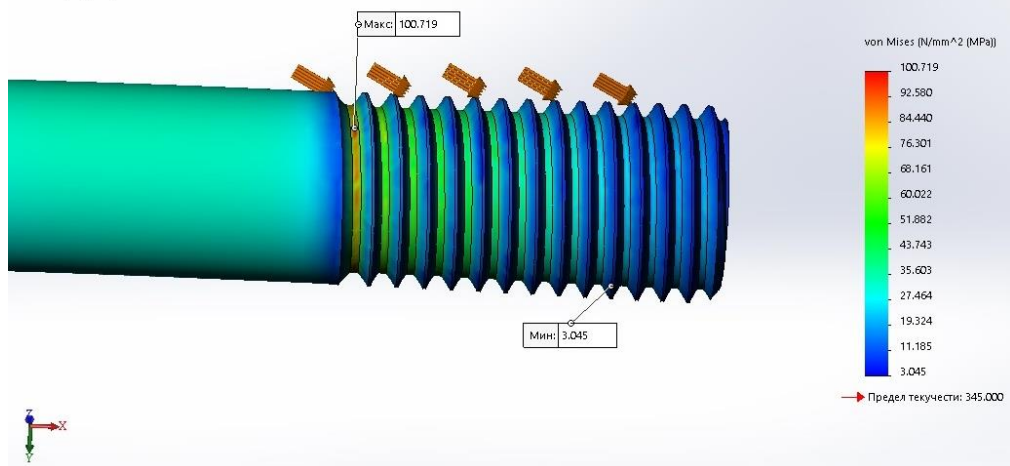


Рис. 5.15 – Напряжения по Мизесу (Сталь 10)

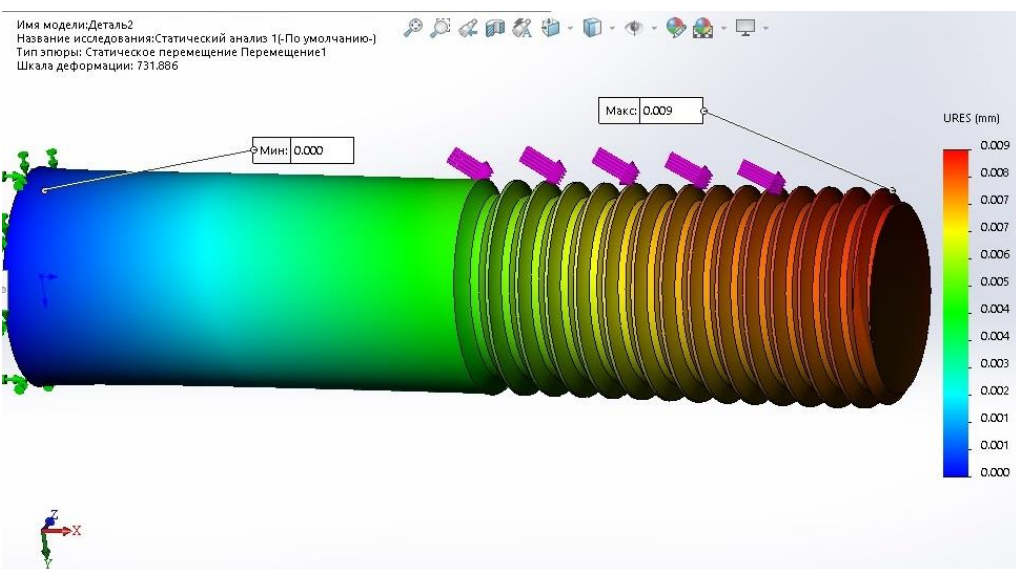


Рис. 16 – Переміщення (Сталь 10)

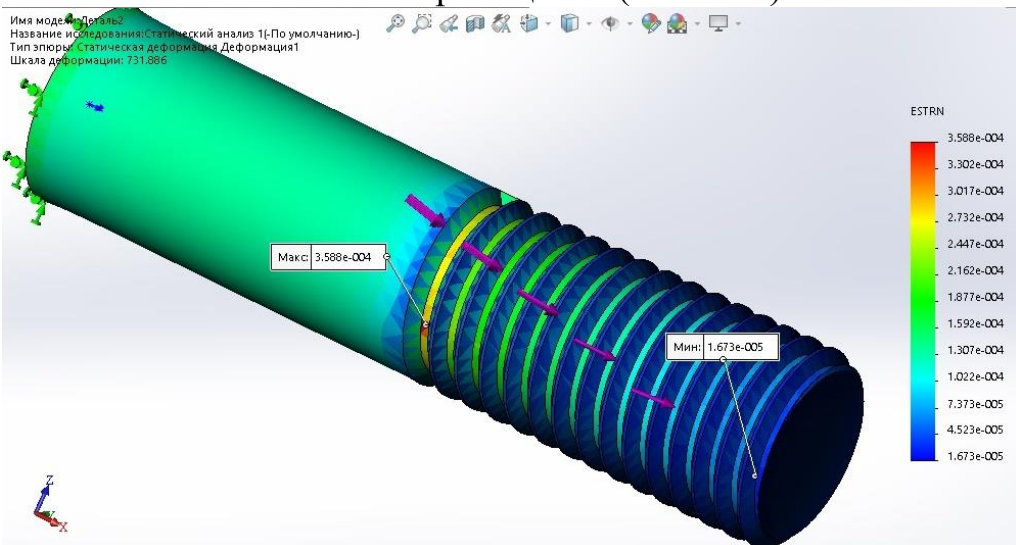


Рис. 5.17 – Деформації (Сталь 10)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-048.00.000 ПЗ

Арк.

Результати досліджень

Матеріал	Напруження, МПа		Переміщення, мм	Еквівалентні деформації
	Max	Min		
Сталь 10	100.719	3.045	0,009	3,588e-0.004
Сталь 20	69.944	2.115	0,006	2,491e-0.004
Сталь 45	41.725	1.314	0,004	1,538e-0.004
Сталь 65	55.955	1.692	0,005	1,993e-0.004
ШХ20СГ	16.787	0.508	0,001	5,979e-0.005

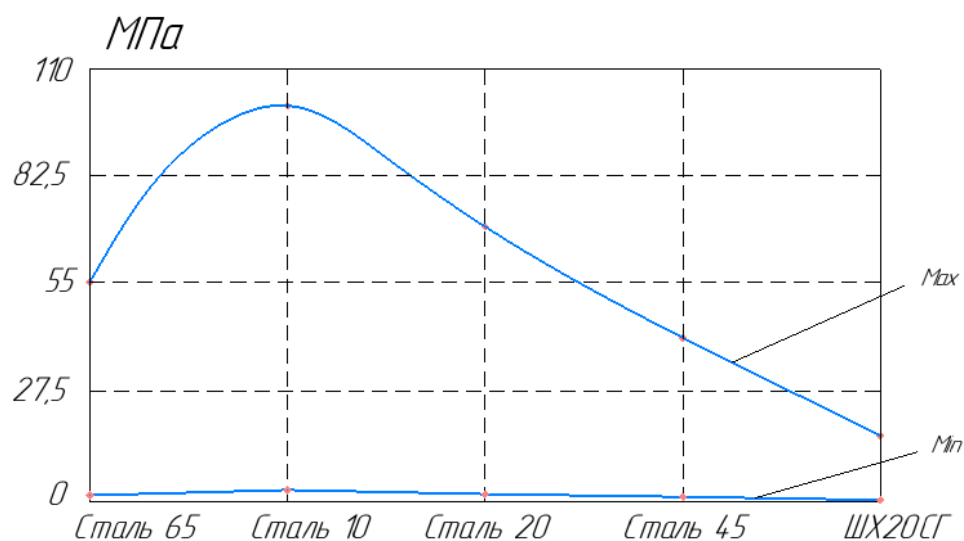


Рис. 5.18 - Крива залежностей зміни напружень по Мізесу від властивостей матеріалу

Особистий внесок здобувача

Розробка поетапної методики, і проведення дослідження методом скінченних елементів. Проаналізовано і обгрунтовано результати досліджень. А також оформлено і подано у записці і на листі формату А1.

Висновок.

Проведені дослідження методом скінченних елементів показали що зміна властивостей матеріалу суттєво впливає на різьбу. А саме при низькій твердості матеріалу і великих навантаженнях різьба може зминатися а при дуже великій твердості може також руйнуватися тому, що велика крихкість.

Отже для оптимальної роботи різьби потрібні оптимальні хімічні і механічні властивості матеріалу.

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. Проведено конструкторсько-технологічний аналіз деталі з метою забезпечення технічних вимог для її виготовлення. Уточнено граничні відхилення для лінійних розмірів та допуски форми та розміщення.
2. Проведено обґрунтування вибору заданого типу виробництва.
3. Обґрунтовано доцільність вибору більш прогресивного способу отримання заготовки, а саме, поковка.
4. На основі аналізу типового технологічного процесу виготовлення деталі було розроблено новий технологічний процес її механічної обробки, який дозволяє забезпечити задану точність з використанням прогресивного технологічного обладнання та різального інструменту
5. Розраховано режими різання з урахуванням новітніх матеріалів для інструменту, що дозволяє підвищити продуктивність праці.
6. Розроблена прогресивна спеціальна технологічна оснастка для механічної обробки та контролю деталі, яка дозволяє забезпечити задану точність та продуктивність обробки
7. Розроблено керуючу програму для верстату з ЧПК
8. Проведено науково-дослідні дослідження на вплив властивостей матеріалу на міцність різьби елемента затискного механізму оснастки

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т.1 / Под ред. А. Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова – М: Машиностроение, 1985. – 656 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т.2 / Под ред. А Г Косиловой, Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 496.с.
3. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. / Под общ. ред. А.А.Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т.1 / Под ред. А Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1973. – 694 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя, В 2-х томах. Т.2 / Под ред. А Н Малова. – М.: Машиностроение, 1973. – 568 с.
6. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск,: Высшая школа, .1983. – 256 с.
7. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с.
8. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник. – К.: Вища школа, 1993. – 414 с.
9. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя – М.: Машиностроение, 1982. – Т.1 – 736 с, Т.2 – 559 с.
10. Одосій З. М., Войтенко П. І., Палійчук І. І., Копей В. Б. Технологічні основи машинобудування: Розрахунково-графічний практикум. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2019. - 56 с.
11. Руденко П.А. и др. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. – К.; Вища школа, 1991. – 247 с.
12. Режимы резания металлов: Справочник / Под ред. Ю.В.Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 408 с.
13. Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учебное пособие – М.: Машиностроение, 1986. – 239 с.
14. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач, и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. – М.: Машиностроение, 1986. – 239 с.

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

15. ГОСТ 26 645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.
16. ГОСТ 7505-80. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.
17. Общемашиностроительные нормативы режимов резания. – М.: Машиностроение, 1974. – Ч.І – 416 с. – Ч.ІІ – 200 с.
18. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного и подготовительно-заключительного времени для технического нормирования: Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1984. – 421 с.
- 19 Врюкало В. В. Системи комп'ютеризованої підготовки виробництва: Лабораторний практикум – Івано–Франківськ: ІФНТУНГ. 2016. – 55 с.

					БР.ПМ-048.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки

Дубл.																				
Взамін.																				
Підпис																				
										Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата						
Розробив	Николайчук М.М.					І Ф Н Т У Н Г				ПМ00.48										
Перевірів	Карпик Р.Т.																			
										Вал				Н		БР				
Н. контр.	Карпик Р.Т.																			
M01	Сталь 45 ГОСТ 1050-74																			
	Код		ОВ	МД	ОМ	Н.роз	КВМ	код.загот	Профіль і розміри		КД	МЗ								
M02			Кз	5,8	1	7,078		095003	Поковка ø84,2x224,1		1	7,078								
А	Цех	Уч	Рм	Опер	Код найменування операції				Позначення документу											
Б	Код найменування операції								См	Проф.	Р	Уп	Кр	Ковд	Он	Оп	Кшт	Тп.з	Т.шт	
Р								ПИ	D або B		L	t	i	S		n	v			
01	xx	xx	xx	005	xxx Заготівельна															
02																				
03	xx	xx	xx	010	xxx Фрезерно-центрувальна						2		1	1	1	100	1	23	1,7	
04					MP-73															
05																				
06	xx	xx	xx	015	xxx Токарна з ЧПК						4		1	1	1	100	1	24	6,07	
07					16Б16Т1															
08																				
09	xx	xx	xx	020	xxx Вертикально-фрезерна						2		1	1	1	100	1	25	1,79	
10					6Т12															
11																				
12	xx	xx	xx	025	xxx Свердлильна з ЧПК						4		1	1	1	100	1	20	4,32	
13					2Р135Ф2															
14																				
15	xx	xx	xx	030	xxx Термічна								1	1	1	100	1			
16																				
17																				
МК																				

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

A	Цех	Уч	Рм	Опер	Код найменування операції	Позначення документу										
Б	Код найменування операції					См	Проф.	Р	Уп	Кр	Ковд	Он	Оп	Кшт	Тп.з	Т.шт
Р						ПИ	D або B		L	t	i	S		n	v	
01																
02	xx	xx	xx	035	xxx Круглошліфувальна			2		1	1	1	100	1	16	15,96
03					ЗМ151											
04																
05	xx	xx	xx	040	xxx Мийка											
06																
07	xx	xx	xx	045	xxx Контрольна											
08																
09																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
МК																

[illegible]

OK	Обробка різанням
----	------------------

Дубл.														
Взамін.														
Підпис										Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата
Р			ПН	Дабо В	L	t	i	s	n	v				
01														
02	Точити пов. 17													
03	Різець токарний упорний правий 2103-0007 T15K6 ГОСТ 18877-73, Штангенциркуль ШЦ-I-125 0,1 ГОСТ 166-73													
04				80	10	2,9	1	0,4	800	201				
05														
06	Точити начорно пов. 18 до ø61,6 на довжину 63мм і точити фаски пов. 19 в розмір 2×45°													
07	Різець спеціальний , Штангенциркуль ШЦ-I-125 0,1 ГОСТ 166-73													
08				64,2	63	1,3	1	0,6	1000	193,5				
09														
10	Точити начисто пов. 18 до ø60на довжину 63мм													
11	Різець токарний упорний правий 2103-0007 T15K6 ГОСТ 18877-73, Штангенциркуль ШЦ-I-125 0,1 ГОСТ 166-73													
12				61,6	63	0,55	1	0,1	1600	266				
13														
14	Б. Зняти деталь													
15														
16	Контроль													
17	Робітник 100%													
18	Майстер 30%													
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30														
31														
OK	Обробка різанням													

Дубл.																				
Взамін.																				
Підпис																				
												Зм	Ар	№док.	Підпис	Дата				
Розробив	Николайчук М.М.					І Ф Н Т У Н Г	ПМ00.48													
Перевірів	Карпик Р.Т.																			
Н. контр.																		КП		015
Назва операції				Матеріал			Твердість		ОВ	МД	Профіль і розміри				МЗ		Конд			
Вертикально-фрезерна				Сталь 45 ГОСТ 1050-74					кє	5,8	Поковка				7,078					
Обладнання, пристрій ЧПК				Позначення програми			То	Тв	Тп.з	Тшт.	МОР									
Фрезерний 6Т12							0,74	0,03	25	1,79										
Р					ПН	Дабо В		L		t	i	s		n	v					
01						мм		мм		мм		мм/хв		хв ⁻¹	м/хв					
02	А. Встановити і закріпити деталь																			
03	хххххх Пристрій спеціальний																			
004	Фрезерувати паз 36-38																			
T05	Кінцева Фреза 2220-0021 Р6М5 ГОСТ 17025-71, Штангенциркуль ШЦ-I-125 0,1 ГОСТ 166-73																			
P06						20		60		4	2	0,36		900	56,5					
T07																				
P08	Б. Зняти деталь																			
09																				
10	Контроль																			
O11	Робітник 100%																			
T12	Майстер 30%																			
P13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
ОК		Обробка різанням																		

[illegible]

[illegible]

[illegible]

OK

Обробка різанням

Розробив	Николайчук М.М.			І Ф Н Т У Н Г	ПМ00.48				
Перевірів	Карпик Р.Т.								
Н. контр.									

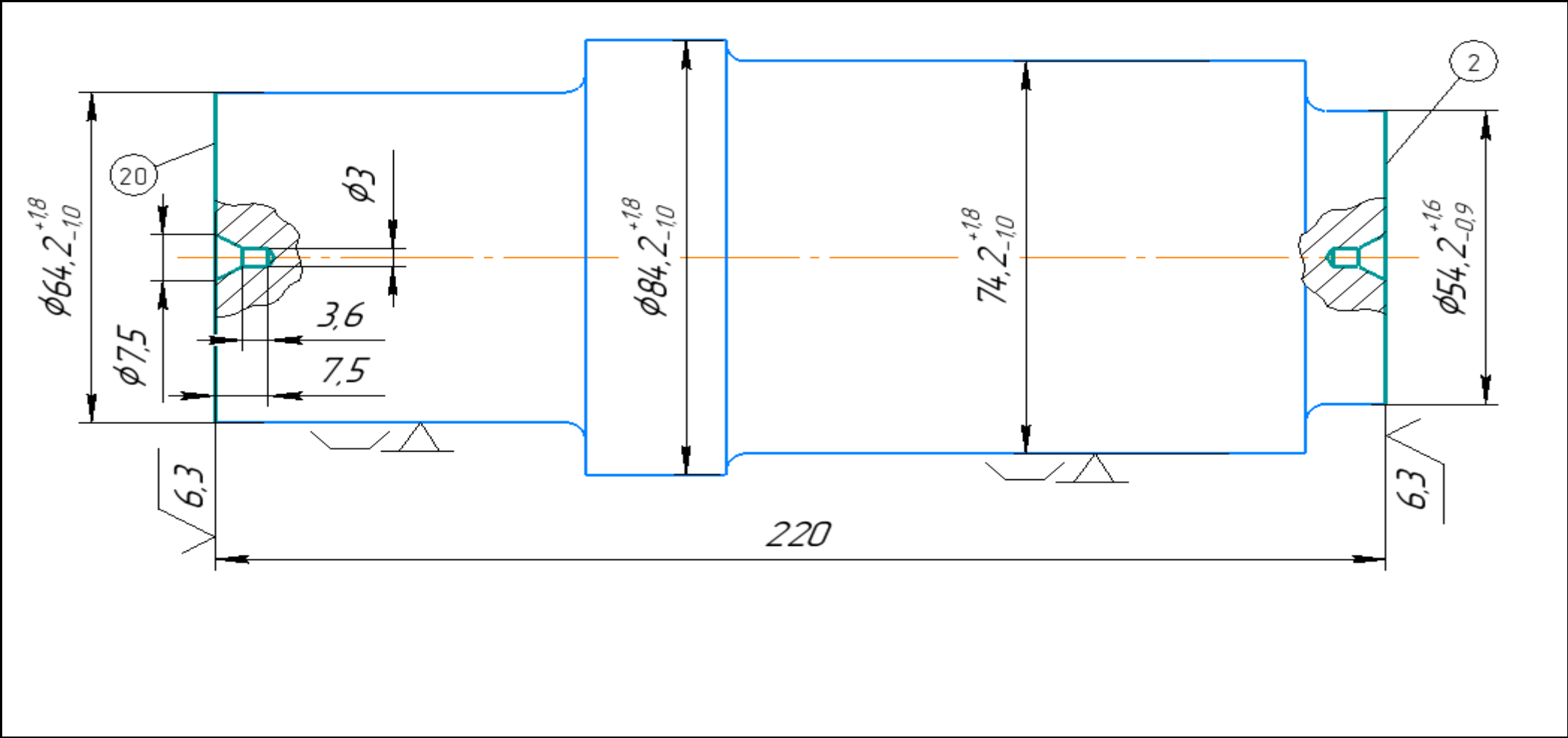
<i>P</i>		<i>ПН</i>	<i>Дабо В</i>	<i>L</i>	<i>t</i>	<i>i</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	<i>v</i>
01									
02	<i>А. Встановити і закріпити деталь</i>								
03	xxxxxx <i>Повідковий патрон 7108-0023 ГОСТ 2571-71 Центр7032-0029 ГОСТ 13214-79</i>								
04	1.Шліфувати пов. 3 до Ø20на довжину 5мм								
05	ПП 500Х63Х127 25А 32Н СМ 16 К5 35м/с 1кл АА ГОСТ 2424-83								
06			20,4	5	0,4	1	0,005	320	20
07	2.Шліфувати пов. 7-9 до Ø70на довжину 53мм								
08	ПП 500Х63Х127 25А 32Н СМ 16 К5 35м/с 1кл АА ГОСТ 2424-83								
09			70,5	53	0,5	1	0,005	185	40
10									
11	3.Шліфувати пов. 18 до Ø60на довжину 63мм								
12	ПП 500Х63Х127 25А 32Н СМ 16 К5 35м/с 1кл АА ГОСТ 2424-83								
13			60,5	63	0,5	1	0,005	212	40
14	<i>Б. Зняти деталь</i>								
15	<i>Контроль</i>								
16	<i>Робітник 100%</i>								
17	<i>Майстер 30%</i>								

Обробка різанням

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

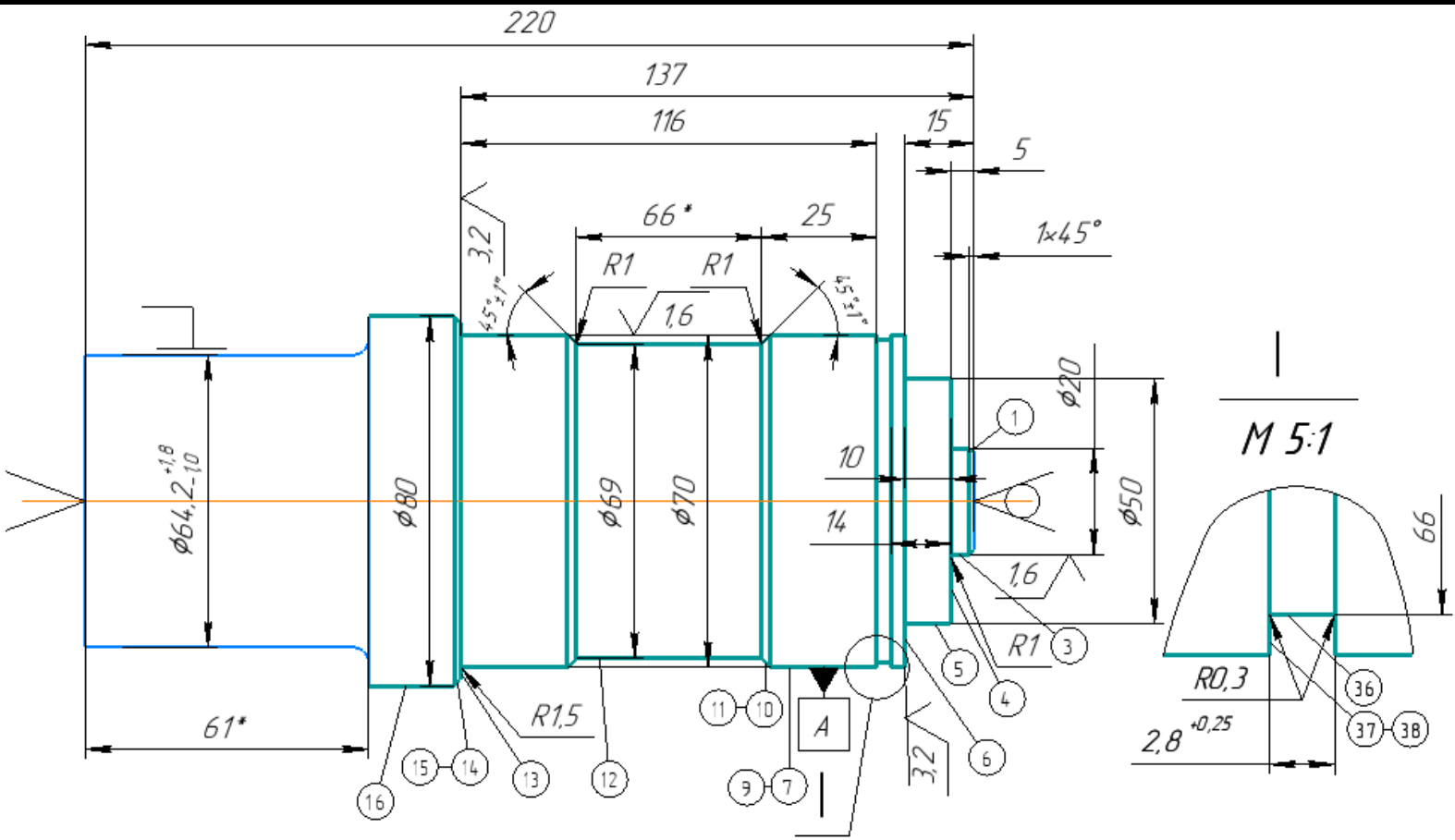
Розробив	Николайчук М.М.			І Ф Н Т У Н Г	ПМ00.48			
Перевірів	Карпик Р.Т.							
				Вал			Н	010
Н. контр.	Карпик Р.Т.							



Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

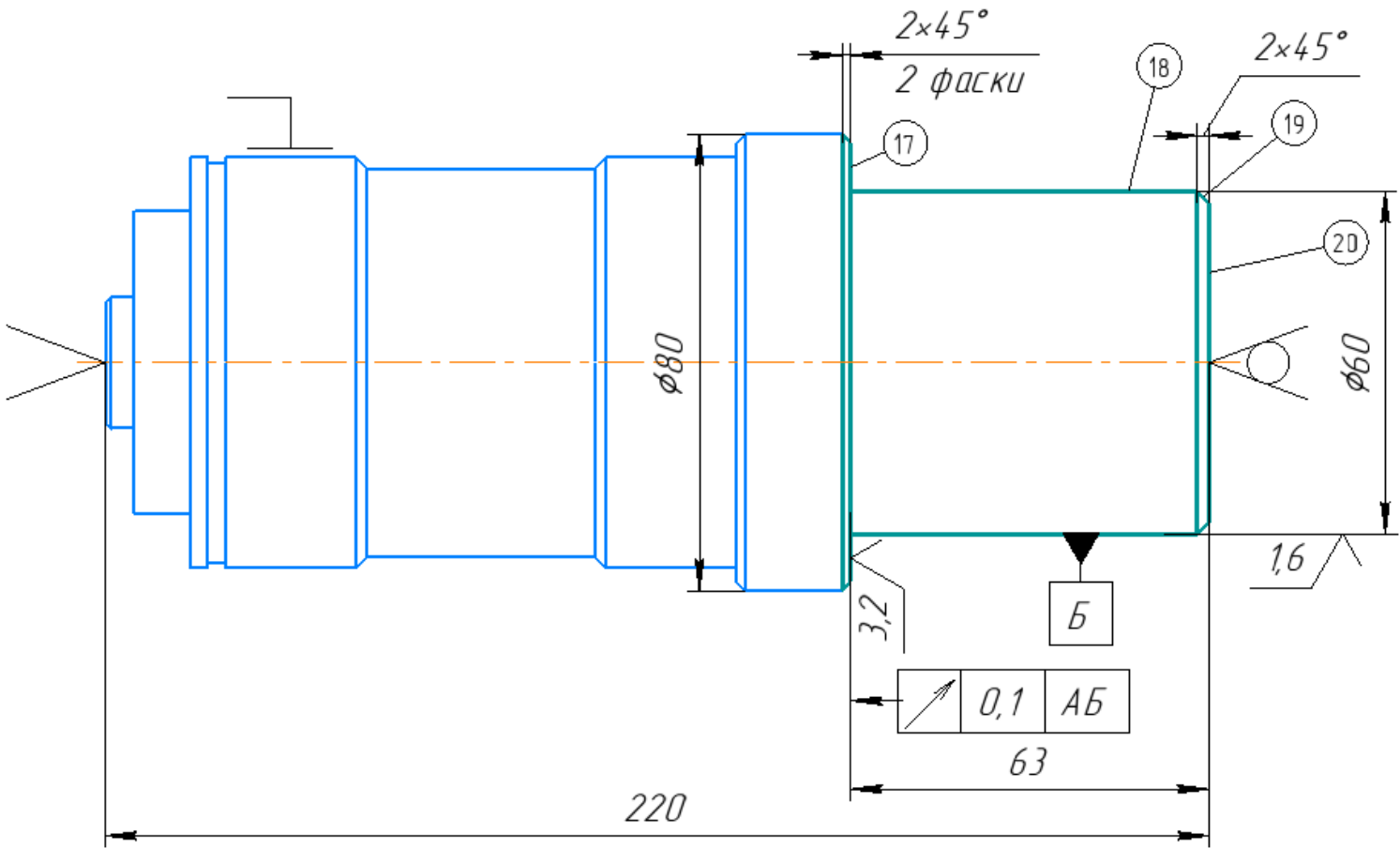
Розробив	Николайчук М.М.			І Ф Н Т У Н Г	ПМ00.48				
Перевірів	Карпик Р.Т.								
Н. контр.	Карпик Р.Т.			Вал			Н		015



Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

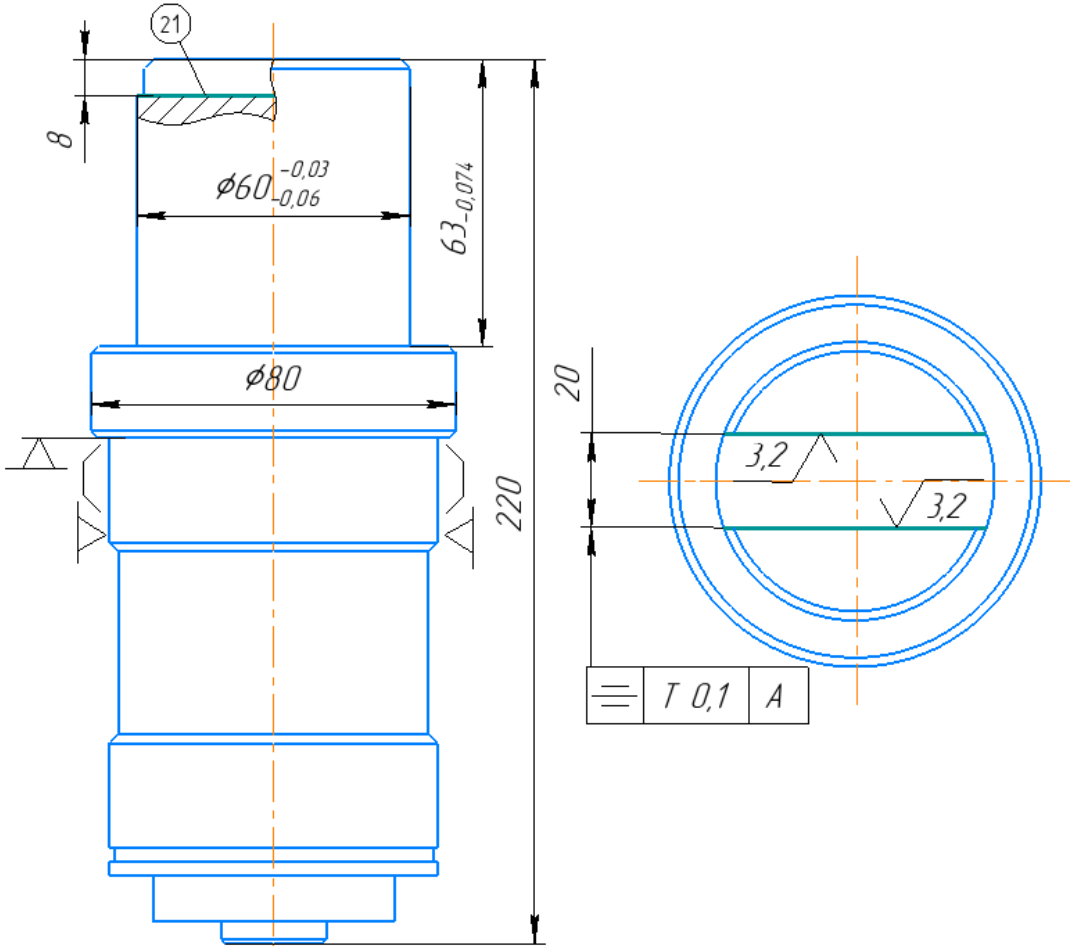
Розробив	Николайчук М.М.			І Ф Н Т У Н Г	ПМ00.48			
Перевірів	Карпик Р.Т.							
				Вал				
Н. контр.	Карпик Р.Т.			Н				
				015				



Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	Нодок.	Підпис	Дата

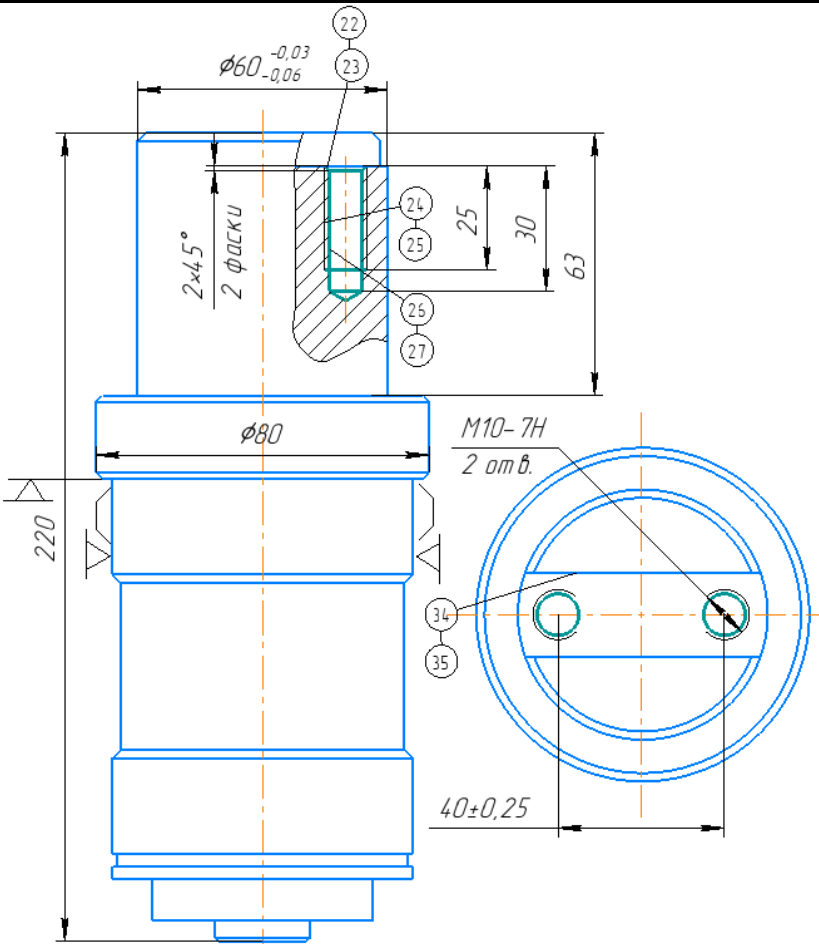
Розробив	Николайчук М.М.			І Ф Н Т У Н Г	ПМ00.48						
Перевірів	Карпик Р.Т.										
				Вал					Н		020
Н. контр.	Карпик Р.Т.										



Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

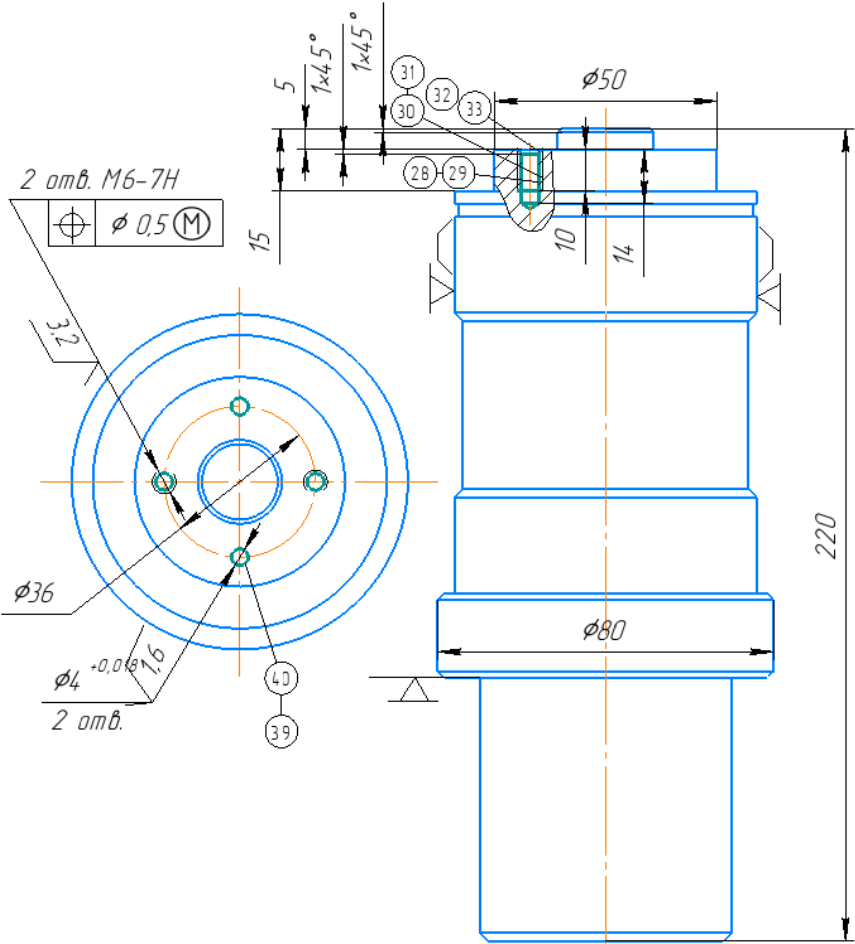
Розробив	Николайчук М.М.			І Ф Н Т У Н Г	ПМ00.48						
Перевірів	Карпик Р.Т.										
Н. контр.	Карпик Р.Т.			Вал					Н		025



Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

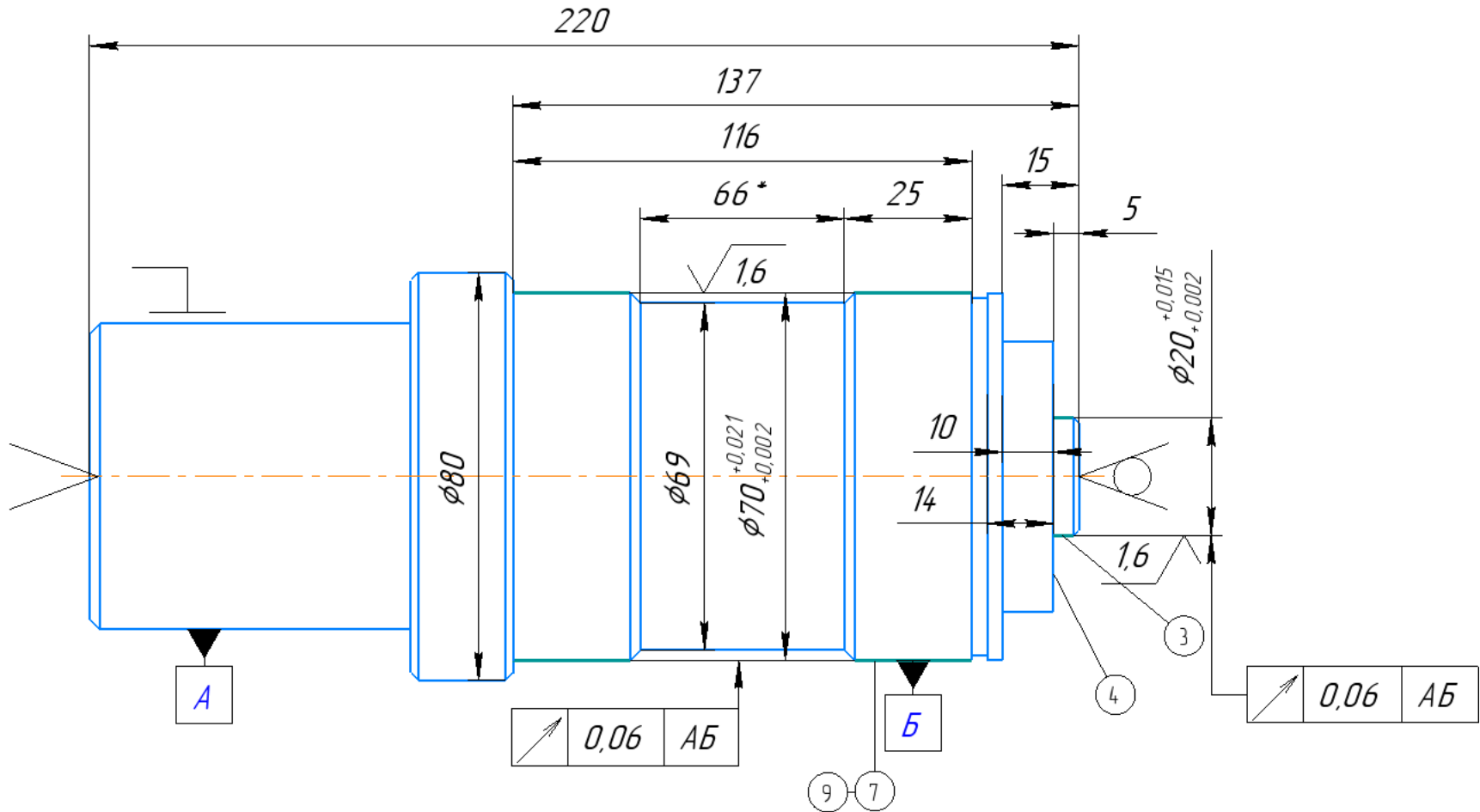
Розробив	Николайчук М.М.			І Ф Н Т У Н Г	ПМ00.48						
Перевірів	Карпик Р.Т.										
				Вал					Н		025
Н. контр.	Карпик Р.Т.										



Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

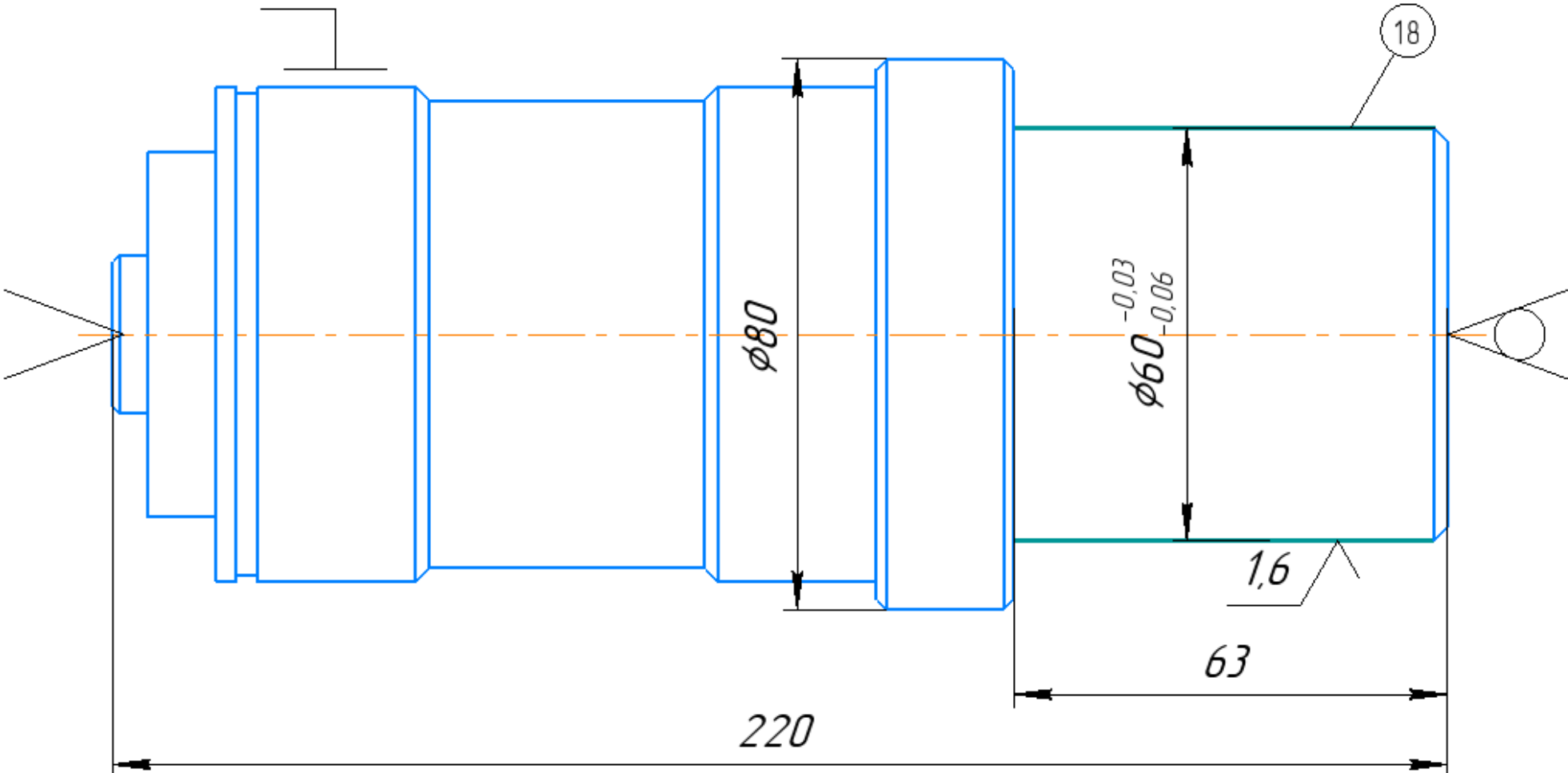
Розробив	Николайчук М.М.			І Ф Н Т У Н Г	ПМ00.48				
Перевірів	Карпик Р.Т.								
Н. контр.	Карпик Р.Т.			Вал			Н		035



Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

Розробив	Николайчук М.М.			І Ф Н Т У Н Г	ПМ00.48						
Перевірів	Карпик Р.Т.										
				Вал					Н		035
Н. контр.	Карпик Р.Т.										



Додаток А

Керуюча програма для токарної операції з ЧПК

O0001	N44 Z-3.
N1 (CNMG 431 80DEG SQR	N45 X27.719
HOLDER)	N46 X28.426 Z-2.646
N2 T0101	N47 G00 X34.426
N3 B90.	N48 Z.354
N4 G00 G96 S98 M03	N49 X21.307
	N50 G01 X20.6 Z0
N5 ('5@=>20O1)	N51 Z-4.
N6 G54 G00 Z3.354 M08	N52 X53.396
N7 X54.903	N53 X54.103 Z-3.646
N8 G01 X48.196 Z0 F.409	N54 G00 X60.103
N9 Z-3.	
N10 X54.196	N55 ('5@=>20O2)
N11 X54.903 Z-2.646	N56 Z3.666
N12 G00 X60.903	N57 X23.2
N13 Z.354	N58 G01 X17.2 Z.666 F.409
N14 X43.784	N59 Z.166
N15 G01 X43.076 Z0	N60 X19.766 Z-1.117
N16 Z-3.	N61 G03 X20. Z-1.4 R.4
N17 X48.196	N62 G01 Z-1.413
N18 X48.903 Z-2.646	N63 X20.707 Z-1.766
N19 G00 X54.903	N64 G00 X26.707
N20 Z.354	
N21 X38.664	N65 ('5@=>2>9 B>@5F1)
N22 G01 X37.957 Z0	N66 Z2.754
N23 Z-3.	N67 X60.903
N24 X43.076	N68 Z-1.646
N25 X43.784 Z-2.646	N69 G01 X54.196 Z-5. F.409
N26 G00 X49.784	N70 X21.2
N27 Z.354	N71 G03 X20. Z-4.4 R.6
N28 X33.545	N72 G01 Z-1.8
N29 G01 X32.838 Z0	N73 X20.707 Z-1.446
N30 Z-3.	N74 G00 Z1.554
N31 X37.957	
N32 X38.664 Z-2.646	N75 ('5@=>20O3)
N33 G00 X44.664	N76 X70.829
N34 Z.354	N77 Z-9.515
N35 X28.426	N78 G01 X64.122 Z-12.869 F.409
N36 G01 X27.719 Z0	N79 Z-13.
N37 Z-3.	N80 X70.122
N38 X32.838	N81 X70.829 Z-12.646
N39 X33.545 Z-2.646	N82 G00 X76.829
N40 G00 X39.545	N83 Z-12.515
N41 Z.354	N84 X60.788
N42 X23.307	N85 G01 X60.081 Z-12.869
N43 G01 X22.6 Z0	N86 Z-13.

N87 X64.122
N88 X64.829 Z-12.646
N89 G00 X70.829
N90 Z-12.154
N91 X56.748
N92 G01 X56.041 Z-12.507
N93 Z-13.
N94 X60.081
N95 X60.788 Z-12.646
N96 G00 X66.788
N97 Z-4.646
N98 X52.707
N99 G01 X52. Z-5.
N100 Z-13.
N101 X56.041
N102 X56.748 Z-12.646
N103 G00 X62.748
N104 Z-4.646
N105 X50.707
N106 G01 X50. Z-5.
N107 Z-14.
N108 X72.58
N109 X73.287 Z-13.646
N110 G00 Z-10.234
N111 X79.287
N112 Z-13.646

N113 ('5@=>2>9 B>@5F2)
N114 Z-11.646
N115 X80.848
N116 G01 X74.141 Z-15. F.409
N117 X51.2
N118 G03 X50. Z-14.4 R.6
N119 G01 X50.707 Z-14.046
N120 G00 Z4.4
N121 X58.82
N122 Z-11.046
N123 X50.707

N124 ('5@=>20O4)
N125 Z-8.246
N126 X78.707
N127 Z-11.646
N128 G01 X72. Z-15. F.409
N129 Z-17.6
N130 X74.196
N131 X74.903 Z-17.246

N132 G00 X80.903
N133 Z-14.646
N134 X70.707
N135 G01 X70. Z-15.
N136 Z-18.6
N137 X73.396
N138 X74.103 Z-18.246
N139 G00 X80.103
N140 X508. Z127. M09
N141 M01

N142 (1MM GROOVE OD
HOLDER)
N143 T0707
N144 B90.
N145 G00 G96 S56 M03

N146 ('5@=>20O :0=02:02)
N147 G54 G00 Z-16.2 M08
N148 X86.196
N149 G01 X80.196 Z-19.2 F.063
N150 X66.5
N151 G00 X80.196
N152 Z-19.364
N153 G01 X66.031
N154 G00 X80.196
N155 Z-19.527
N156 G01 X66.
N157 G00 X80.196
N158 Z-19.691
N159 G01 X66.
N160 G00 X80.196
N161 Z-19.855
N162 G01 X66.
N163 G00 X80.196
N164 Z-20.018
N165 G01 X66.
N166 G00 X80.196
N167 Z-20.182
N168 G01 X66.
N169 G00 X80.196
N170 Z-20.345
N171 G01 X66.
N172 G00 X80.196
N173 Z-20.509
N174 G01 X66.
N175 G00 X80.196

N176 Z-20.673
N177 G01 X66.
N178 G00 X80.196
N179 Z-20.836
N180 G01 X66.031
N181 G00 X80.196
N182 Z-21.
N183 G01 X66.5
N184 X80.196
N185 G00 X508. Z127. M09
N186 M01

N187 (CNMG 431 80DEG SQR
HOLDER)
N188 T0101
N189 B90.
N190 G00 G96 S98 M03

N191 ('5@=>2006)
N192 G54 G00 Z-17.646 M08
N193 X78.707
N194 G01 X72. Z-21. F.409
N195 Z-44.9
N196 X74.196
N197 X74.903 Z-44.546
N198 G00 X80.903
N199 Z-20.646
N200 X70.707
N201 G01 X70. Z-21.
N202 Z-45.9
N203 X73.396
N204 X74.103 Z-45.546
N205 G00 X80.103
N206 X508. Z127. M09
N207 M01

N208 (1MM GROOVE OD
HOLDER)
N209 T0707
N210 B90.
N211 G00 G96 S98 M03

N212 ('5@=>2007)
N213 G54 G00 Z-42.9 M08
N214 X78.141
N215 G01 X72.141 Z-45.9 F.409
N216 X71.141

N217 X71. Z-45.971
N218 Z-112.515
N219 X74.196
N220 X74.903 Z-112.161
N221 G00 X80.903
N222 Z-45.971
N223 X72.
N224 G01 X71.
N225 X69.556 Z-46.692
N226 G02 X69. Z-47.364 R.95
N227 G01 Z-111.636
N228 G02 X69.556 Z-112.308 R.95
N229 G01 X69.971 Z-112.515
N230 X71.
N231 X71.707 Z-112.161
N232 G00 X80.196
N233 X508. Z127. M09
N234 M01

N235 (CNMG 431 80DEG SQR
HOLDER)
N236 T0101
N237 B90.
N238 G00 G96 S98 M03

N239 ('5@=>2008)
N240 G54 G00 Z-130.15 M08
N241 X81.373
N242 G01 X74.666 Z-133.504 F.409
N243 Z-134.5
N244 X80.666
N245 X81.373 Z-134.146
N246 G00 X87.373
N247 Z-112.161
N248 X72.707
N249 G01 X72. Z-112.515
N250 Z-134.5
N251 X74.666
N252 X75.373 Z-134.146
N253 G00 X81.373
N254 Z-112.146
N255 X70.707
N256 G01 X70. Z-112.5
N257 Z-135.5
N258 X82.704
N259 X83.411 Z-135.146
N260 G00 X89.411

N261 ('5@=>2>9 B>@5F3)
 N262 X90.903
 N263 G01 X84.196 Z-138.5 F.409
 N264 X81.36
 N265 X77.18 Z-136.41
 N266 G02 X75.2 Z-136. R1.4
 N267 G01 X72.2
 N268 G03 X72. Z-135.9 R.1
 N269 G01 Z-135.5
 N270 X72.707 Z-135.146
 N271 Z-134.696
 N272 G00 Z-132.146
 N273 X85.196
 N274 Z-138.752
 N275 G01 Z-139.918
 N276 X84.196
 N277 X81.36 Z-138.5
 N278 G00 Z-137.1
 N279 X85.527
 N280 Z-141.498
 N281 G01 X84.527
 N282 X75.766 Z-137.117
 N283 G02 X75.2 Z-137. R.4
 N284 G01 X72.2

N285 G03 X70. Z-135.9 R1.1
 N286 G01 X70.707 Z-135.546
 N287 G00 Z-20.21
 N288 X78.82
 N289 Z-132.546
 N290 X70.707

 N291 ('5@=>2009)
 N292 X77.507
 N293 Z-136.881
 N294 X88.707
 N295 G01 X82. Z-140.234 F.409
 N296 Z-154.4
 N297 X84.196
 N298 X84.903 Z-154.046
 N299 G00 X90.903
 N300 Z-138.646
 N301 X80.707
 N302 G01 X80. Z-139.
 N303 Z-155.4
 N304 X83.396
 N305 X84.103 Z-155.046
 N306 G00 X90.103
 N307 X508. Z127. M09
 N308 M30

Перевстановлюєм деталь

O0001
 N1 (CNMG 431 80DEG SQR
 HOLDER)
 N2 T0101
 N3 B90.
 N4 G00 G96 S548 M03

 N5 ('5@=>2001)
 N6 G54 G00 Z223.354 M08
 N7 X65.267
 N8 G01 X58.56 Z220. F.409
 N9 Z219.9
 N10 X61.18 Z218.59
 N11 G03 X62. Z217.6 R1.4
 N12 G01 Z160.
 N13 X64.2
 N14 X64.907 Z160.354
 N15 G00 X70.907

N16 Z220.666
 N17 X55.2
 N18 G01 Z220.166
 N19 X59.766 Z217.883
 N20 G03 X60. Z217.6 R.4
 N21 G01 Z159.
 N22 X83.217
 N23 X83.924 Z159.354
 N24 G00 X89.924
 N25 X508. Z127.

 N26 ('5@=>2>9 B>@5F1)
 N27 Z159.354
 N28 X90.724
 N29 G01 X84.017 Z156. F.409
 N30 X80.36
 N31 X77.18 Z157.59
 N32 G02 X75.2 Z158. R1.4

N33 G01 X63.2
N34 G03 X62. Z158.6 R.6
N35 G01 Z159.
N36 X62.707 Z159.354
N37 G00 Z162.354
N38 X84.724
N39 Z156.171
N40 G01 X84.017 Z155.818
N41 X80.725
N42 X80.36 Z156.
N43 Z156.5
N44 G00 Z159.5
N45 X84.724
N46 Z155.171
N47 G01 X84.017 Z154.818

N48 X79.896
N49 X75.766 Z156.883
N50 G02 X75.2 Z157. R.4
N51 G01 X63.2
N52 G03 X60. Z158.6 R1.6
N53 G01 X60.707 Z158.954
N54 G00 Z224.4
N55 X68.82
N56 Z161.954
N57 X60.707
N58 Z223.
N59 X508. Z127. M09
N60 M30

Створення керуючої програми для свердлильної операції з ЧПК

O0001
N1 G21
N2 (10MM X 90DEG CRB SPOT
DRILL)
N3 G91 G28 X0 Y0 Z0
N4 T18 M06
N5 S2134 M03

N6 (&5=B@>20=851)
N7 G90 G54 G00 X0 Y20.
N8 G43 Z25. H18 M08
N9 G82 G98 R3. Z-3.443 P1000
F157.224
N10 Y-20.
N11 G80 Z25. M09
N12 G91 G28 Z0
N13 (10.0mm JOBBER DRILL)
N14 T14 M06
N15 S970 M03

N16 (!25@;5=851)
N17 G90 G54 G00 X0 Y20.

N18 G43 Z25. H14 M08
N19 G83 G98 R3. Z-30. Q2.
F113.359
N20 Y-20.
N21 G80 Z25. M09
N22 G91 G28 Z0
N23 (16MM HSS 90DEG
COUNTERSINK)
N24 T19 M06
N25 S460 M03

N26 (5=:>20=851)
N27 G90 G54 G00 X0 Y20.
N28 G43 Z25. H19 M08
N29 G82 G98 R3. Z-6.25 P1000
F63.21
N30 Y-20.
N31 G80 Z25. M09
N32 G91 G28 Z0
N33 G28 X0 Y0
N34 M30

Перевстановлюєм деталь

O0001
N1 G21
N2 (6MM X 60DEG HSS
CENTERDRILL)
N3 G91 G28 X0 Y0 Z0

N4 T06 M06
N5 S986 M03

N6 (&5=B@>20=852)
N7 G90 G54 G00 X-18. Y0

N8 G43 Z20. H06 M08
N9 G82 G98 R-2. Z-7.987 P1000
F92.7
N10 X18.
N11 G80 Z20. M09
N12 G91 G28 Z0
N13 (4.0mm JOBBER DRILL)
N14 T15 M06
N15 S1964 M03

N16 (!25@;5=852)
N17 G90 G54 G00 X-18. Y0
N18 G43 Z20. H15 M08
N19 G83 G98 R-2. Z-19. Q2. F189.63
N20 X18.
N21 G80 Z20. M09
N22 G91 G28 Z0
N23 (6MM X 60DEG HSS
CENTERDRILL)
N24 T06 M06
N25 S986 M03

N26 (&5=B@>20=853)
N27 G90 G54 G00 X0 Y18.
N28 G43 Z20. H06 M08
N29 G82 G98 R-2. Z-9.078 P1000
F92.7
N30 Y-18.
N31 G80 Z20. M09
N32 G91 G28 Z0
N33 (5.0mm JOBBER DRILL)
N34 T13 M06
N35 S1571 M03

N36 (!25@;5=853)
N37 G90 G54 G00 X0 Y18.
N38 G43 Z20. H13 M08
N39 G83 G98 R-2. Z-19. Q2.
F151.704
N40 Y-18.
N41 G80 Z20. M09
N42 G91 G28 Z0
N43 (12MM CRB 90DEG SPOT
DRILL)
N44 T14 M06
N45 S1778 M03

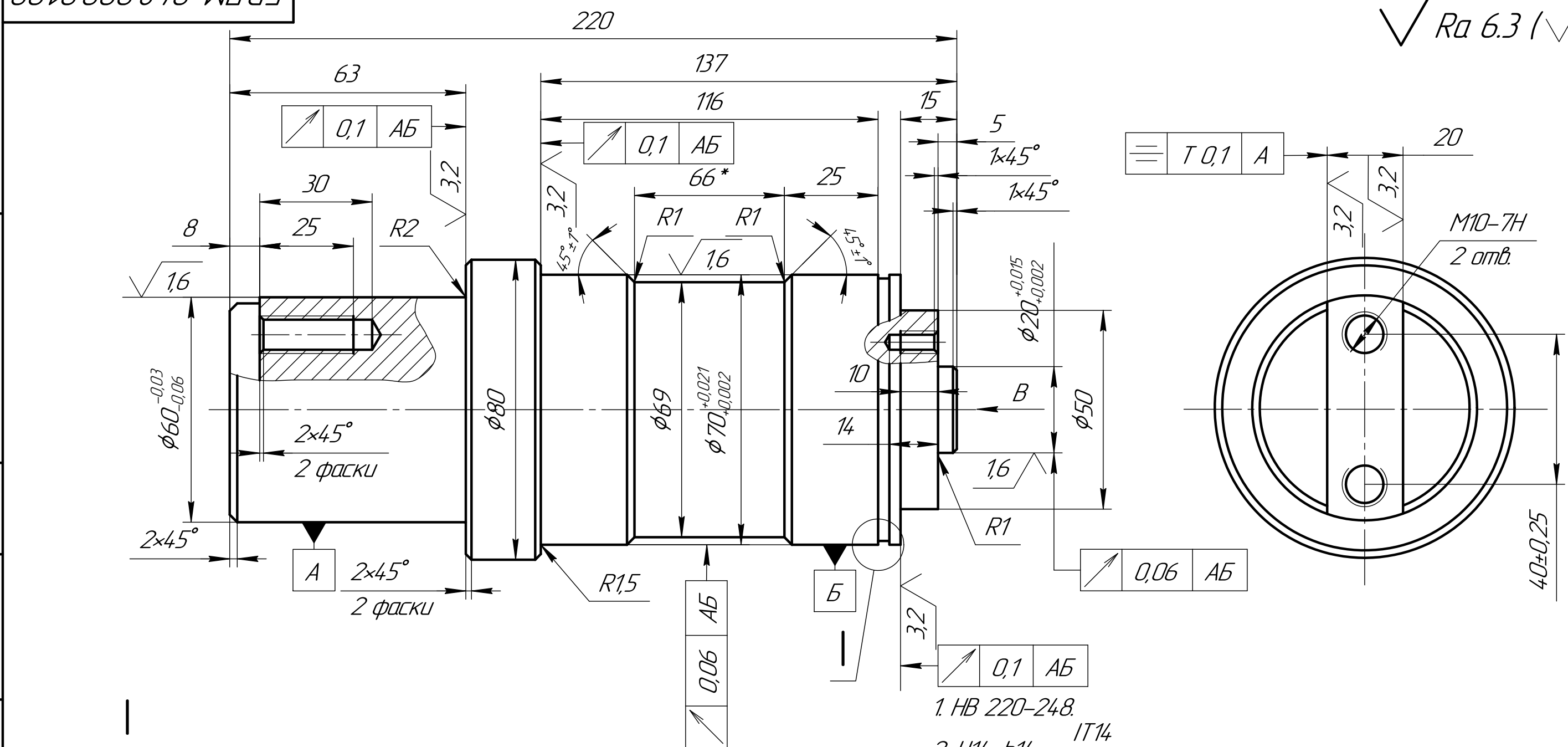
N46 (5=;>20=851)
N47 G90 G54 G00 X0 Y18.
N48 G43 Z20. H14 M08
N49 G82 G98 R-2. Z-8.5 P1000
F131.02
N50 Y-18.
N51 G80 Z20. M09
N52 G91 G28 Z0
N53 G28 X0 Y0
N54 M30

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № ацкл.	Подп. и дата

[illegible]

Копировал

Формат А4



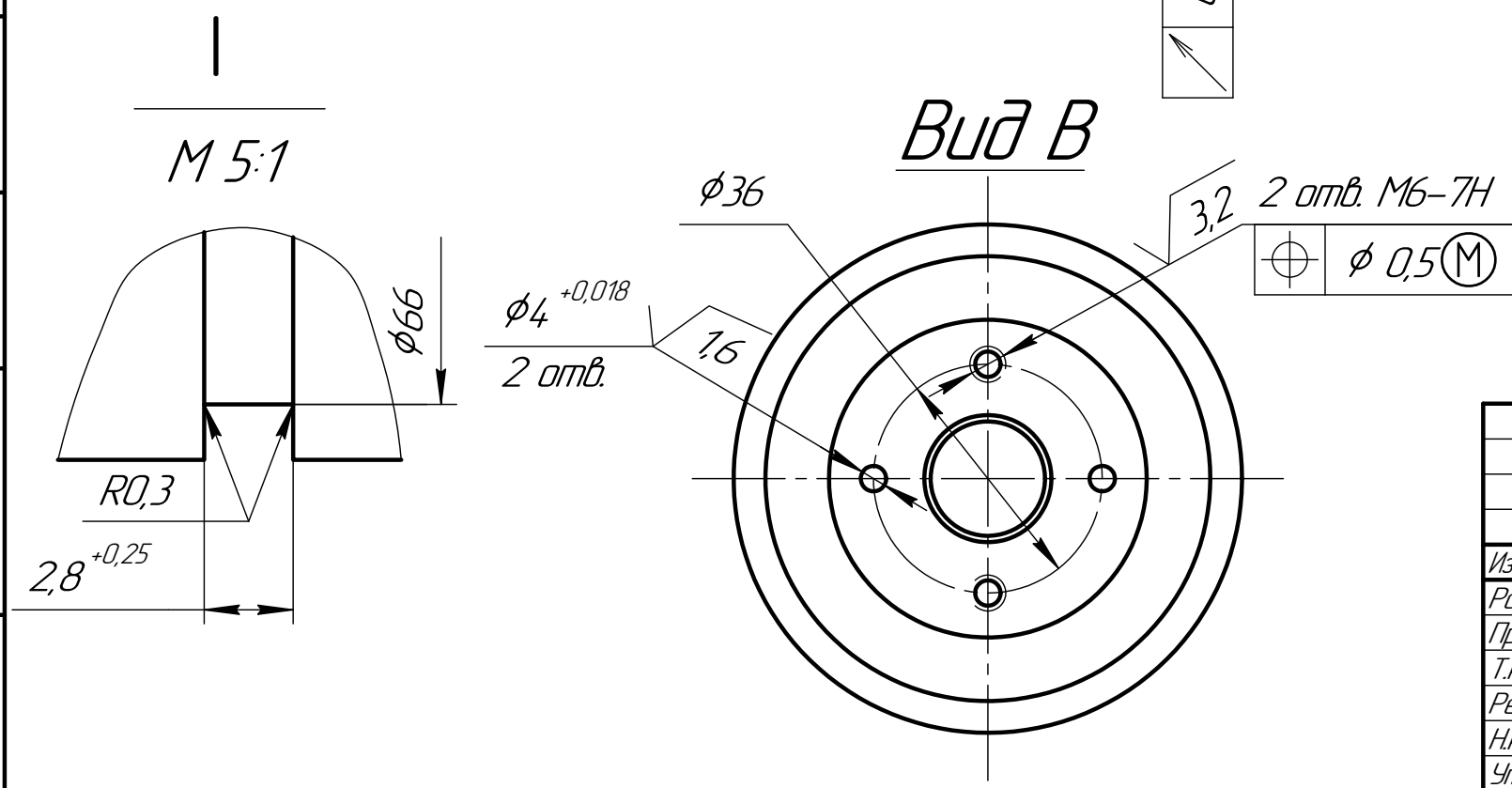
1. HB 220-248.

$$2 H14, h14, \pm \frac{IT14}{2}.$$

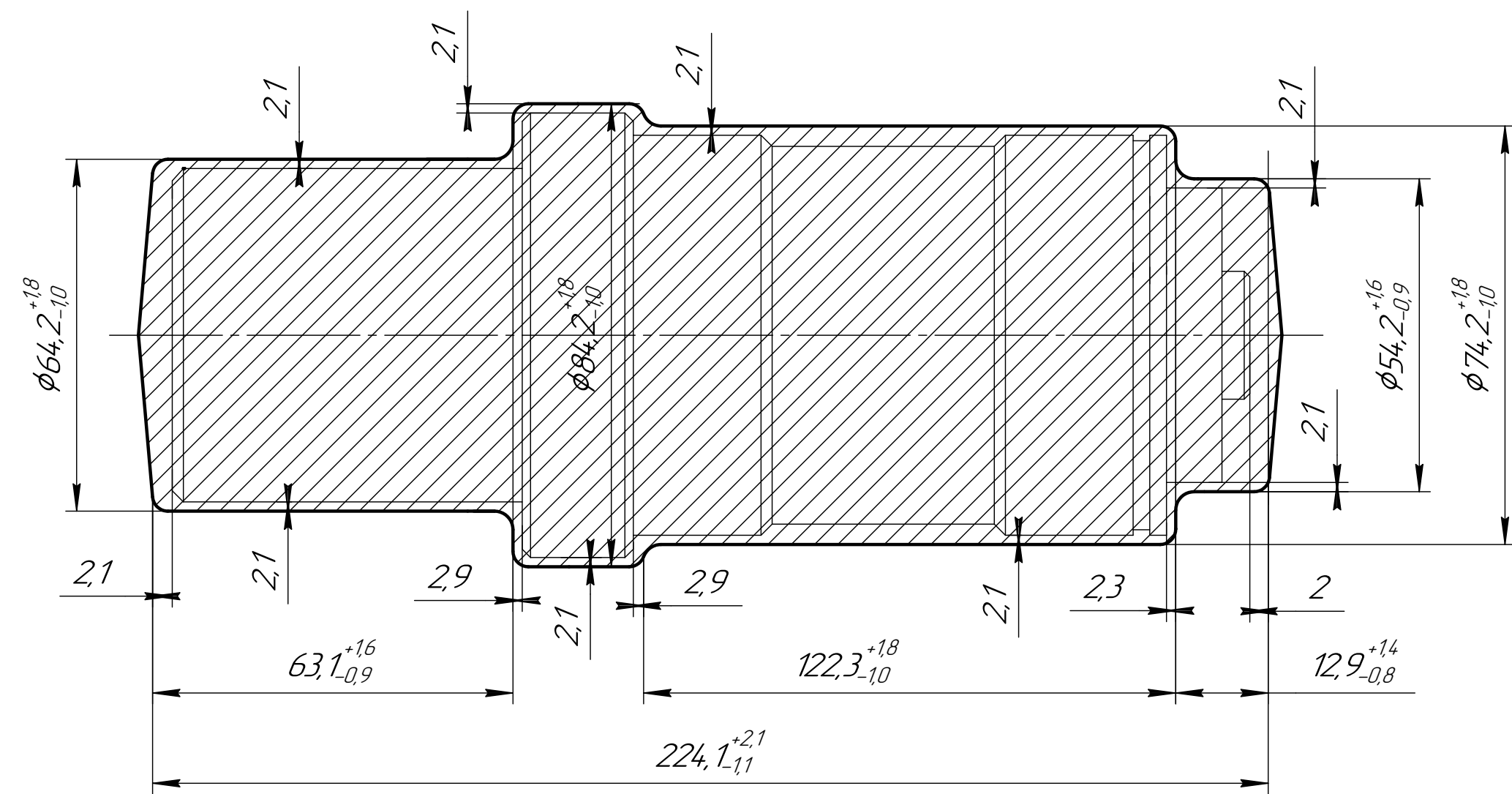
3. По торцях деталі допускаються центрові отвори діаметром до 3 мм по ГОСТ 14034-74.

4. Маркувати позначення креслення.

5. * Розміри для довідок.



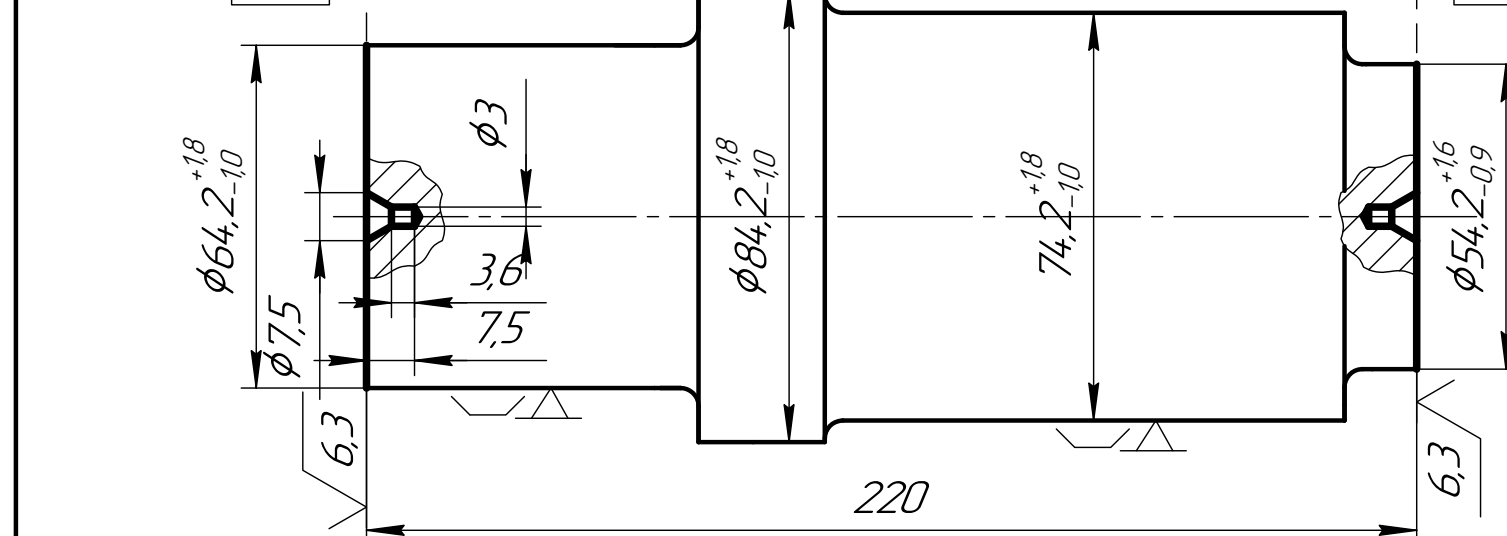
						БР.ПМ-048.000.01.00				
						Вал (AM2132-24-405)		Лит	Масса	Масштаб
									5,8	1:1
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата					Лист	Листов 1	
Разработ	Николаичук М.М.									
Проект	Карпишук Р. Т.									
Технический										
Рецензия										
Нормирование	Карпишук Р. Т.								1ФНТУНГ	
Утв.	Панчук В. Г.								ПМ-17-1	
Сталь 45 ГОСТУ 7809-15										
Конструктор						Формат А3				



1. Не вказані хулихи 5°
2. Не вказані радіуси заокруглення R=2,5 мм
3. Ступінь складності паковок **С1**, клас точності паковок **Т4**
4. Допустиме зміщення по поверхні розміщення штампів 0,7 мм
5. Відхилення від площинності і прямолінійності 0,4 мм
6. Зміщення по поверхні роз'єму штампів 0,3 мм
7. Допустима величина залишкового облію 0,9 мм

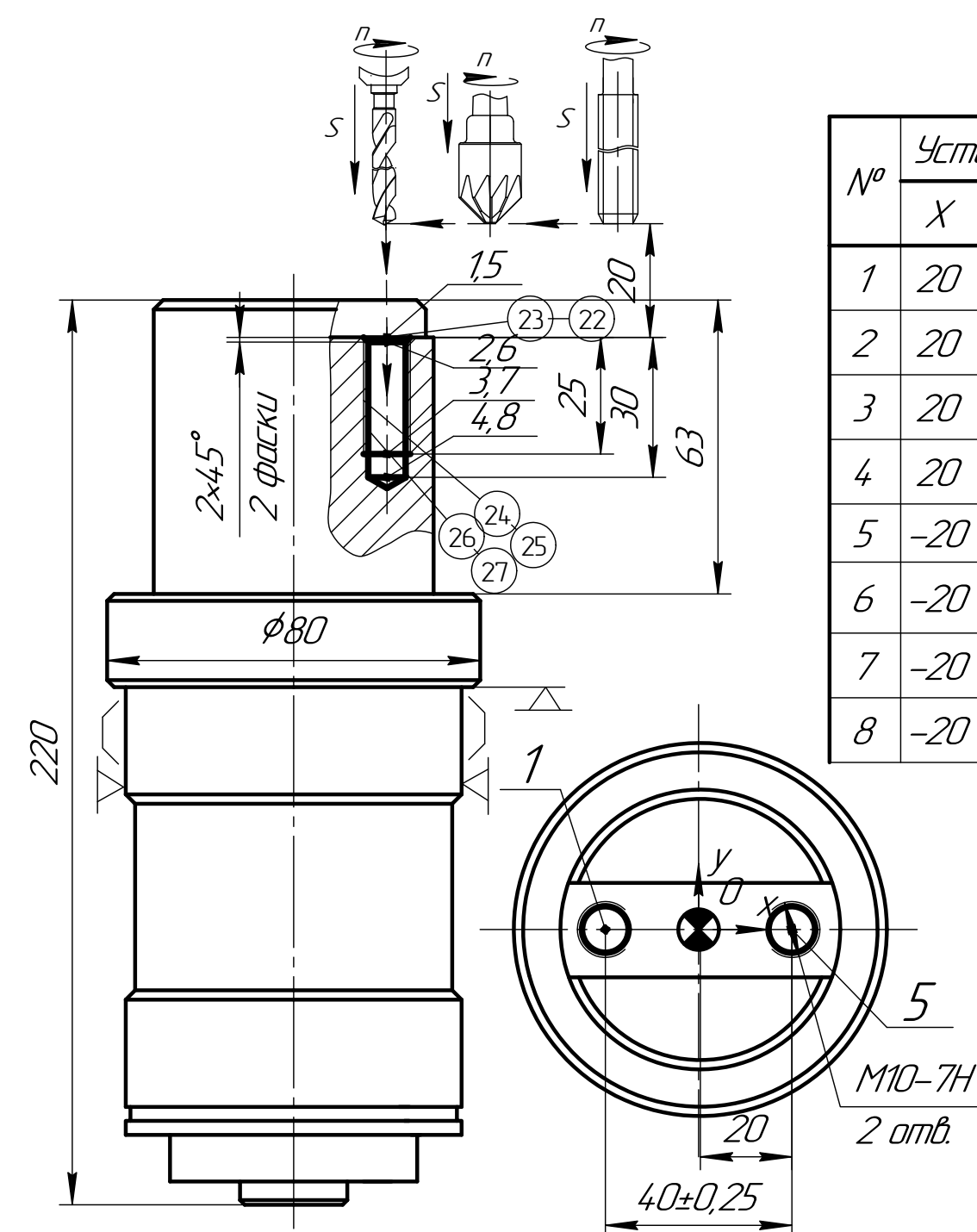
					БР.ПМ-048.000.02.00			
Изм/Лист	№ докум	Подп	Дата	Заготовка (Поковка)		Лист	Масса	Масштаб
Разраб	Николаенчук М.М.			Сталь 45 ГОСТУ 7809-15			7,078	1:1
Проб	Карпук Р.Т.							
Т.контр						Лист	Листов	1
Реценз						ИНТУИГ		
Никоенч	Карпук Р.Т.					ПМ-17-1		
Утв	Пенчук В.Г.							

Операція 010



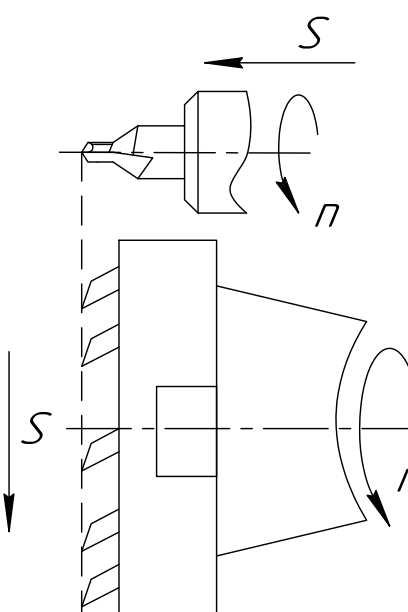
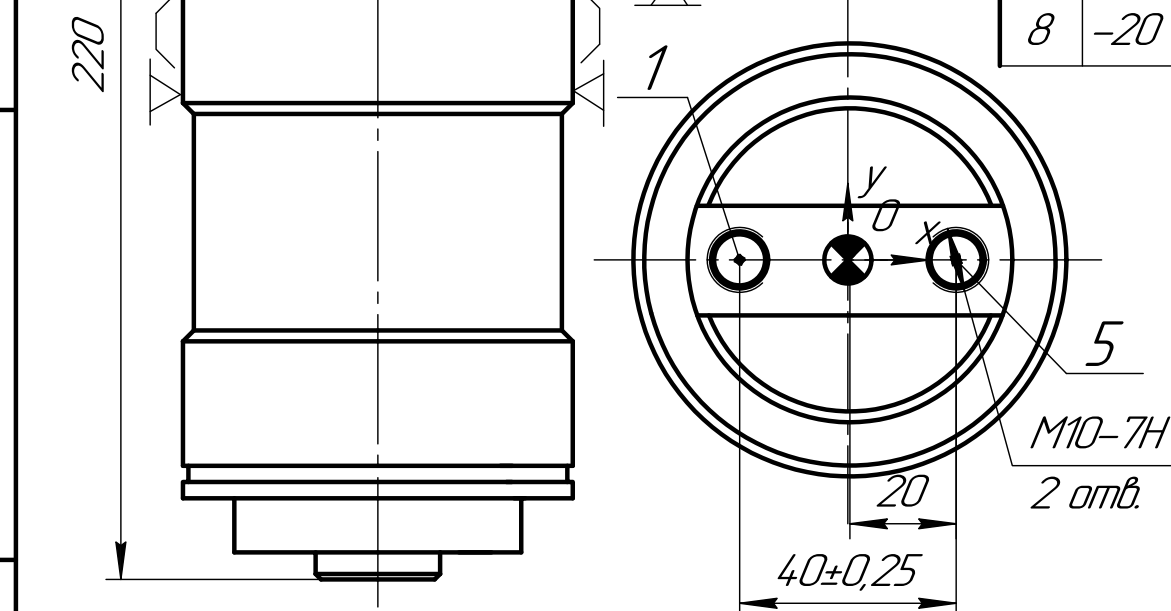
	2	Центрувати торці	15	0,2	119	1200
	1	Фрезерувати одночасно торці	21	0,052	374	1300
010		Фрезерно-центрувальна МР-73	мм	мм/об	м/хв	об/хв
МРер	МРер	Зміст переходу	t	s	v	n
		Назва операції	Режими різання			

Операція 025 (Установ А)

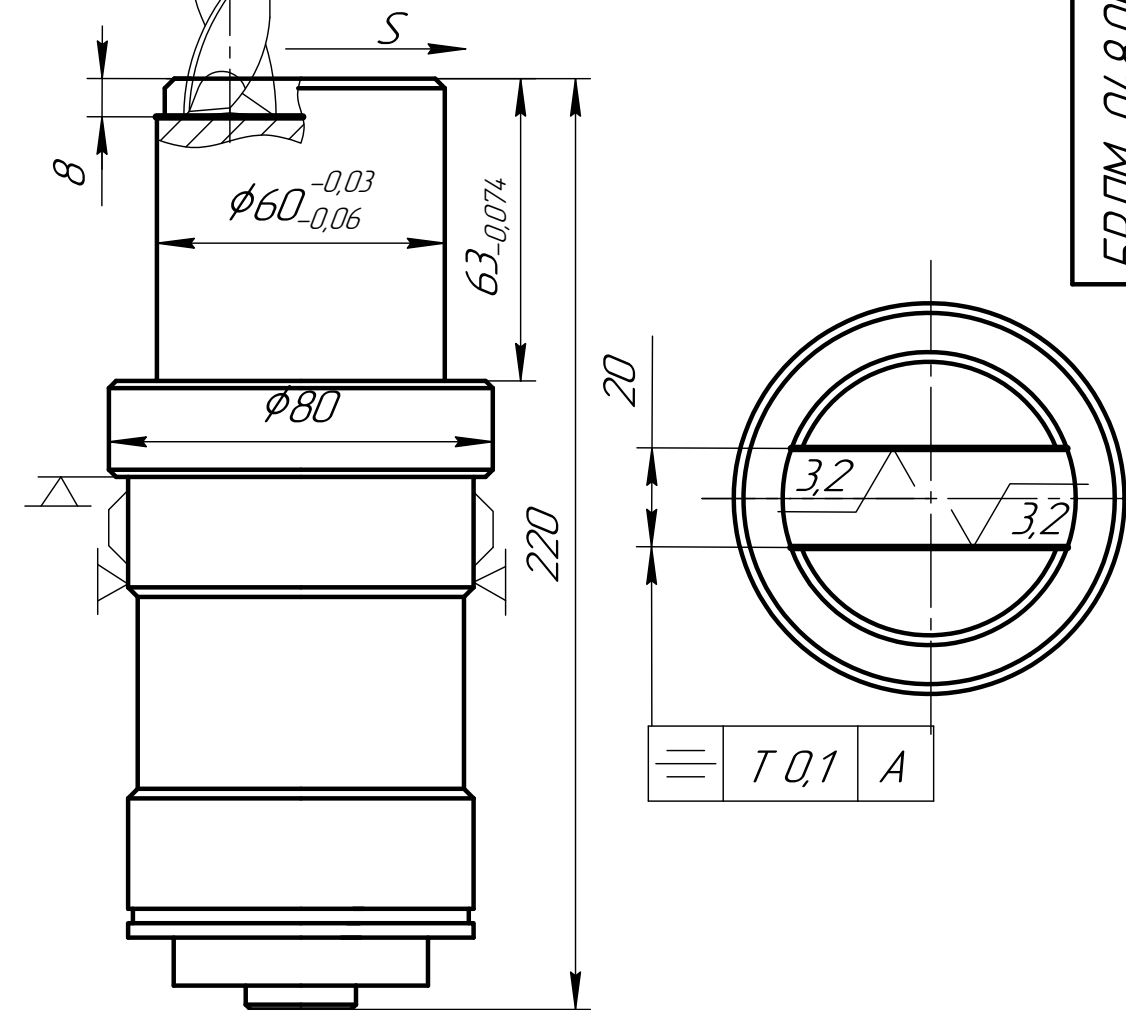


N^o	Установ А		
	X	Y	Z
1	20	0	0
2	20	0	2
3	20	0	25
4	20	0	30
5	-20	0	0
6	-20	0	2
7	-20	0	25
8	-20	0	30

	4	Нарізати різьбду М10х7Н	0,55	15	13	250
	3	Зенкувати фаску	2	0,39	39,6	1300
	2	Свердлити отвір	4,5	0,15	37,4	1400
	1	Центрувати отвір	3,15	0,08	35	1400
025		Свердільна з ЧПК 2Р135Ф2	мм	мм/од	м/хв	од/хв
Мпер	Мпер	Зміст переходу Назва операції	t	s	v	n
			Режими різання			

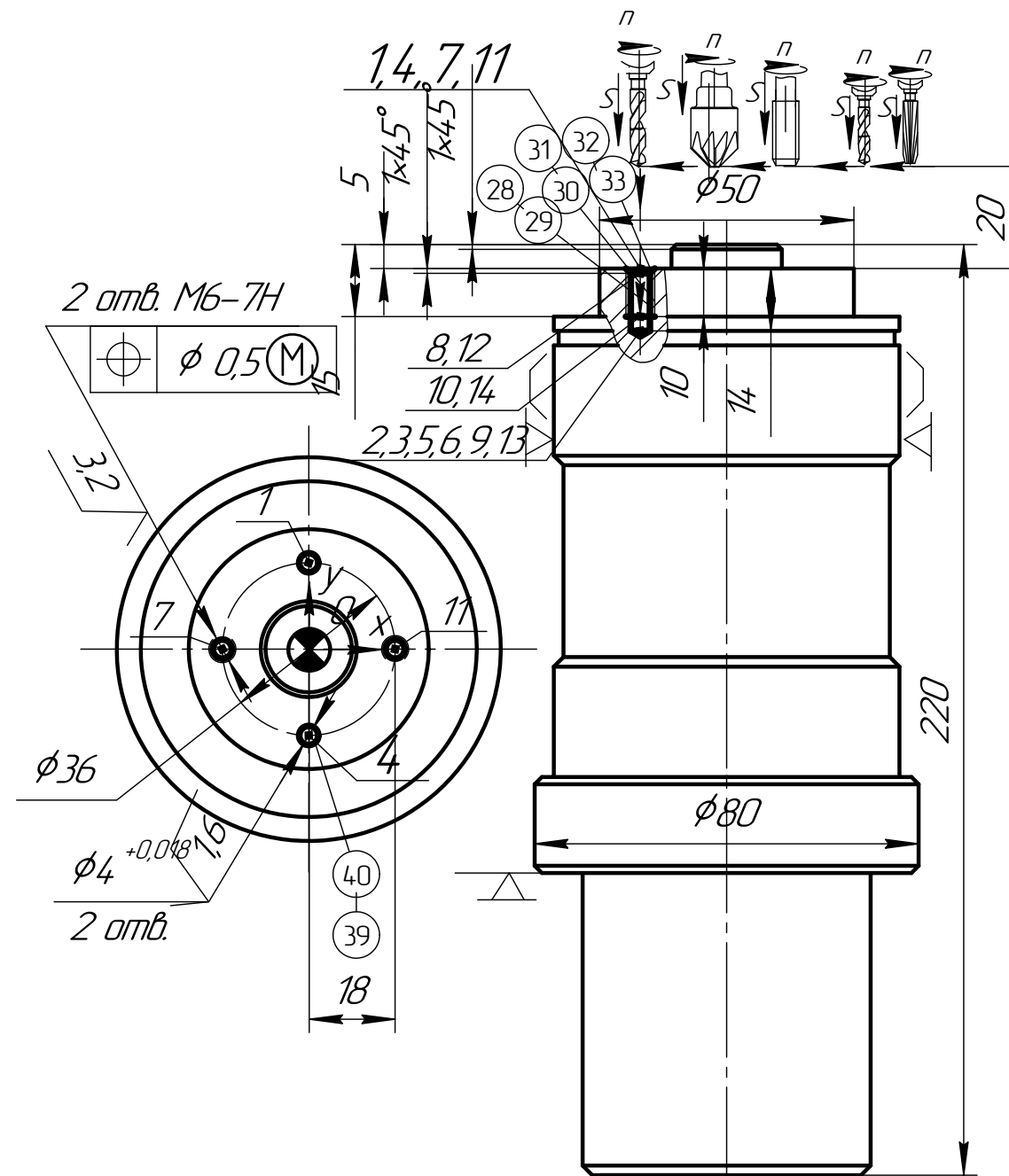


Операція 020



	1	Фрезерувати паз	4	0.36	56.5	900
020		Вертикально-фрезерна 6T12	мм	мм/ад	м/хв	ад/хв
Мпер	Мпер	Зміст переходу Назва операції	f	s	v	n
			Режими різання			

Операція 025 (Установ Б)



№	Установка Б		
	Х	У	З
1	0	18	0
2	0	18	14
3	0	18	14
4	0	-18	0
5	0	-18	14
6	0	-18	14
7	-18	0	0
8	-18	0	1
9	-18	0	14
10	-18	0	10
11	18	0	0
12	18	0	1
13	18	0	14
14	18	0	10

	7	Нарізати різьбу М16х7Н	0,5	1	9,4	500
	6	Зенкувати отвір	2	0,39	39,6	1500
	5	Свердлити отвір	2,5	0,052	37,4	1300
	4	Центрувати отвір	1,25	0,04	14,5	1800
	3	Розвінчувати отвір	0,1	0,057	37,4	1300
	2	Свердлити отвір	2	0,052	37,4	1300
	1	Центрувати отвір	1,25	0,04	14,5	1800
025		Свердильна з ЧПК 2Р135Ф2	мм	мм/ад	м/хв	ад/хв
Матер	Матер	Зміст переходу Назва операції	f	s	v	n
			Режими різання			

				БР.ПМ-048.000.03.00.Сх			
				Графотехнологія	Лист	Масса	Масштаб
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата		Н	-	-
Разраб.	Николаенко ММ				Лист	Листов	1
Проб.	Карпук Р.Т.				ИФНТУНГ		
Инжнр.					ПМ-17-1		
Реценз.	Карпук Р.Т.			Сталь 45 ДСТУ 7809-15	Формат А2		
Инжнр.	Карпук Р.Т.						
Утв.	Панчук В.Г.			Копирован			

Створення керуючої програми для обробки на токарному верстаті з ЧПК

БР.ПМ-04.8.000.02.00. Сх

Установ А

Установ Б

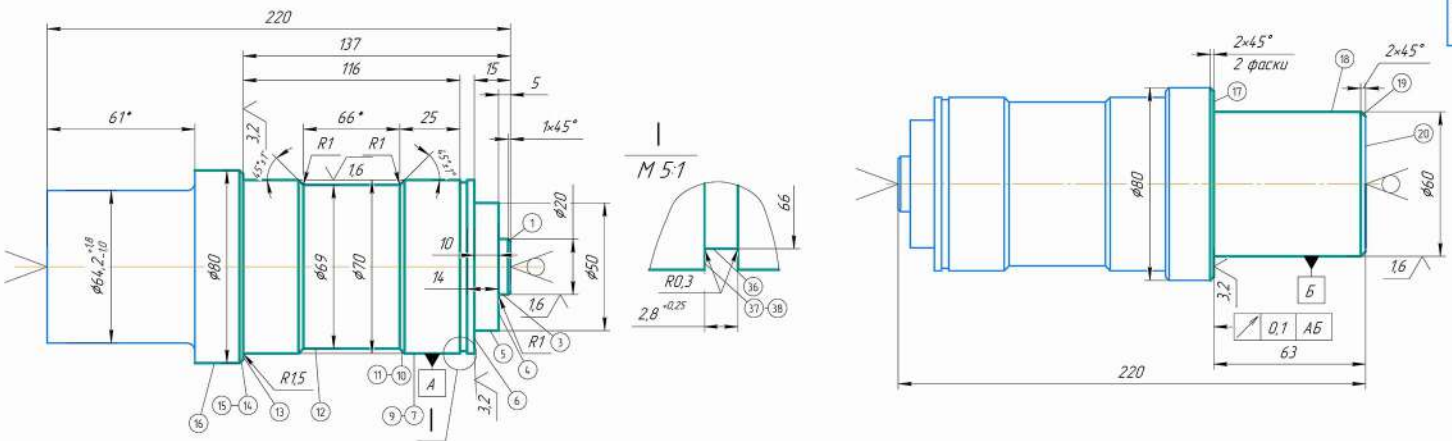


Рис. 1 – Операційний ескіз на обробку деталі (Операція 015)

Координати опорних точок

№	Установ А	
	X	Y
1	0	44,2
2	-1	44,1
3	-5	44,1
4	-5	29,1
5	-15	29,1
6	-15	17,1
7	-18,2	19,1
8	-18,2	17,1
9	-21	19,1
10	-21	17,1
11	-45	17,1
12	-46	17,6
13	-112	17,6
14	-113	17,1
15	-137	17,1
16	-137	14,1
17	-139	12,1
18	-157	10

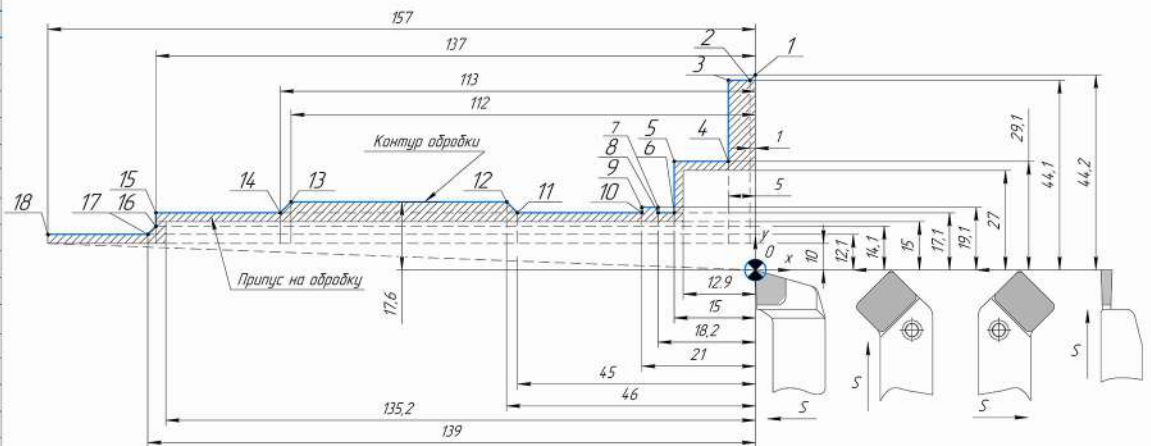
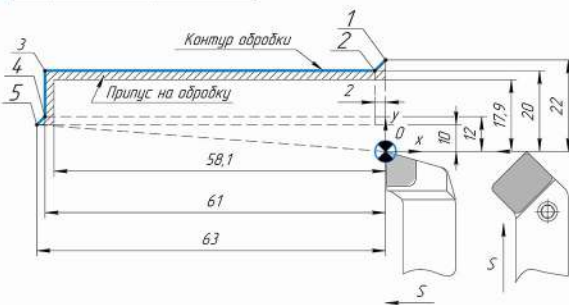


Рис. 2 – Траєкторія обробки і розташування опорних точок (установ А).



Координати опорних точок

№	Установ Б	
	X	Y
1	0	22
2	-2	20
3	-61	20
4	-61	12
5	-63	10

Етапи проектування в системі CAMWorks

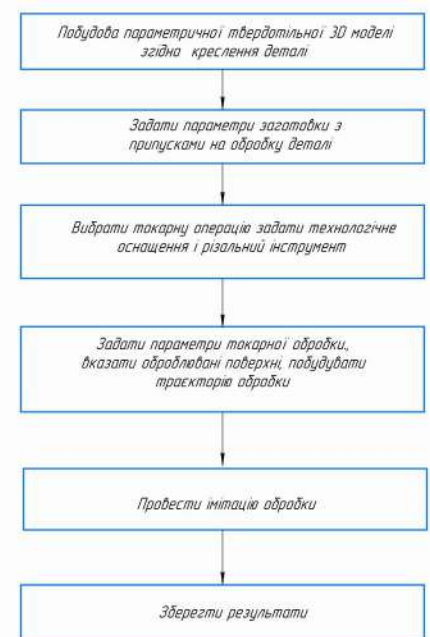


Рис. 3 – Траєкторія обробки і розташування опорних точок (установ Б).

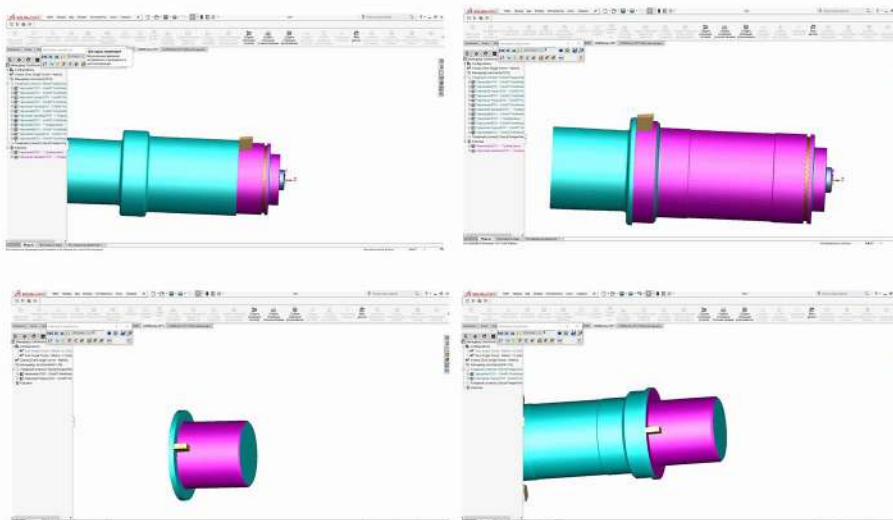


Рис. 4 – Проектування керуючої програми в системі CAMWorks

БР.ПМ-04.8.000.02.00. Сх				Створення програми для обробки на ЧПК			Лист		
Ізг.	Лист	№ докум.	Підп.	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Розроб.	Нижкогірський К.М.	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Проф.	Карпачук Р.Т.	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Т.контр.	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Реконстр.	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Налашт.	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Виб.	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Формат А1				ІФНТУНГ			Лист		

Вплив властивостей матеріалу на міцність різьби елемента затискного механізму оснастки

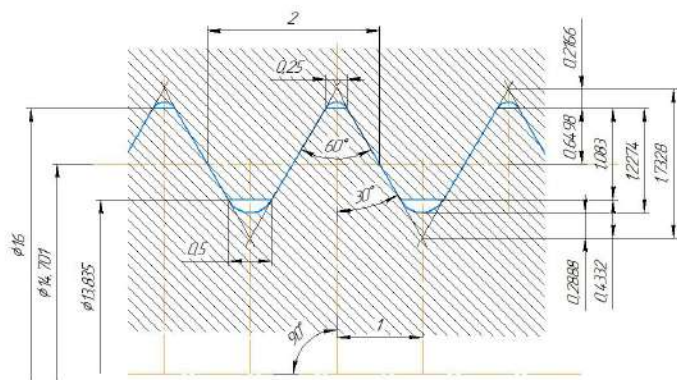
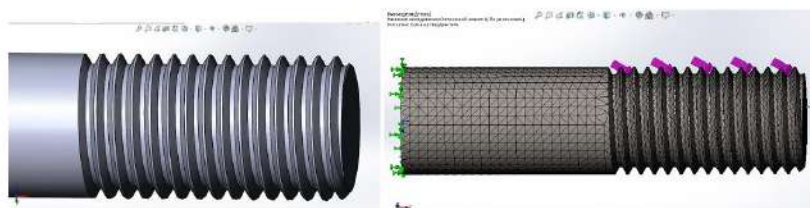


Рис 1 – Параметри і розміри профілю різьбового з'єднання (Різьба М 16Х2)



Параметрична твердотільна 3D модель різьби M16x2.

Побудова сітки на моделі виставлено просторові обмеження /

Результати досліджень

Материал	Напряжения, МПа		Перемещения, мм	Еквивалентная деформация
	Max	Min		
Сталь 10	102749	3045	0,009	3,588e-010
Сталь 20	69964	215	0,006	2,498e-010
Сталь 45	41725	134	0,004	1,538e-010
Сталь 65	55955	1692	0,005	1,993e-010
ШХ20С	16787	0,508	0,001	5,979e-010

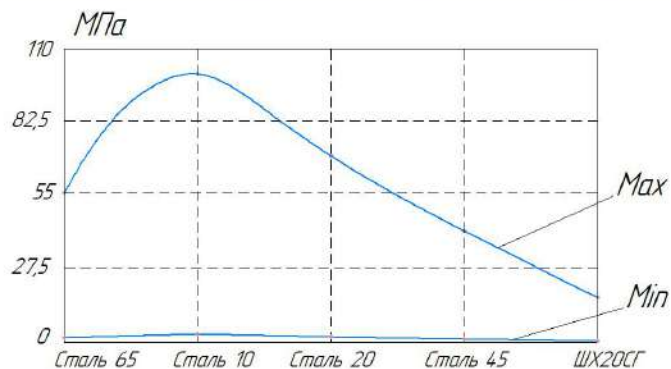


Рис 6 – Графік залежностей напружень від зміни матеріалу

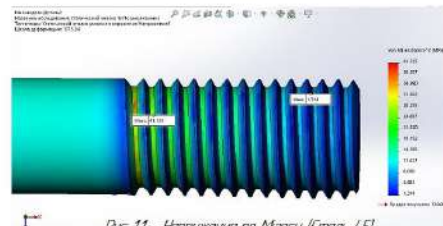


Рис 11 – Напряжения по Мизесу (Еталь 45)

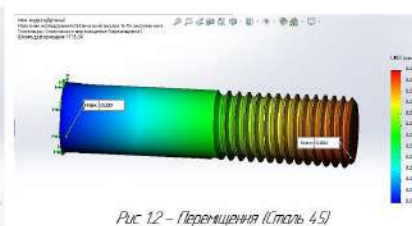


Рис. 1.2 – Перемещения (Сталь 45)

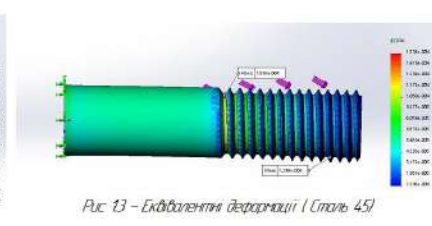


Рис. 13 – Еквівалентні деформації (Сталь 45)

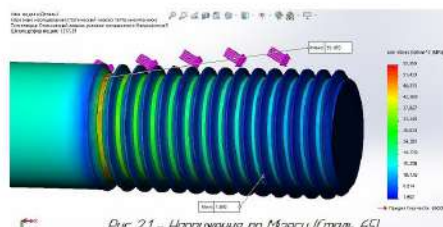


Рис 2.1 – Напряжения по Мзесу (Сталь 65)

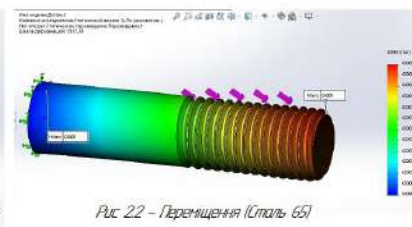


Рис 22 – Перемещения (Сталь 65)

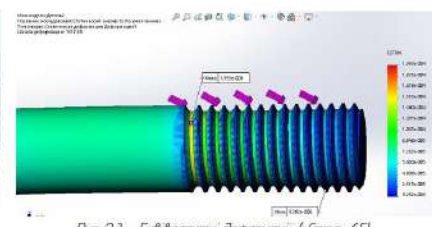


Рис 2.3 – Еквівалентні деформації (Сталь 65)

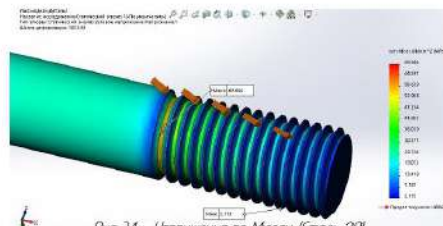


Рис 3.1 – Напряжения по Мзесу (Столь 20)

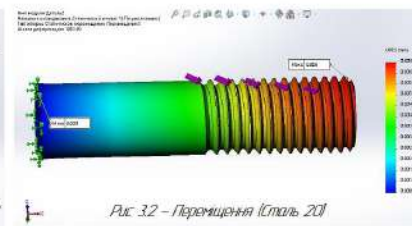


Рис. 3.2 – Перемещения (Сталь 20)

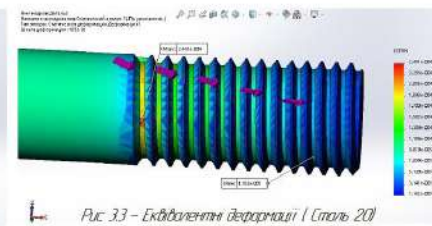


Рис. 3.3 – Еквівалентні деформації (Сталь 20)

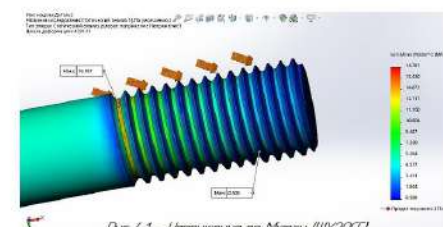


Рис 4.1 – Напряжения по Мизесу (ШХ20СТ)

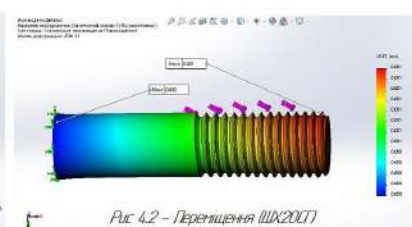


Рис 4.2 – Перемещения (ШХ2007)

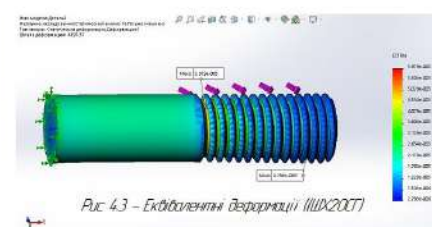


Рис. 4.3 – Еквівалентні деформації (IUDC200T)

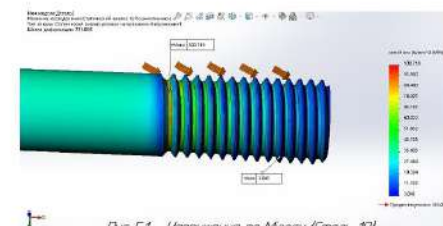


Рис 5.1 – Найдуження по Мзесу (Столць 10)

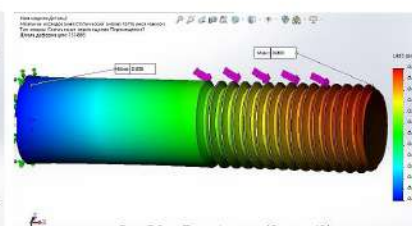


Рис. 52 – Перемишлянская (столь. 17)

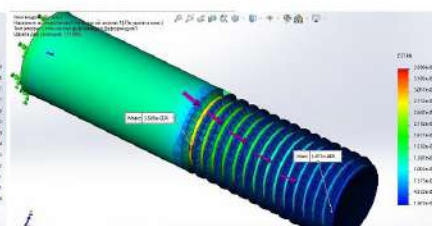
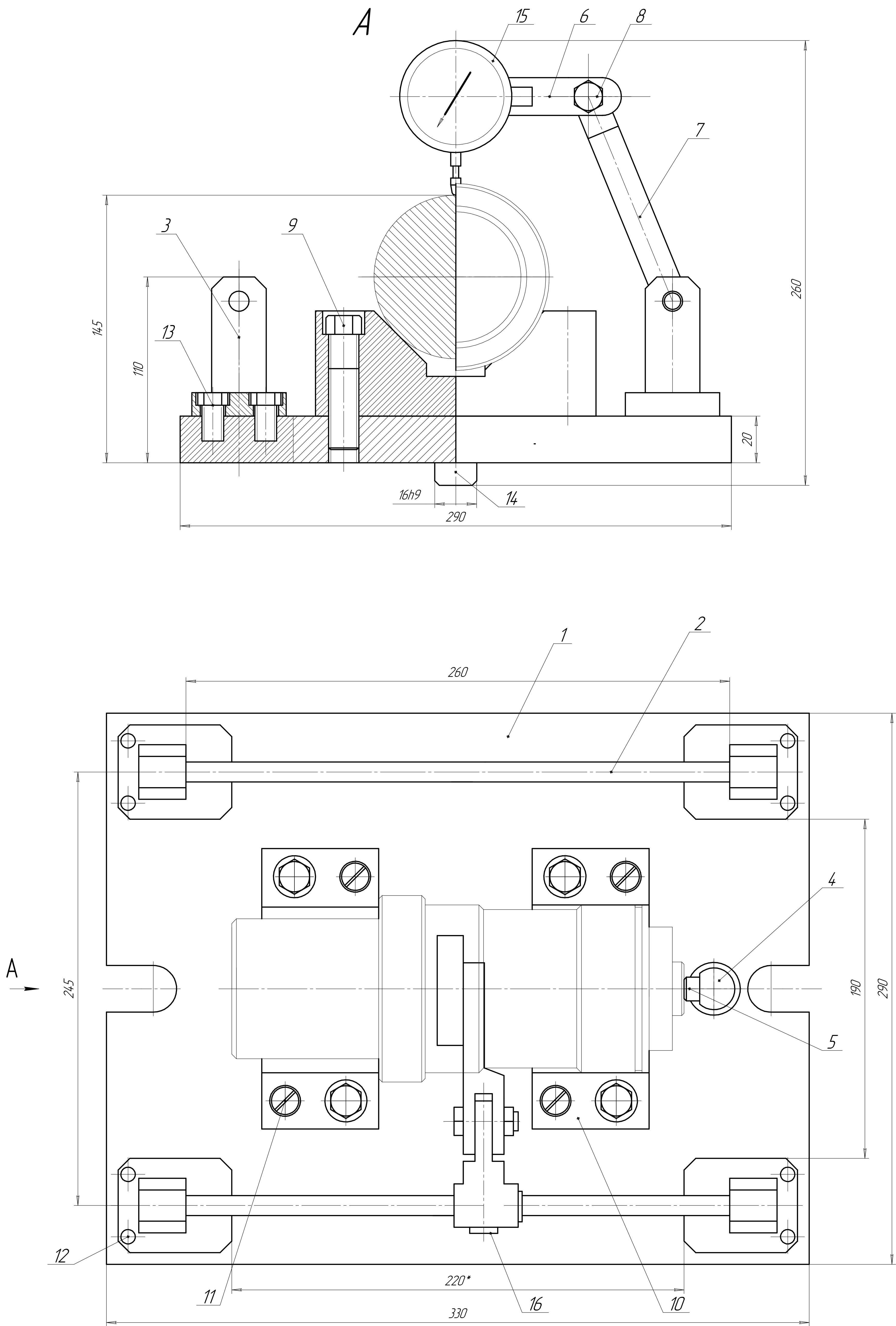


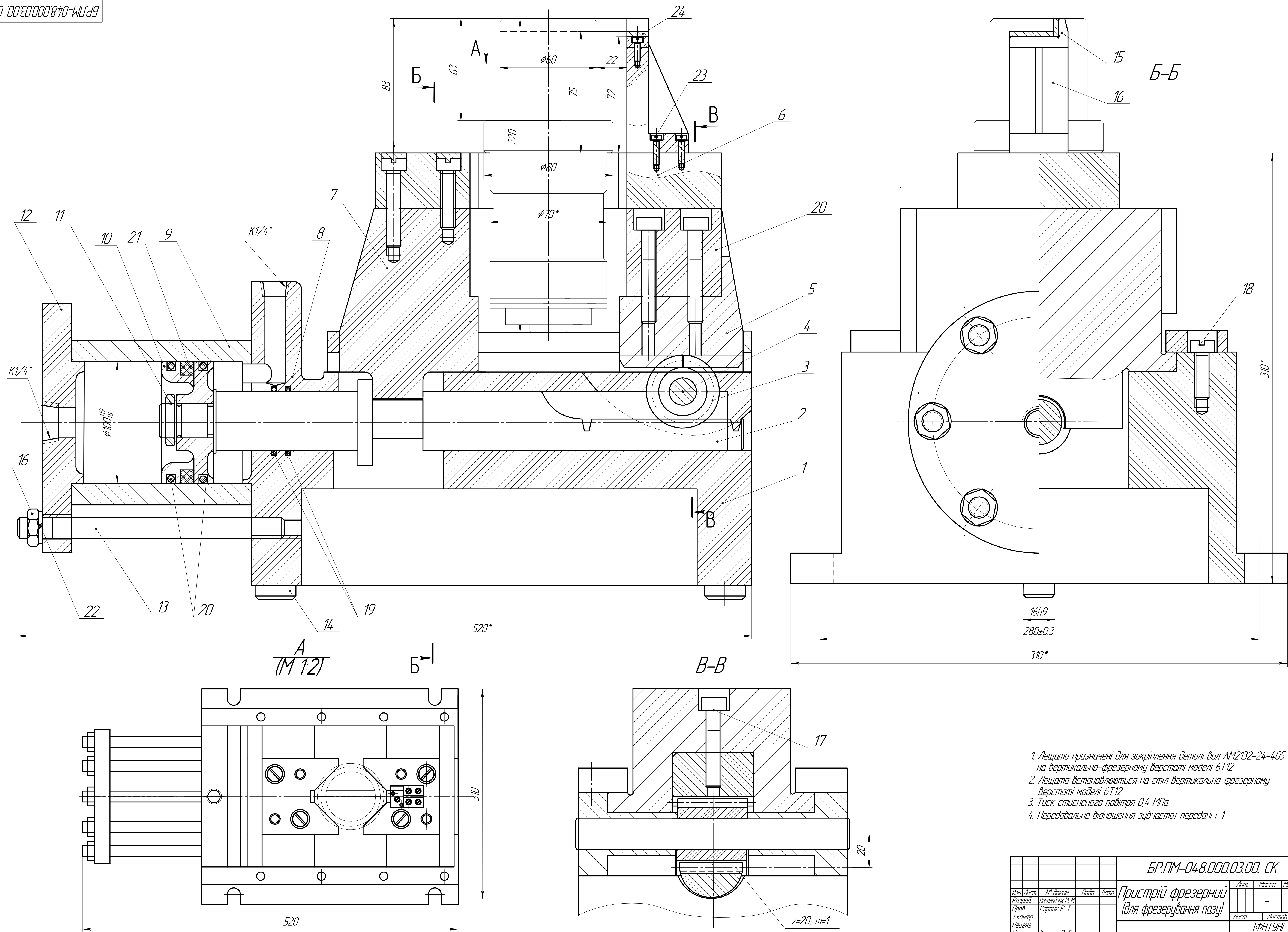
Рис. 5.3 – Еквівалентні деформації (Станько 10)

					БР.ПМ-04.8.000.05.00		
Код	Лист	№ докум.	Іздат.	Дата	Науково дослідна		
Розроб.		Листова Р. І.					
Проек.		Листова Р. І.					
Розроб.							
Наведена дата		Листова Р. І.					
					Лист	Макс	Максимум
						-	-
					Листів	Листів	Г
					КНТУНГ		



1. Пристрій призначений для контролю радіального биття деталі вал АМ2132-24-405
2. Пристрій може поміщати до 6 індикаторів одночасно
3* Розміри для довідок

				БР.ПМ-048.000.04.00. СК			
Лист		№ докум.		Лист		Дата	
Разраб.		Николаич М. И.		Лист		Масштаб	
Проб.		Карлик Р. Т.		Лист		1:1	
Т. контр.				Лист		Листов	
Реценз.				Лист		ИФНТУНГ	
Н. контр.		Карлик Р. Т.		Лист		Формат А1	
Утв.		Панчик В. Г.		Лист		Копировал	



- 1. Лещата призначені для закріплення деталі вал АМ2132-24-405 на вертикально-фрезерному верстаті моделі 6Т12
- 2. Лещата встановлюються на стіл вертикально-фрезерному верстаті моделі 6Т12
- 3. Тиск стисненого повітря 0,4 МПа
- 4. Передаточне відношення зубчастієї передачі $i=1$

БР.ПМ-04.8.000.03.00.СК				Лист			Масштаб		
Пристрій фрезерний (для фрезерування пазу)				Лист			Масштаб		
-				Лист			Масштаб		
-				Лист			Масштаб		
-				Лист			Масштаб		
-				Лист			Масштаб		
-				Лист			Масштаб		
-				Лист			Масштаб		
-				Лист			Масштаб		
-				Лист			Масштаб		