

**Івано-Франківський національний технічний університет
нафти і газу**

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Джигола Богдан Ігорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.91

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

___ Тема роботи **Технологія виготовлення деталі “Кришка підшипника
наскрізна КС 2130 21 - 102”**

(назва роботи)

Прикладна механіка

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

Б.І. Джигола

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Пітулей Л.Д. к.т.н. доцент

(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

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
проф.Панчук В.Г. _____
«___» _____ 20__ року

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

Джиголі Богдану Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія виготовлення деталі “Кришка підшипника наскрізна КС 2130 21 - 102”

Керівник роботи Пітулей Лоліта Дмитрівна к.т.н. доцент кафедри КМВ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом закладу вищої освіти від “10”березня 2021 року №92/7

2. Строк подання студентом роботи 15 червня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи: креслення деталі,тех..процесмех.обробки деталі, тип виробництва-середньосерійний

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

1.Креслення деталі і заготовки-1арк.фор.А1

2.Карта технологічних налагоджень-1арк. фор.А1

3.Складальне креслення пристроїв-2арк.фор.А1

4.Керуюча програма для верстату з ЧПК та моделювання операції-1арк. фор.А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	<u>Пітулей Л. Д. к.т.н. доцент кафедри КМВ</u>		
2	<u>Пітулей Л. Д. к.т.н. доцент кафедри КМВ</u>		
3	<u>Пітулей Л. Д. к.т.н. доцент кафедри КМВ</u>		
4	<u>Пітулей Л. Д. к.т.н. доцент кафедри КМВ</u>		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	Конструкторсько-технологічний аналіз	20.03.2021	
	Проектування технології виготовлення деталі_	01.04.2021	
	. Проектування технологічної оснастки	21.04.2021	
	Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК	19.05.2021	
	Оформлення графічного матеріалу	30.05.2021	
	Оформлення технічної документації	15.06.2021	

Студент

_____ Джигола Б.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ Пітулей Л.Д.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Анотація

Тема бакалаврської дипломної роботи: Технологія виготовлення деталі “Кришка підшипника наскрізна КС 2130 21 - 102”

Тип виробництва: середньосерійний.

Бакалаврська дипломна робота містить сукупність технологічних та конструкторських розробок, потрібних для підготовки і виконання процесу виготовлення деталі. Зокрема, в роботі визначено програму випуску і розмір партії деталей, проведено аналіз конструкцій та функціонування деталі, а також аналіз технологічності її конструкції. Виконано аналіз базової деталі і розроблено проектний маршрут обробки деталі. Обґрунтовано вибір заготовки, розраховано і вибрано припуски на механічну обробку, вибрано і спроектовано засоби технологічного оснащення, розраховано режими механічної обробки, обґрунтовано застосування верстатів з ЧПК, оформлено комплект технологічних документів, розроблена конструкція верстатного та контрольного пристроїв, обґрунтована доцільність їх використання.

Ключові слова: технологічність конструкції, технологічний процес, вал, технологічне оснащення, режими різання, заготовки, верстатні пристосування, механічна обробка, припуски.

Summary

Theme of the bachelor's thesis: Technology of production of a detail "Bearing cover through KS 2130 21 - 102"

Type of production: medium series.

The bachelor's thesis contains a set of technological and design developments required for the preparation and implementation of the manufacturing process of the part. In particular, the work defines the program of production and batch size of parts, analyzes the design and operation of the part, as well as analysis of the manufacturability of its design. The analysis of the basic part is performed and the project route of processing of a part is developed. The choice of workpiece is substantiated, allowances for machining are calculated and selected, means of technological equipment are selected and designed, modes of machining are calculated, application of CNC machines is substantiated, a set of technological documents is made, design of machine tools and control devices is developed, their expediency is substantiated.

Key words: manufacturability of construction, technological process, shaft, technological equipment, cutting modes, blanks, machine tools, machining, allowances.

2.3 Розрахунок різального інструменту

Спроектуємо токарний прохідний різець з механічним кріпленням багатогранної пластини із твердого сплаву Т5К10 для точіння деталей із СЧ15 з $\sigma_B=570$ МПа. Головний кут в плані $\varphi=90^\circ$. Глибина різання $t_{max}=5,0$; подача $S_o=0,5$ мм; швидкість $V=125,6$ м/хв. Конструкцію різця вибираємо за [5], ст. 261-300.

Вибираємо за [5], ст. 261-300 конструкцію різця з механічним кріпленням пластинки. Для забезпечення головного кута в плані $\varphi=90^\circ$ і заданих режимів різання вибираємо різець прохідний правий з трьохгранною пластинкою і підкладкою, матеріал якої твердий сплав ВК 8 ([5], ст. 261-300).

Для заданих режимів різання переріз зрізаного шару $F = t \cdot S = 5,0 \cdot 0,5 = 2,5 \text{ мм}^2$.

За таблицею 8.6 ([5], ст. 283) знаходимо, що при перерізі зрізаного шару $F=2,5 \text{ мм}^2$ різець повинен мати робочу висоту $H=25 \text{ мм}$ і діаметр описаної окружності пластини $D=18 \text{ мм}$.

3 Геометричні параметри різальної частини різця з трьохгранною пластинкою:

$\varphi=90^\circ$; $\varphi_1=30^\circ$; $\gamma=12^\circ$; $\alpha=7,5^\circ$; $\alpha_1=7,5^\circ$.

Максимальне навантаження, допустиме міцністю різця при відомих розмірах січення державки прямокутного різця:

$$P_{зддо} = \frac{BH^2\sigma_{id}}{6 \cdot l};$$

де $B = 16$ мм – ширина державки різця;

H – висота державки різця;

$\sigma_{зд.д.} = 200 - 300 \text{ МН/м}^2 \approx 20 - 30 \text{ кгс}$ – допустиме напруження на згин матеріала

державки різця;

$l = 60$ мм – виліт різця.

$$P_{зддо} = \frac{16 \cdot 25^2 \cdot 25}{6 \cdot 60} = 694,44 \text{ кгс} = 6944,4 \text{ Н}.$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КП ТОМ.210.03.ПЗ

Зміст

Вступ

1. Конструкторсько-технологічний аналіз.....	
1.1 Аналіз призначення і конструкція деталі.....	
1.2 Аналіз технологічності деталі.....	
1.3 Визначення організаційних умов виробництва.....	
1.3.1 Організаційні умови.....	
1.3.2 Розрахунок програми випуску і партії деталей.....	
...1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі...	
2 Проектування технології виготовлення деталі...	
2.1 Вибір заготовки.....	
2.1.1 Спосіб виготовлення заготовки.....	
2.1.2 Визначення припусків і розмірів заготовки	
2.1.3 Обґрунтування вибраного способу виготовлення заготовки.....	
2.2 Вибір маршруту і операцій обробки деталі.....	
2.3 Вибір засобів технологічного оснащення.....	
2.3.1 Розрахунок різального інструменту.....	
2.4 Визначення між операційних припусків і розмірів обробки.....	
2.5 Розрахунок режимів різання.....	
2.6 Нормування технологічної операцій.....	
3 Проектування технологічної оснастки	
3.1 Опис, призначення і будова свердлильного пристрою.....	
3.2 Інженерні розрахунки для підтвердження працездатності	
свердлильного пристрою.....	
3.2.1 Вибір типу затискача, його конструктивних розмірів.....	
3.1.3 Розрахунок пристрою на міцність.....	
3.2.2 Розрахунок пристрою на точність.....	
3.3 Контрольний пристрій:.....	
Опис призначення, будови і роботи контрольного пристрою.....	
3.3.1 Розрахунок похибки вимірювання:.....	
4 Розробка керуючої програми обробки на верстаті з ЧПК.....	
Висновок.....	
Перелік використаної джерел	
Комплект технічної документації	

					ДБР.ПМ-165.00.000 ПЗ					
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Технологія виготовлення деталі “Кришка підшипника наскрізна КС 2130 21 - 102”			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		Джигола Б.І.						4		
<i>Перевір.</i>		Пітулей Л.Д.								
<i>Н. Контр.</i>		Пітулей Л.Д.						ІФНТУНГ ПМЗ-19-1К		
<i>Затверд.</i>		Панчук В.Г.								

Вступ

Зменшення витрат на виготовлення виробів у машинобудуванні є неодмінною умовою підвищення прибутковості й конкурентоспроможності машинобудівного виробництва в ринкових умовах.

Обробка різанням – найголовніша стадія у виробництві машин, як і за впливом на якість машин. Тому вдосконалення технології механічної обробки заготовок деталей машин є важливою і актуальною задачею. Машинобудування являється основою науково-технічного прогресу в різних галузях народного господарства.

Для вирішення основної задачі підвищення продуктивності праці і якості виготовляємої продукції при мінімальних затратах, необхідне широке впровадження машин і обладнань з вмонтованими засобами мікропроцесорної техніки, одноопераційних і багатоопераційних верстатів з числовим програмним управлінням (ЧПУ) робототехнічних компонентів і гнучких виробничих систем.

В останні роки машинобудівний комплекс набув таких нових якостей, як гнучкість і економічність, виконаний рівень автоматизації виробничих процесів, мінімальний розхід енергії і сировини. Використання верстатів-автоматів і верстатів з числовим програмним управлінням робить працю робітника і інженера творчою, різноманітною.

В проекті передбачається підвищити ефективність механічної обробки кришки шляхом : виявлення та усунення недоліків підприємства що до технологічного процесу; використання механічної обробки та засобів технологічного оснащення, які повніше відповідають особливостям конструкції деталі та заданого типу виробництва; виявлення технологічно обґрунтованих і трудових параметрів виконання процесу.

Згідно завдання дана деталь виготовляється в умовах середньосерійного виробництва; всі подальші розрахунки проводяться згідно даного типу виробництва (згідно методичних вказівок по виконанню бакалаврської роботи).

В дані роботі використано сучасні методи інженерних розрахунків із використанням актуальних принципів машинобудування.

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Конструкторсько-технологічний аналіз

1.1 Аналіз призначення і конструкція деталі

Деталь «Кришка підшипника наскрізна КС 2130 21 – 102 являє собою тіло обертання. Оскільки креслення вузла в нас не має, то я припускаю, що дана деталь служить як проміжний елемент в конструкції.

Кришка виготовляється із СЧ20, який повністю відповідає призначенню деталі.

Конструкція деталі не представляє собою особливої складності. Поверхні її циліндричні. Найточніша поверхня у кришці - отвір $\text{Ø}50H9^{+0,062}$ (10). На деталі виконані 4 отворів, які, на мою думку служать для кріплення деталі. Є дві канавки на мою думку вони призначені для сальників. В середині на мою думку повинна знаходитись змащуюча рідина і дані два сальники забезпечують герметичність кришки. На деталі виконано конічна дюймову різьбу К 1/4". Через отвір подають змащуючу рідину.

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 – Характеристика поверхонь деталі.

№ пов.	Геометрична форма, профіль поверхні	Службове призначення (функції) поверхні	Розмір, квалітет, допуск	Точність форми і розміщення	Шорсткість Ra, мкм
1,7, 14,17	Фаска	Вільна поверхня	1x45°	Особливих вимог немає	6,3
2	Торець	Вільна	15js14(±0,215)	Торцеве биття відносно бази А не повинно перевищувати 0,06 мм	6,3
3	Внутрішня циліндрична	Вільна	128H14(+0,5)	Особливих вимог немає	6,3
4	Торець внутрішньої поверхні	Вільна	∅76h14(-0,74) 35js14(+0,3)	Особливих вимог немає	6,3
5	Зовнішня циліндрична	Вільна	∅80h14(-0,74)	Особливих вимог немає	6,3
6	Торець	Вільна	∅80h14(-0,74) 15js14(±0,21)	Особливих вимог немає	6,3
8	Внутрішня циліндрична	Для посадки підшипника	∅50H9(+0,062)	Радіальне биття відносно бази А не повинно перевищувати 0,02 мм на діаметр	1,6
9	Зовнішня циліндрична	Для монтажу в іншу деталь	∅150h9(-0,100)	Радіальне биття відносно бази А не повинно перевищувати 0,02 мм на діаметр	1,6
10	Канавка	Для розміщення сальника	∅140h9(-0,100) 7H12(+0,15)	Торцеве биття відносно поверхні 9 не повинно перевищувати 0,06 мм	1,6
11	Торець	Опирається об іншу деталь	15js14(±0,215)	Торцеве биття відносно бази А не повинно перевищувати 0,06 мм	6,3
12	Торець	Вільна	5js14(+0,15) (-0,15)	Особливих вимог немає	6,3
13	Зовнішня циліндрична	Для монтажу іншої деталі	∅80d11(-0,10) (-0,29)	Особливих вимог немає	6,3
15	Торець	Вільна	5js14(+0,15) (-0,15)	Особливих вимог немає	6,3

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Продовження таблиці 1.1 – Характеристики поверхонь деталі

16	Внутрішня канавка	Для розміщення сальника	$\varnothing 58H9^{(+0,074)}$ $7H12^{(+0,15)}$	Торцеве биття відносно поверхні 8 не повинно перевищувати 0,06 мм	6,3
18	Внутрішня циліндрична	Для подання змазуючої речовини	$\varnothing 10H14^{(+0,36)}$	Особливих вимог немає	6,3
19	Конічна різьба	Для загвинчування гвинта	K1/4"	Особливих вимог немає	3,2
20	Фаска	Вільна	1,6x45°	Особливих вимог немає	6,3
21	Зовнішня циліндрична	Вільна	$\varnothing 220h14^{(-1,15)}$	Особливих вимог немає	6,3
22-25	Внутрішня циліндрична	Для кріплення кришки	$\varnothing 18H14^{(+0,43)}$	Розміщення отворів не повинно перевищувати 0,4 мм на діаметр відносно бази А	6,3
26-29	Площина	Вільна	$165h14^{(-1,0)}$	Особливих вимог немає	6,3

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Характеристика матеріалу деталі

Матеріалом для даної деталі служить сірий чавун СЧ20 ГОСТ1412-85, який задовільняє дані вимоги до механічних властивостей деталі, і забезпечує отримання заготовки методом литва.

Механічні властивості і хімічний склад чавуна СЧ20 ГОСТ1412-85 наведені в таблицях 1.2 і 1.3.

Таблиця 1.2 – Механічні властивості СЧ20 ГОСТ1412-85

σ_T	σ_B	$\Delta s. \%$	$\Psi. \%$	НВ (не більше)	
не менше				Гаряче штампований	відпалений
245	412	25	20	159	138

Таблиця 1.3 – Хімічний склад СЧ20 ГОСТ1412-85, %

C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
			не більше					
0,17-0,24	0,17-0,37	0,35-0,65	0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Дана марка чавуну належить до групи ISO-K 513:2012, добре обробляється різанням. При обробці матеріалів цієї групи витрати потужності не є великими в порівнянні з групами ISO-P 513:2012 та групи ISO-M 513:2012. Питома сила різання знаходиться в межах 1000-1500Н/мм²

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1.2 Аналіз технологічності деталі

Технологічність деталі – це сукупність показників, які визначають витрати на її виготовлення, експлуатацію і ремонт при заданих показниках якості, обсягу виготовлення і умов виконання робіт.

Таблиця 1.4 – План механічної обробки поверхонь

№ Поверхні	Послідовність обробки (методи, вид); інструменти	Точність, шорсткість	Тип верстата, пристрій
1	Точіння однократне	$\pm IT14/2$ Ra 6,3	Токарний Трикулачковий патрон
2	Точіння однократне	$\pm IT14$ Ra 6,3	Токарний Трикулачковий патрон
3	Точіння однократне	$\pm IT14/2$ Ra 6,3	Токарний Трикулачковий патрон
4	Точіння однократне	$\pm IT14/2$ Ra 6,3	Токарний Трикулачковий патрон
5	Точіння однократне	$\pm IT14/2$ Ra 6,3	Токарний Трикулачковий патрон
6	Точіння однократне	$\pm IT14$ Ra 6,3	Токарний Трикулачковий патрон
7	Точіння однократне	$\pm IT14$ Ra 6,3	Токарний Трикулачковий патрон
8	Точіння чорнове Точіння півчистове Точіння чистове	$\pm IT11/2$ Ra 6,3 $\pm IT11/2$ Ra 3,2 $\pm IT11/2$ Ra 3,2	Токарний Трикулачковий патрон
9	Точіння чорнове Точіння півчистове Точіння чистове	$\pm IT14/2$ Ra 6,3 $\pm IT11/2$ Ra 3,2 $\pm IT9/2$ Ra 1,6	Токарний Трикулачковий патрон
10	Точіння однократне	$\pm IT14/2$ Ra 6,3	Токарний Трикулачковий патрон
11	Точіння однократне	$\pm IT14/2$ Ra 6,3	Токарний Трикулачковий патрон

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк. 11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.4 – План механічної обробки поверхонь

1	2	3	4
12	Точіння однократне	$\pm IT14$ Ra 6,3	Токарний Трикулачковий патрон
13	. Точіння чорнове Точіння півчистове	$IT14/2$ Ra 6,3 $\pm IT11/2$ Ra 3,2	Токарний Трикулачковий патрон
14	Точіння однократне	$\pm IT14/2$ Ra 6,3	Токарний Трикулачковий патрон
15	Точіння однократне	$\pm IT14$ Ra 6,3	Токарний Трикулачковий патрон
16	Точіння однократне	$\pm IT14/2$ Ra 6,3	Токарний Трикулачковий патрон
17	Точіння однократне	$\pm IT14/2$ Ra 6,3	Токарний Трикулачковий патрон
18	Свердління	$\pm IT11/2$ Ra 3,2	Свердлильний Пристрій свердлильний
19	Свердління (нарізання різьби)	$\pm IT11/2$ Ra 3,2	Свердлильний Пристрій свердлильний
20	Зенкування	$\pm IT11/2$ Ra 3,2	Свердлильний Пристрій свердлильний
21	Точіння однократне	$\pm IT14/2$ Ra 6,3	Токарний Трикулачковий патрон
22	Свердління	$\pm IT14/2$ Ra 6,3	Свердлильний Пристрій свердлильний
23	Свердління	$\pm IT14/2$ Ra 6,3	Свердлильний Пристрій свердлильний
24	Свердління	$\pm IT14/2$ Ra 6,3	Свердлильний Пристрій свердлильний
25	Свердління	$\pm IT14/2$ Ra 6,3	Свердлильний Пристрій свердлильний
26	Фрезерування однократне	$\pm IT14$ Ra 6,3	Фрезерний,лещата
27	Фрезерування однократне	$\pm IT14$ Ra 6,3	Фрезерний,лещата
28	Фрезерування однократне	$\pm IT14$ Ra 6,3	Фрезерний,лещата
29	Фрезерування однократне	$\pm IT14$ Ra 6,3	Фрезерний,лещата

Деталь «Кришка підшипника наскрізна КС 2130 21–102 відповідає технологічному призначенню. Вона достатньо жорстка. Це дозволить вести механічну обробку на високопродуктивних металорізальних верстатах з високими режимами різання. Креслення виконано правильно і технологічно, про це свідчить ряд факторів.

Правило розмірного ланцюга витримано правильно. На кресленні показано усі необхідні розрізи, перерізи та вигляди для повного розуміння конструкції деталі.

Проставлено всі розміри та шорсткості.

Вказані технологічні параметри, радіуси заокруглень, канавки.

На кресленні проставлена загальна шорсткість по Ra6,3 мкм, та вказані граничні відхилення H14, h14 IT14/2.

На заготовці потрібно витримати биття поверхонь відносно бази А. Щоб витримати дане биття заданих поверхонь, бажано було б покращити шорсткість базової поверхні.

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Визначення організаційних умов виробництва.

1.3.1 Організаційні умови.

Тип виробництва – середньосерійний ;

режим роботи підприємства – двозмінний;

число металорізальних операцій – $n=5$.

Таблиця 1.5 – Трудомісткість операції обробки деталі

Назва операції	$T_{ум}, хв$
010 Вертикально-фрезерна	3,72
015 Вертикально-фрезерна	3,72
020 Токарно-гвинторізна	16,30
025 Токарно-гвинторізна	6,85
030 Вертикально-свердлильна	5,78
035 Вертикально-свердлильна	6,32

1.3.2 Розрахунок програми випуску і партії деталей

Сумарний штучний час визначаємо за формулою:

$$\sum T_{ум} = T_{ум010} + T_{ум015} + T_{ум020} + T_{ум025} + T_{ум030} + T_{ум035} = \\ = 3,72 + 3,72 + 16,30 + 6,85 + 5,78 + 6,32 = 36,37 хв.$$

Середній штучний час

$$T_{ум.сер.} = \frac{\sum T_{ум}}{n} = \frac{36,37}{5} = 7,274 хв.$$

Такт випуску деталей

$$t_s = \kappa_c \cdot T_{ум.сер.} = 15 \cdot 7,274 = 109,11 хв,$$

де κ_c - коефіцієнт серійності, $\kappa_c=15$ (с.16, табл. 2.1, [1])

Річна програма випуску деталей

$$N = \frac{F_d \cdot 60}{t} = \frac{4029 \cdot 60}{109,11} = 2216 ум,$$

де F_d - дійсний річний фонд робочого часу устаткування: $F_d = 4029 год$.

Приймаємо $N=2250$ штук.

Кількість деталей в партії:

$$n = \frac{N \cdot a}{F} = \frac{2250 \cdot 12}{252} = 108 ум,$$

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

де a – періодичність запуску виробів (рекомендовано 3, 6, 12, 24 дні);

F – число робочих днів у році.

Розрахункове число змін на обробку партії деталей

$$C = \frac{T_{ум.сер} \cdot n}{480 \cdot 0,8} = \frac{7,247 \cdot 108}{480 \cdot 0,8} = 1,5 \text{ зміни,}$$

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

0,8 – нормативний коефіцієнт завантаження верстатів у серійному виробництві.

Прийнята кількість змін $C_{np}=2$ зміни.

Прийнята кількість деталей в партії

$$N_d = \frac{C_{np} \cdot 480 \cdot 0,8}{7,247} = \frac{2 \cdot 480 \cdot 0,8}{7,247} = 106 \text{ шт.}$$

5.

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі.

Таблиця 1.6 – Опис базового технологічного процесу.

№ опер.	Назва і зміст операції		Верстат, оснастка
	№№ Пере ход.	Основні технологічні переходи;	
1	2	3	4
005	Заготівельна		
010	Вертикально-фрезерна		6P13
1	А Встановити, закріпити, зняти деталь. -Фрезерувати поверхню 26.	26	Лещата 7201-0018
-2	Б Переустановити, закріпити деталь. -Фрезерувати поверхню 28.	28	ГОСТ 14904-69
	В Покласти в тару.		
015	Вертикально-фрезерна		6P13
1	А Встановити, закріпити, зняти деталь. -Фрезерувати поверхню 27.	27	Лещата 7201-0018
2	Б Переустановити, закріпити деталь. -Фрезерувати поверхню 29.	29	ГОСТ 14904-69
	В Покласти в тару.		
020	Токарно-гвинторізна		
	А Встановити, закріпити, зняти деталь.		
1	-Точити поверхню 2.	2	
2	-Точити поверхню 9, 11.	9,11	
3	- Точити поверхню 1.	1	16K20
4	- Точити поверхню 10	10	4-х кулачковий патрон
5	-Точити поверхню 6.	6	7103-0003
6	- Точити поверхню 8.	8	ГОСТ 3890-72
7	-Точити поверхню 7.	7	
8	- Точити поверхню 3, 4.	3,4	
9	- Точити поверхню 4, 5.	4,5	
	Б Покласти в тару.		
025	Токарно-гвинторізна		
	А Встановити, закріпити, зняти деталь.		
1	-Точити поверхню .	15	
2	-Точити поверхню .	12	16K20
3	-Точити поверхню	13	3-х кулачковий
4	-Точити поверхню	14	патрон
5	-Точити поверхню.	21	7100-0009
6	-Точити поверхню	17	ГОСТ2675-71
7	-Точити поверхню	16	
	Б Покласти в тару.		

Продовження таблиці 1.6 – Опис базового технологічного процесу.

1	2	3	4
030	Вертикально-свердлильна А Встановити, закріпити, зняти деталь.		
1	-Свердлити пов	22	2Н135 Кондуктор
2	Б Перевстановити деталь. -Свердлити пов.	23	
3	В Перевстановити деталь. -Свердлити пов..	24	
4	Г Перевстановити деталь. -Свердлити пов. Д Покласти в тару.	25	
035	Вертикально-свердлильна А Встановити, закріпити, зняти деталь.		2Н135
1	-Свердлити пов. 18	18	Лещата
2	-Зенкувати пов. 20.	20	7201-0018
3	-Нарізати різьбу, поверхня 19. Б Покласти в тару.	19	ГОСТ 14904-69

Токарну обробку поверхонь в базовому процесі проводимо на токарно-гвинторізному верстаті 16К20 і деталь закріплюється в трикулачковому патроні, а в проектному застосуємо токарний верстат з числовим програмним керуванням моделі 16К20Ф3.

При середньосерійному виробництві механічну обробку деталі здійснюємо на металорізальних верстатах, які оснащені числовим програмним керуванням.

Послідовність обробки деталі вибираємо таку, щоб забезпечити максимальну швидкість виготовлення деталі.

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

2 Проектування технології виготовлення деталі

2.1 Вибір заготовки

2.1.1 Спосіб виготовлення заготовки

На вибір способу отримання заготовки впливають такі фактори: вид матеріалу, його марка, фізико-механічні властивості, програма випуску, тип виробництва, розміри і конструктивна форма деталі. До заготовки ставляться такі основні вимоги: форма заготовки повинна максимально наближуватися до форми готової деталі; заготовка повинна мати мінімальну кількість поверхонь, що обробляються, припуски мають бути мінімальні та розподілені рівномірно.

Враховуючи дану форму деталі та матеріал її виготовлення вибираю литво в оболонковій формі. Виготовлення заготовки за допомогою литва в оболонковій формі підходить за такими характеристиками:

- годиться для середньосерійного типу виробництва;
- даним способом заготовки з чавунів добре виливати;
- дозволяє отримати більш високу точність вилівка і меншу мікронерівність поверхонь, аніж при литві наприклад в піщано-глиняні форми;
- коефіцієнт використання матеріалу 0,75...0,90;
- маса вилівка 0,1...80 кг.

2.1.2 Визначення припусків і розмірів заготовки

Литво в оболонковій формі (с.34, табл.9, [2]).

Матеріал вилівка: СЧ20.

Твердість заготовки: НВ=165...229.

Густина СЧ20: $\rho = 8,838 \text{ г/см}^3 = 0,00838 \text{ г/мм}^3$.

Границя міцності СЧ20: $\sigma_m = 180 \text{ МПа}$.

Діапазон класів розмірної точності відливок 8 ÷ 13т (с.34, табл.9, [2]).

Ступінь складності вилівка – група 2 (не складні), $C_1=1$ (с.6, табл.2.1, [3]).

Тип виробництва: середньосерійний, $C_2=2$ (с.6, табл.2.1, [3]).

Визначаємо клас точності розмірів заготовки

$$C = C_1 + C_2 = 1 + 2 = 3$$

$$K_m = 8, \quad K_\sigma = 13\text{т.}$$

$$K_B = K_m + \left[C \cdot \frac{(K_\sigma - K_m)}{8} \right] = 8 + \left[3 \cdot \frac{(13\text{т} - 8)}{8} \right] = 10$$

Діапазон рядів припусків на механічну обробку 3 ÷ 6 (с.43, табл.14, [2]).

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

$$P_B = P_m + C \cdot \left(\frac{P_\sigma - P_m}{8} \right) = 3 + 3 \cdot \left(\frac{6-3}{8} \right) = 4.$$

Вибираю шорсткість поверхонь відливок для степенів поверхонь відливка $Ra=12,5$ мкм (с.39, табл.12, [2]).

Вибираємо допуски та припуски та заносимо їх в таблицю. Допуски вибираємо згідно таблиці 1 (с.2-3, табл.1, [2]). Припуски вибираємо з таблиці 2 (с.582, табл.2, [4]).

Коли назначаємо кінцевий розмір, то враховуємо такі фактори:

- кінцевий розмір заокруглюємо до п'яти десятих;
- враховуємо додатковий припуск.

Таблиця 1,7– Визначення класу точності і ряду припусків вилівка .

Розмір, мм	Квалітет	Клас точності	Допуск, мм	Основний припуск (на сторону), мм	Додатковий припуск (на сторону), мм	Кінцевий розмір, мм
Ø220	14	10	3,6	5,0	-	245
Ø150	9	10	3,2	7,5	-	165
Ø128	14	10	3,2	5,0	-	118
Ø80	14	10	2,8	4,2	-	88,5
Ø80	11	10	2,8	5,0	-	90
Ø50	9	9Г	1,6	4,2	-	41,5
165	14	10	3,6	5,0	-	175
50	14	10	2,4	3,8	-	58
35	14	10	2,2	3,8	-	35
15	14	10	1,8	3,4	-	15,6
5	5	10	1,4	3,0	-	6

Визначення граничних відхилень зміщення і жолоблення

Степень жолоблення

$$C_{\text{ж}} = \frac{d_{\text{max}}}{L_{\text{max}}} = \frac{220}{165} = 1,33$$

Граничне відхилення зміщення елементів відливок по площині рознімання $\pm 0,6$ мм (с.22, табл.2.11, [5]).

Приймаємо степінь жолоблення 4 (с.22, табл.2,12, [5]).

Граничне відхилення жолоблення $\pm 0,1$ мм (с.22, табл.2,12, [5]).

Оскільки, допуски на зміщення елементів відливок та жолоблення не перевищують допусків на розміри заготовки, то додаткові припуски призначати не треба.

Назначаємо формувальні ухили

$$b = h \cdot 5\%,$$

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

де b – висота ухилу, мм;

h – ширина ухилу, мм;

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{b}{h};$$

$$\alpha = \operatorname{arc}(\operatorname{tg} \alpha);$$

α – кут ухилу.

Ø220

$$b = \frac{220}{2} \cdot 0,05 = 5,5 \text{ мм}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{5,5}{110} = 0,05$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} 0,05 = 2^{\circ} 86'$$

Ø150

$$b = \frac{150}{2} \cdot 0,05 = 3,75 \text{ мм}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{3,75}{75} = 0,05$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} 0,05 = 2^{\circ} 86'$$

Ø80

$$b = \frac{80}{2} \cdot 0,05 = 2 \text{ мм};$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2}{40} = 0,05;$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} 0,05 = 2^{\circ} 86'$$

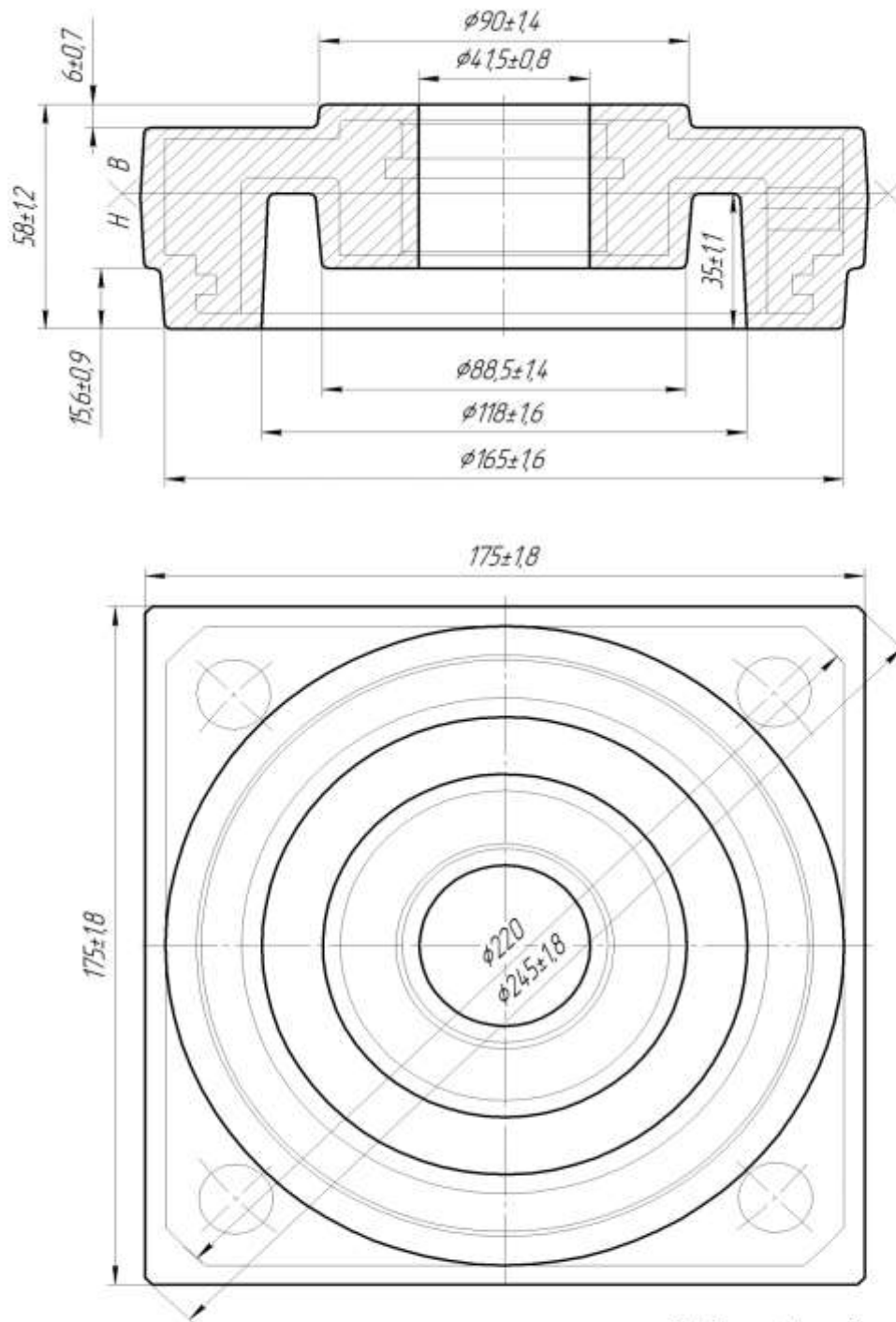
Приймаємо формувальні ухили, які становлять $2^{\circ} 86'$.

Призначення радіусів заокруглення

При литті в оболонкові форми для невеликої заготовки, маса якої не більше 10 кг, заокруглення повинні бути не більше 2 мм (с.25, табл.2.15, [5]).

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

$\sqrt{12,6}$ (✓)



- 1 Неказані формувальні кути $2^{\circ}86'$.
- 2 Неказані радіуси заокруглень R2 мм.
- 3 Точність виливки 10-10-5-3 ГОСТ 26645-85.
- 4 Граничне відхилення зміщення елементів виливок по площині рознімання $\pm 0,6$ мм.
- 5 Граничне відхилення жолоблення $\pm 0,1$ мм.

Рисунок 2.Ескіз заготовки- «Кришка підшипника наскрізна КС 2130 21 – 102

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ

Арк.

21

Визначаємо об'єми заготовки та деталі.

$$V_{\text{заг.}} = \left[\frac{3,14 \cdot 90^2}{4} \cdot 6 \right] + [175 \cdot 175 \cdot 30] + \left[\frac{3,14 \cdot 165^2}{4} \cdot 15,6 \right] - \left[\frac{3,14 \cdot 41,5^2}{4} \cdot 42,5 \right] -$$
$$- \left[\left(\frac{3,14 \cdot 118^2}{4} \cdot 19,4 \right) - \left(\frac{3,14 \cdot 88,5^2}{4} \cdot 19,4 \right) \right] - \left[\frac{3,14 \cdot 118^2}{4} \cdot 15,6 \right] = 1011300 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{дет.}} = \left[\frac{3,14 \cdot 90^2}{4} \cdot 5 \right] + [165 \cdot 165 \cdot 30] + \left[\frac{3,14 \cdot 150^2}{4} \cdot 15 \right] - \left[\frac{3,14 \cdot 50^2}{4} \cdot 35 \right] -$$
$$- \left[\left(\frac{3,14 \cdot 128^2}{4} \cdot 20 \right) - \left(\frac{3,14 \cdot 80^2}{4} \cdot 20 \right) \right] - \left[\frac{3,14 \cdot 128^2}{4} \cdot 15 \right] - \left[\frac{3,14 \cdot 18^2}{4} \cdot 30 \right] - \left[\frac{3,14 \cdot 10,8^2}{4} \cdot 18,5 \right] =$$
$$= 679126 \text{ мм}^3.$$

Визначаємо маси заготовки та деталі.

$$G = V \cdot \rho;$$

де, ρ – питома вага для металу заготовки ($\rho = 7,81 \text{ г/см}^3$);

V – загальний об'єм;

$$G_{\text{заг.}} = V_{\text{заг.}} \cdot \rho = 1011,3 \cdot 7,81 = 7898 \text{ грам} = 7,89 \text{ кг.}$$

$$G_{\text{дет.}} = V_{\text{дет.}} \cdot \rho = 679,126 \cdot 7,81 = 5304 \text{ грам} = 5,3 \text{ кг.}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу

$$k = G_{\text{дет.}} / G_{\text{заг.}};$$

де $G_{\text{дет.}}$ – маса деталі;

$$k = \frac{5,3}{7,89} = 0,67.$$

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.3 Обґрунтування вибраного способу виготовлення заготовки

Таблиця 1.7.1 Техніко-економічна ефективність різних способів лиття

Показники	Способи лиття				
	піщано-глинисті (Сирі / вакуум плівкові)	Кокіль	Оболо нкові	по виплав- люваних моделях	Під тиском
Необмеженість розмір випуску	1/2	2	3	4	5
Складні випуски	1-2/3-4	3	4	1	5
Точність розмірів і маси випусків	5/3-5	4	4	1	5
Шорсткість поверхні випусків	5/3	4	3	2	1
Припуски на механічну обробку випусків	5/3-4	3	3	2	1
Тривалість технологічного процесу	2/3	1	4	5	1
Коефіцієнт використання металу заготовки	5/3-4	4	3	2	1
Вартість оснащення	1/1	4	3	2	5
Тонкостінність випусків	5/3	5	4	2	1
продуктивність	4/4	2	3	3	1
Підвищення економічності зі збільшенням серійності	5/5	2	3	4	1

Техніко-економічна оцінка основних способів лиття по умовної п'ятибальною шкалою наведена в таблиці 1.7.1. Кожен з перерахованих способів лиття відповідно до своєю специфікою має переваги і недоліки. Для вибраного нами типу виробництва згідно оцінок нам підходить лиття заготовки в кокіль. Заготовка немає особливо складних поверхонь, не є надто великою і згідно типу виробництва, а саме середньо-серійного не потребує випуску значної кількості деталей за один рік. Інші параметрам отриманої заготовки згідно оцінок наведених в таблиці є задовільними. Враховуючи дану форму деталі та матеріал її виготовлення вибираю литво в оболонкові форми. Виготовлення заготовки за допомогою литва в оболонкові форми підходить за такими характеристиками:

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- годиться для середньосерійного типу виробництва;
- даним способом заготовки з чавунів добре виливати;
- дозволяє отримати більш високу точність вилівка і меншу мікронерівність поверхонь, аніж при литві наприклад в піщано-глиняні форми;
- коефіцієнт використання матеріалу 0,75...0,90;
- маса вилівка 0,1...80 кг.

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

2.2 Вибір маршруту і операцій обробки деталі

Токарну обробку поверхонь в базовому процесі проводимо на токарно-гвинторізному верстаті 16К20 і деталь закріплюється в трикулачковому патроні, а в проектному застосуємо токарний верстат з числовим програмним керуванням моделі 16К20Ф3

Таблиця 1.8 – Проектний технологічний процес виготовлення деталі.

№ опер.	Назва і зміст операції	Тип і модель Верстата, оснастка	№обр .пов.	Ескіз обробки
1	2	3	4	5
005	Заготівельна			
010	Вертикально-фрезерна А Встановити, закріпити, зняти деталь. 1 Фрезерувати поверхню 26. Б Переустановити, закріпити деталь. 2 Фрезерувати поверхню 28. В Переустановити, закріпити деталь. 3 Фрезерувати поверхню 27. Г Переустановити, закріпити деталь. 4 Фрезерувати поверхню 29. Д Покласти в тару.	6P13 Лещата 7201-0018 ГОСТ 14904-69	26 28 27 29	

Продовження таблиці 1.8 – Проектний технологічний процес виготовлення деталі.

1	2	3	4	5
025	<p>Вертикально-свердлильна</p> <p>А Встановити, закріпити, зняти деталь.</p> <p>1 Свердлити пов. 22.</p> <p>Б Перевстановити деталь.</p> <p>2 Свердлити пов. 23.</p> <p>В Перевстановити деталь.</p> <p>3 Свердлити пов. 24.</p> <p>Г Перевстановити деталь.</p> <p>4 Свердлити пов. 25.</p> <p>Д Покласти в тару.</p>	<p>2Н135</p> <p>Кондуктор</p>	<p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p>	
030	<p>Вертикально-свердлильна</p> <p>А Встановити, закріпити, зняти деталь.</p> <p>1 Свердлити пов. 18</p> <p>2 Зенкувати пов. 20.</p> <p>3.Нарізати різьбу, поверхня 19.</p> <p>Б Покласти в тару.</p>	<p>2Н135</p> <p>Кондуктор</p>	<p>18</p> <p>20</p> <p>19</p>	

При середньосерійному виробництві механічну обробку деталі здійснюємо на металорізальних верстатах, які оснащені числовим програмним керуванням.

Послідовність обробки деталі вибираємо таку, щоб забезпечити максимальну швидкість виготовлення деталі.

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

2.3 Вибір засобів технологічного оснащення

2.3.1 Розрахунок різального інструменту

Спроекуємо токарний прохідний різець з механічним кріпленням багатогранної пластини із твердого сплаву Т5К10 для точіння деталей із СЧ20 з $\sigma_B=570$ МПа. Головний кут в плані $\varphi=90^\circ$. Глибина різання $t_{max}=5,0$; подача $S_o=0,5$ мм; швидкість $V=125,6$ м/хв. Конструкцію різця вибираємо за [5], ст. 261-300.

Вибираємо за [5], ст. 261-300 конструкцію різця з механічним кріпленням пластинки. Для забезпечення головного кута в плані $\varphi=90^\circ$ і заданих режимів різання вибираємо різець прохідний правий з трьохгранною пластинкою і підкладкою, матеріал якої твердий сплав ВК 8 ([5], ст. 261-300).

Для заданих режимів різання переріз зрізуваного шару

$$F = t \cdot S = 5,0 \cdot 0,5 = 2,5 \text{ мм}^2.$$

За таблицею 8.6 ([5], ст. 283) знаходимо, що при перерізі зрізуваного шару $F=2,5 \text{ мм}^2$ різець повинен мати робочу висоту $H=25$ мм і діаметр описаної окружності пластини $D=18$ мм.

3 Геометричні параметри різальної частини різця з трьохгранною пластиною:

$$\varphi=90^\circ; \varphi_1=30^\circ; \gamma=12^\circ; \alpha=7,5^\circ; \alpha_1=7,5^\circ.$$

Максимальне навантаження, допустиме міцністю різця при відомих розмірах січення державки прямокутного різця:

$$P_{zodo} = \frac{BH^2\sigma_{zd}}{6 \cdot l};$$

де $B=16$ мм – ширина державки різця;

H – висота державки різця;

$\sigma_{zd} = 200 - 300$ МН/м² $\approx 20 - 30$ кгс – допустиме напруження на згин матеріала

державки різця;

$l=60$ мм – виліт різця.

$$P_{zodo} = \frac{16 \cdot 25^2 \cdot 25}{6 \cdot 60} = 694,44 \text{ кгс} = 6944,4 \text{ Н}.$$

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

2.4 Визначення між операційних припусків і розмірів обробки

Розраховуємо припуск та визначаємо розміри для поверхні (8), $\varnothing 50H9^{(+0,062)}$.

Спосіб отримання заготовки: литво в оболонковій формі.

Габаритні розміри заготовки: 175×175×58 мм.

Маса заготовки: 7,89 кг.

Послідовність обробки:

- чорновий перехід;
- напівчистовий перехід;
- чистовий перехід.

Мінімальний припуск на механічну обробку визначаємо розрахунково-аналітичним методом. Розрахунок припусків для обробки зовнішніх і внутрішніх поверхонь обертання проводять за формулою (с.62, табл.4.2, [6])

$$2Z_{i_{\min}} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta E_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right),$$

де Rz – висота мікронерівностей, мкм;

h – глибина дефектного шару, мкм;

ΔE – сумарне значення просторових похибок, мкм;

ε – сумарна похибка встановлення заготовки на робочому місці, мкм.

Вибираємо по висоти мікронерівностей і глибини дефектного шару:

- після литва в оболонковій формі $Rz = 50$ мкм, $h = 260$ мкм (с.63, табл.4.3, [6]);
- після чорнового розточування $Rz = 25$ мкм, $h = 25$ мкм (с.64, табл.4.5, [6]);
- після напівчистового розточування $Rz = 12,5$ мкм, $h = 25$ мкм (с.64, табл.4.5, [6]);
- після чистового розточування $Rz = 10$ мкм, $h = 20$ мкм (с.64, табл.4.5, [6]).

Визначаємо сумарне значення просторових відхилень.

Після литва визначаємо згідно формули $\Delta E = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{зм}}^2}$,

де $\rho_{\text{кор}}$ – допустима похибка короблення поверхні при литві по зміщенню осей фігури;

$\rho_{\text{зм}}$ – допустима похибка при литві по зміщенню центру осі;

$\Delta_k = 0,7$ (с.71, табл.4.8, [6]);

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\rho_{\text{кор}}=2\text{мм};$$

$$\rho_{\text{зм}}=1,6\text{мм} \text{ (с.169, табл.6, [7]);}$$

$$\Delta E_{\text{заг}} = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{зм}}^2} = \sqrt{2000^2 + 1600^2} = 2561\text{мкм.}$$

Після чорнового розточування визначаємо по формулі $\Delta E_1 = K_y \cdot \rho_{\text{екс}}$,

де $K_y = 0,05$ – коефіцієнт уточнення (с.177, табл.13,[7]);

$$\Delta E_1 = K_y \cdot \rho_{\text{екс}} = 0,05 \cdot 1600 = 80\text{мкм.}$$

Після напівчистового розточування $\Delta E_2 = K_y \cdot \rho_{\text{екс}}$,

де $K_y=0,005$ –коефіцієнт уточнення (с.177, табл.13, [7]);

$$\Delta E_2 = K_y \cdot \rho_{\text{екс}} = 0,005 \cdot 1600 = 8\text{мкм.}$$

Після чистового розточування $\Delta E_3 = K_y \cdot \rho_{\text{екс}}$,

де $K_y=0,002$ – коефіцієнт уточнення (с.177, табл.13, [7]);

$$\Delta E_2 = K_y \cdot \rho_{\text{екс}} = 0,002 \cdot 1600 = 3,2\text{мкм.}$$

Визначаємо похибку установки заготовки по формулі

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{інд}}^2},$$

де ε_{δ} – похибка базування;

ε_3 – похибка закріплення;

$\varepsilon_{\text{інд}}$ – похибка індексації.

Згідно (с.77, табл.4.11,[6]) визначаємо:

- після чорнового розточування $\varepsilon_1 = 120\text{мкм}$;

- після напів чистового розточування

$$\varepsilon_2 = 0,6 \cdot \varepsilon_1 + \varepsilon_{\text{інд}} = 0,06 \cdot 120 + 50 = 58\text{мкм};$$

- після чистового розточування

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_{\text{інд}} = 10\text{мкм.}$$

Визначаємо мінімальний припуск на кожному переході:

- для тонкого розточування

$$2Z_{3\text{min}} = 2 \cdot (Rz_2 + h_2 + \sqrt{\Delta E_2^2 + \varepsilon_3^2}) = 2 \cdot (12,5 + 25 + \sqrt{8^2 + 10^2}) = 101\text{мкм};$$

- для напівчистового розточування

$$2Z_{2\text{min}} = 2 \cdot (Rz_1 + h_1 + \sqrt{\Delta E_1^2 + \varepsilon_2^2}) = 2 \cdot (25 + 25 + \sqrt{80^2 + 58^2}) = 298\text{мкм};$$

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

- для чорнового розточування

$$2Z_{1\min} = 2 \cdot (Rz_{заг} + h_{заг} + \sqrt{\Delta E_{заг}^2 + \varepsilon_1^2}) = 2 \cdot (50 + 260 + \sqrt{2561^2 + 120^2}) = 5748 \text{ мкм.}$$

Визначаємо максимальні(розрахункові) розміри:

- для чистового розточування

$$D_{2\max} = D_{3\max} - 2Z_{3\min} = 50,062 - 0,101 = 49,96 \text{ мм};$$

- для напівчистового розточування

$$D_{1\max} = D_{2\max} - 2Z_{2\min} = 49,96 - 0,298 = 49,66 \text{ мм};$$

- для чорнового розточування

$$D_{заг} = D_{1\max} - 2Z_{1\min} = 49,66 - 5,748 = 43,91 \text{ мм}.$$

Визначаємо максимальний припуск:

- для чистового розточування

$$2Z_{3\max} = D_{3\min} - D_{2\min} = 50 - 49,80 = 200 \text{ мкм};$$

- для напівчистового розточування

$$2Z_{2\max} = D_{2\min} - D_{1\min} = 49,80 - 49,27 = 530 \text{ мкм};$$

- для чорнового розточування

$$2Z_{1\max} = D_{1\min} - D_{заг\min} = 49,27 - 42,31 = 6960 \text{ мкм.}$$

Таблиця 1.9– Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічних переходах на обробку отвору пов. (8), Ø50H9(+0,062)

Технологічні переходи обробки поверхні	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2Z_{\min}$, мкм	Розрахунковий розмір d_p , мм	Допуск, мкм	Граничні розміри, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	Rz	h	ΔE	ε				D_{\min}	D_{\max}	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
заготовка	50	260	2561	-	-	43,91	1600	42,31	43,91	-	-
чорновий перехід	25	25	80	120	5750	49,66	390	49,27	49,66	5750	6960
нап.чист. перехід	12,5	25	8	58	298	49,96	160	49,80	49,96	300	530
чистовий перехід	8	20	3,2	10	102	50,062	62	50,0	50,062	102	200

Виконуємо перевірку правильності розрахунків:

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

$$\sum 2Z_{\max} - \sum 2Z_{\min} = TD_{заг} - TD_3 ;$$

$$(6960 + 530 + 200) - (5750 + 300 + 102) = 1600 - 62 ;$$

$$7690 - 6152 = 1600 - 62 ;$$

$$1538 = 1538$$

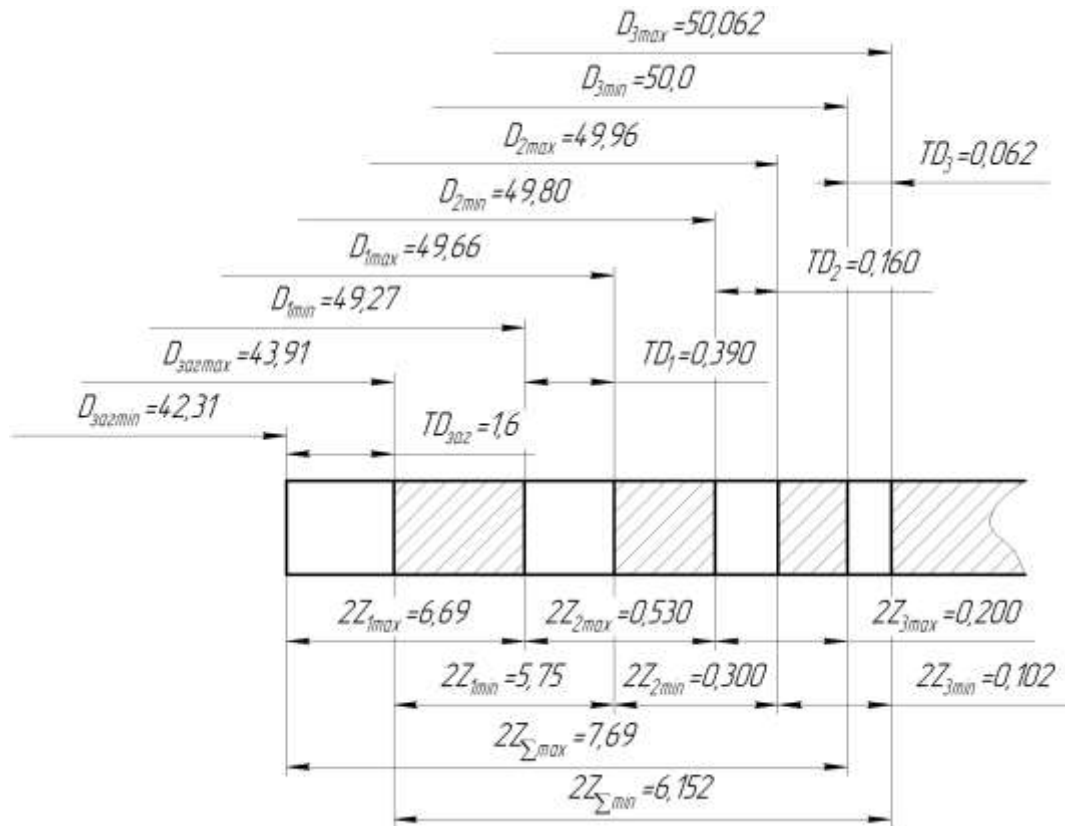


Рисунок 3 – Схема розміщення симетричних припусків і допусків для отвору $\text{Ø}50\text{H}9^{(+0,062)}$.

Таблиця 1.10– Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічних переходах на обробку вала пов. (9), $\text{Ø}150\text{h}9^{(-0,100)}$

Технологічні переходи обробки поверхні	Шорсткість Ra, мкм	Квалітет точності	Розрахунковий припуск $2Z_{\min}$, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Практичні розміри, мм		Граничні припуски, мкм	
						d_{\max}	d_{\min}	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
заготовка	12,5			166,6	3200	166,6	163,4	-	-
чорновий перехід	6,3	13	14100	152,5	630	152,5	151,87	14100	11530
нап.чист. перехід	3,2	11	2000	150,50	250	150,50	150,25	2000	1620
чистовий перехід	1,6	9	500	150,0	100	150,0	149,900	500	350

Виконуємо перевірку правильності розрахунків:

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					32

$$\sum 2Z_{\max} - \sum 2Z_{\min} = Td_{\text{заг}} - Td_{\text{чист.}} ;$$

$$(14100 + 2000 + 500) - (11530 + 1620 + 350) = 3200 - 100 ;$$

$$16600 - 13500 = 3200 - 100$$

$$3100 = 3100$$

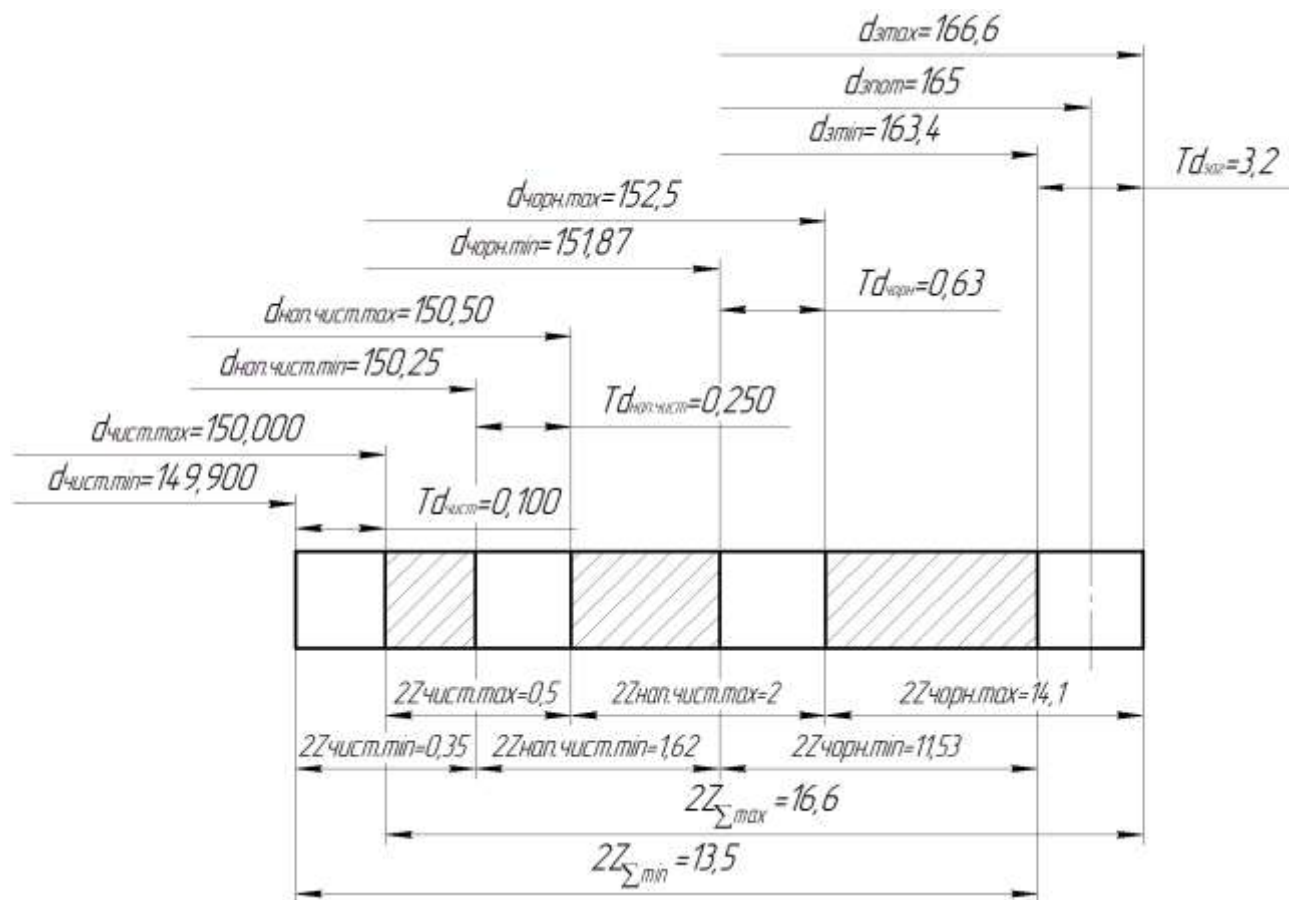


Рисунок 4. – Схема розміщення симетричних припусків і допусків для отвору $\varnothing 150h9(-0,100)$.

Таблиця 1.11.– Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічних переходах на обробку вала пов. (13), $\varnothing 80d11(-0,10/-0,29)$

Технологічні переходи обробки поверхні	Шорсткість R_a , мкм	Квалітет точності	Розрахунковий припуск $2Z_{\min}$, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Практичні розміри, мм		Граничні припуски, мкм	
						d_{\max}	d_{\min}	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
заготовка	12,5			91,4	2800	91,4	88,6	-	-
чорновий перехід	12,5	13	10400	81,0	540	81,0	80,46	10400	8140
нап.чист. перехід	6,3	11	1100	79,90	190	79,90	79,71	1100	750

Виконуємо перевірку правильності розрахунків:

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

$$\sum 2Z_{\max} - \sum 2Z_{\min} = Td_{заг} - Td_{чист.};$$

$$(10400 + 1100) - (8140 + 750) = 2800 - 190;$$

$$11500 - 8890 = 2800 - 190$$

$$2610 = 2610$$

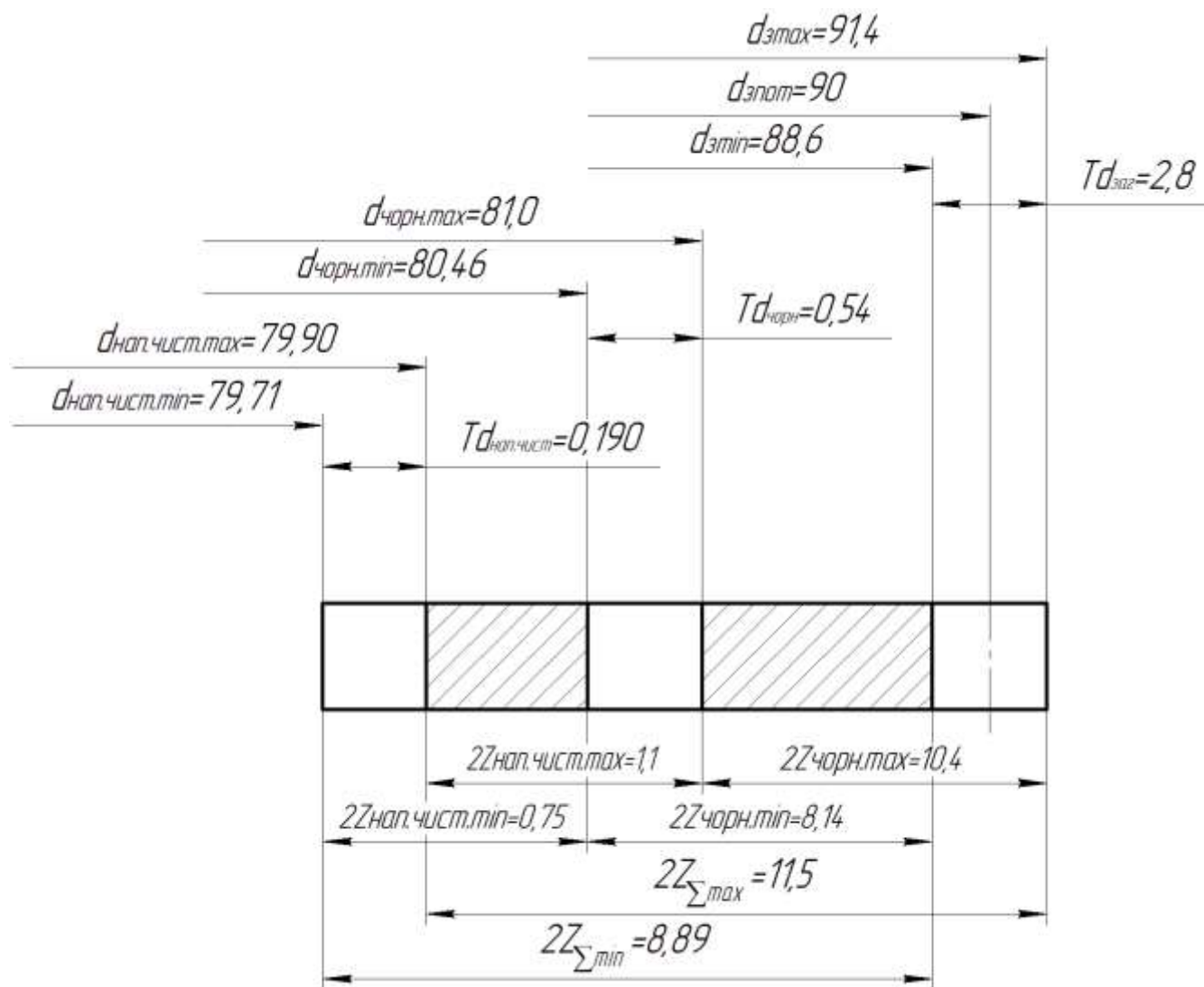


Рисунок 5 – Схема розміщення симетричних припусків і допусків для отвору $\varnothing 80d11 \begin{pmatrix} -0,10 \\ -0,29 \end{pmatrix}$.

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

2.5 Розрахунок режимів різання

Операція 010 вертикально-фрезерна

Обладнання: вертикально-фрезерний верстат 6Р13.

Пристрій: лещата з пневматичним приводом 7201-0018 ГОСТ 14904-69 (с.440 [8]).

Операція складається із наступних технологічних переходів:

- фрезерувати поверхню 26;
- фрезерувати поверхню 28;
- фрезерувати поверхню 27;
- фрезерувати поверхню 29.

Різальний інструмент: торцева фреза 2214-0001 ГОСТ 24359-80 з вставними ножами з твердого сплаву. Матеріал вставних ножів - Т5К10. Діаметр фрези $D=100\text{мм}$, посадочний діаметр $d=32\text{мм}$, $H=24$, $L=50$, $\gamma=60^\circ$, $\lambda=65$, $Z=8$ (с.387,[9]).

Допоміжний інструмент:

Оправка з конічним хвостовиком без лапки для насадних фрез 6220-0027 (ГОСТ 13788-68) (с. 397,табл.9,[10]).

Втулка перехідна з конусністю 7:24 і торцевим пазом для фрезерних оправок 6103-0024 ГОСТ 13791-68 (с.396,табл.9,[10]).

Вимірний інструмент: штангенциркуль ШЦ – II– 200-0,1 ГОСТ 166-63 (с.414,[10]).

Перехід 1

1 Визначаємо глибину різання $t=2,5\text{ мм}$.

2 Назначаємо подачу фрези: $S_z=0,12\dots 0,14\text{ мм/зуб}$ (с.205, Карта108, [11]).

Приймаю $S=0,13\text{ мм/зуб}$.

3 Знаходимо швидкість різання:

$$v_{\text{різ}} = 180\text{ м/хв} \text{ (с.217,Карта114,[11])}.$$

Вибираємо поправочні коефіцієнти:

$$K_{mv} = 1,0$$

$$K_{nv} = 1,0$$

$$K_{bv} = 1,13$$

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{\varphi} = 1,0 \quad (с.217, Карта 114, [11]).$$

$$v = v_{табл.} \cdot K_{mv} \cdot K_{mm} \cdot K_{bv} \cdot K_{\varphi} = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,13 \cdot 1,0 = 203 м/хв.$$

4 Визначаємо частоту обертів шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 203}{3,14 \cdot 100} = 646 хв^{-1}$$

5 Коректуємо знайдене значення по паспорту верстата і приймаю $n_{\delta} = 630 хв^{-1}$ (с.374, [12]).

6 Знаходимо дійсну швидкість головного руху різання:

$$v_{\delta} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\delta}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 630}{1000} = 197 м/хв.$$

7 Визначаємо хвилинну подачу

$$S_{хв.} = S_z \cdot Z \cdot n_{\delta} = 0,13 \cdot 8 \cdot 630 = 655 мм / хв.$$

8 Коректую знайдене значення згідно паспорту верстата і приймаю

$$S_{хв.} = 630 мм/хв (с.374, [12]).$$

9 Перевіряємо достатність потужності головного приводу верстата.

Повинна дотримуватись умова $N_{риз} \geq N_{табл.}$;

$$N_{табл.} = 1,9 кВт (с.218-219, Карта 115, [11])$$

$$N_{дов.} = 10 кВт, \eta = 0,8 (с.374, [12])$$

$$10 \cdot 0,8 \geq 1,9 кВт;$$

$$8 кВт \geq 1,9 кВт;$$

Обробка можлива.

10 Визначаємо величину машинного часу за формулою

$$T_o = \frac{L}{S_{хв.}} \cdot i,$$

де L – розрахункова довжина оброблюваної поверхні:

$$L = l + l_1 + l_2;$$

l_1 – величина врізання фрези в заготовку;

l_2 – величина перебігу фрези;

$S_{хв.}$ – хвилинна подача;

n_{δ} – число обертів фрези;

i – число проходів фрези;

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$l=175\text{мм}$$

$$l_1 = 3 \text{ мм (с.207, приложение 1,[13])}$$

$$l_2=0,3 \cdot 100=33\text{мм(с.207, приложение 1,[13])}$$

$$L=175+33+3=211 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{L}{S_{xв}} \cdot i = \frac{211}{630} \cdot 2 = 0,67 \text{ хв.}$$

Режими різання для переходу 2,3, 4 є аналогічні переходу1.

Знаходжу машинний час на операцію з урахуванням усіх переходів

$$T_o = 0,67 \cdot 4 = 2,68 \text{ хв.}$$

Операція 025 вертикально-свердлильна

Обладнання: вертикально-свердлильний верстат 2Н135.

Пристрій: кондуктор.

Операція складається із наступних технологічних переходів:

- свердлити поверхню 22;
- свердлити поверхню 23;
- свердлити поверхню 24;
- свердлити поверхню 25.

Різальний інструмент: свердло спіральне з швидкорізальної сталі Р6М5, з циліндричним хвостовиком:свердло 2300-0241 ГОСТ 10902-77. Діаметр свердла $D=18,00$, довжина різальної частини $l=130\text{мм}$,загальна довжина свердла $L=195 \text{ мм(с. 244, [9])}$.

Вимірний інструмент: штангенциркуль ШЦ – II– 200-0,1 ГОСТ 166-63 (с.414,[10]).

Допоміжний інструмент: патрон свердлильний 10-В16ГОСТ 8522-79 (с.4-5, [15]).

Оправка для свердлильних патронів 6039-0010 ГОСТ 2682-86(с.3, [16]).

Перехід 1

1 Визначаємо глибину різання

$$t_{свер.} = \frac{D_{св}}{2} = \frac{18}{2} = 9 \text{ мм.}$$

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Визначаємо величину подачі

$$S_{\text{табл.}} = 0,41 \div 0,47 \text{ мм / об (с.277, табл.25, [14])}$$

$$K_{LS} = 1,0 \text{ (с.277, табл.25, [14])}$$

$$S_{\text{розр.}} = S_{\text{табл.}} \cdot K_{LS} = (0,41 \div 0,47) \cdot 1,0 = (0,41 \div 0,47) \text{ мм / об.}$$

Коректуємо знайдену подачу згідно паспорту верстата і приймаємо

$$S_o = 0,40 \text{ мм / об (с.374, [12]).}$$

3 Визначаємо швидкість різання за емпіричною формулою $v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v$;

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{nv};$$

$$n_v = 1,3 \text{ (с.262, табл.2, [14]);}$$

$$K_{mv} = \left(\frac{196}{200} \right)^{1,3} = 0,97$$

$$K_{iv} = 1,0 \text{ (с.263, табл.6, [14]);}$$

$$K_{Lv} = 1,0 \text{ (с.280, табл.24, [14]).}$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{Lv} = 0,97 \cdot 1,0 \cdot 0,75 = 0,73$$

$$C_v = 17,1; \quad q = 0,25; \quad y = 0,4; \quad m = 0,125 \text{ (с.278, табл.29, [14]).}$$

Період стійкості інструменту $T=60$ хв. (с.280, табл.30, [14]).

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{17,1 \cdot 18,0^{0,25}}{60^{0,125} \cdot 0,40^{0,40}} \cdot 0,97 = 29,5 \text{ м / хв.}$$

4. Визначаємо частоту обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 29,5}{\pi \cdot 18} = 522 \text{ хв}^{-1}.$$

Коректуємо знайдені оберти шпинделя згідно паспорту верстата і

Приймаю, щон_{д.} = 500 хв⁻¹ (с.374, [12]).

5. Визначаємо дійсну швидкість різання

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 18 \cdot 500}{1000} = 28,3 \text{ м / хв.}$$

6. Визначаємо крутний момент за емпіричною формулою

$$M_{кр.} = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \text{ (с.277, [14]).}$$

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

$$C_m = 0,021; q = 2,0; y = 0,8; K_p = 1,0; (c.281, табл.32, [14]).$$

$$M_{кр.} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,021 \cdot 18^{2,0} \cdot 0,40^{0,8} \cdot 1,0 = 32,7 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

7. Визначаємо потужність різання за формулою

$$N_{різ.} = \frac{M_{кр.} \cdot n}{9750} = \frac{32,7 \cdot 500}{9750} = 1,67 \text{ кВт}.$$

8. Перевіряємо достатність потужності головного приводу верстата.

Повинна дотримуватись умова $N_{дв.} \geq N_{різ.}$;

$$N_{дв.} = 4,5 \text{ кВт}, \eta = 0,8 (c.374, [12])$$

$$N_e = N_{дв.} \cdot \eta = 4,5 \cdot 0,8 = 3,6 \text{ кВт};$$

$$3,6 \text{ кВт} \geq 1,67 \text{ кВт}.$$

Умова виконується, обробка можлива.

9. Обчислюємо основний час для даного переходу

Врізання і перебіг для свердла з нормальною заточкою та підточеною перемичкою при свердлінні в упор становить $l_1 + l_2 = 10 \text{ мм}$ (с.50, табл.3.21, [16]);

$$L = l + l_1 + l_2 = 30 + 10 = 40 \text{ мм};$$

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot S_{\phi}} \cdot i = \frac{40}{500 \cdot 0,40} \cdot 1 = 0,2 \text{ хв}.$$

Режими різання для переходу 2, 3, 4 є аналогічні переходу 1.

Знаходжу машинний час на операцію з урахуванням усіх переходів

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

Решту значень режимів різання знаходимо нормативним методом і заносимо в таблицю 1.12

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Таблиця 1.12 – Зведена таблиця режимів різання

№	Зміст операції і переходу	Розміри		Режими різання					
		<i>D, B</i>	<i>L</i>	<i>t</i>	<i>i</i>	$S_{хв.},$ S_o	<i>v</i>	<i>n</i>	<i>N</i>
		мм				мм/об, мм/хв.	м/хв	хв ⁻¹	кВт
010	Вертикально-фрезерна								
	1 Фрезерувати поверхню(26)	36,4	211	2,5	2	630	197	630	1,9
	2 Фрезерувати поверхню (28)	36,4	206	2,5	2	630	197	630	1,9
	3 Фрезерувати поверхню (27)	36,4	211	2,5	2	630	197	630	1,9
	4 Фрезерувати поверхню (29)	36,4	206	2,5	2	630	197	630	1,9
015	Токарна з ЧПК								
	1 Точити поверхню (15)	90	25	2	2	0,5	141	500	2,15
	2 Точити поверхню (14)	81	1	1	1	0,3	203,5	800	1,15
	3 Точити поверхню (13)								
	- чорновий прохід	91,4	5	2,6	4	0,5	180,8	630	3,4
	- напівчистовий прохід	81	5	0,55	2	0,3	203,5	800	1,12
4 Точити поверхню (12)	245	83	1,6	2	0,35	154	250	3,21	
5 Точити поверхню (21)	245	35	1,25	20	0,35	192,3	200	2,05	
020	Токарна з ЧПК								
	1 Точити поверхню (2)	165	24	2	2	0,5	207,2	400	2,9
	2 Точити поверхню (9)								
	- чорновий прохід	166,6	15	2	7	0,5	209,2	400	2,82
	- напівчистовий прохід	152,2	15	0,25	1	0,3	239	500	1,27
	- чистовий перехід	150,5 0	15	0,125	2	0,1	236	500	0,96
	3 Точити поверхню (1)	150	1	1	1	0,1	236	500	1,21
	4 Точити поверхню (10)	150	5	7	1	0,05	236	500	3,89
	5 Точити поверхню (6)	88,5	24	1,7	2	0,5	167	630	2,8
	6 Точити поверхню (8)								
	- чорновий прохід	49,66	34	2,875	2	0,5	78	500	3,35
	- напівчистовий прохід	49,96	34	0,149	1	0,3	94	630	1,3
- чистовий перехід	50,06 2	34	0,050	1	0,05	126	800	0,75	
7 Точити поверхню (17)	50	1	1	1	0,1	126	800	1,1	
8 Точити поверхню (7)	50	1	1	1	0,1	126	800	1,1	
9 Точити поверхню (16)	58	4	5,2	1	0,05	109	630	3,7	
10 Точити поверхню (3), (4)	118	35	2,5	2	0,3	148,2	400	0,58	
11 Точити поверхню (4), (5)	88,5	20	2,12	2	0,3	111	400	0,17	
025	Вертикально-свердлильна								
	1 Свердлити поверхню (22)	18	41	9	1	0,4	28,2	500	1,67
	2 Свердлити поверхню (23)	18	41	9	1	0,4	28,2	500	1,67
	3 Свердлити поверхню (24)	18	41	9	1	0,4	28,2	500	1,67
	4 Свердлити поверхню (25)	18	41	9	1	0,4	28,2	500	1,67
030	Вертикально-свердлильна								
	1 Свердлити поверхню (18)	11,10	20	5,55	1	0,4	23	500	0,98
	2 Зенкувати поверхню (20)	12,7	1,6	1,6	1	0,4	23	500	0,7
	3 Нарізати різьбу (19)	11,10	30	1,13	1	1,411	5,8	31,5	1,2

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

2.6 Нормування технологічної операцій.

Під технічно обґрунтованою нормою часу розуміється час, необхідний для виконання заданого об'єму роботи при певних умовах роботи із найбільш ефективному використанні всіх засобів виробництва.

В серійному виробництві призначеному для штучно-калькуляційного часу:

$$T_{шт.к} = (T_{пз}/n) + T_{шт}$$

$$T_{шт} = T_0 + T_д + T_{об} + T_{від}$$

Розрахунок штучно-калькуляційного часу для обробки заготовки масою 7,89 кг на вертикально-фрезерному верстаті 6Р13, деталь кріпиться в лещатах з пневматичним затиском:

Фрезерувати поверхні 26, 27, 28, 29 .

Обробка чорнова, вимірний інструмент: штангенциркуль ШЦ – II – 200-0,1 ГОСТ 166-63, кількість деталей в партії $n=106$ шт.

З попередніх розрахунків беремо основний час на даний на операцію, він становить $T_0 = 2,68$ хв.

Визначаємо час на зняття і установку деталі

$$t_{уст} = 0,95 \text{ хв} \quad (\text{с.54, Карта 9, [10]})$$

При переустановленні деталі час по карті визначають з коефіцієнтом $k_{пер.} = 0,8$ (с.43, Карта 9, [10])

$$t_{пер} = 0,95 \cdot 0,8 = 0,76 \text{ хв.}$$

Допоміжний час пов'язаний з переходом

$$t_{пер} = 0,76 \text{ хв} \quad (\text{с.108, Карта 31, [10]}).$$

Знаходимо час який не ввійшов в комплекс:

$$t'_{нев.к} = 0,25 \text{ хв} \quad (\text{с.191, Карта 109, [10]}).$$

Знаходимо час на вимірювання і коефіцієнт періодичності промірів:

$$t_{вим} = 0,17 \text{ хв} \quad (\text{с.191, Карта 86, [10]}).$$

Знаходимо величину допоміжного часу без поправочного коефіцієнта

$$t_{доп} = t_{уст} + t_{пер} + t_{нев.к} + t_{вим} = 0,95 + 0,76 + 0,25 + 0,17 = 2,13 \text{ хв.}$$

Визначаємо величину оперативного часу

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_{опер} = t_{очн} + t_{дон} = 2,68 + 2,13 = 4,81 \text{ хв.}$$

Знаходимо час на обслуговування

де a - процент від оперативного часу $a = 4,5$ (с.110, карта 32, [10])

$$t_{обс} = \frac{a \cdot t_{опер}}{100} = \frac{4,5 \cdot 4,81}{100} = 0,216 \text{ хв.}$$

Знаходимо час на відпочинок та особисті потреби:

ϵ - процент від оперативного часу. $\epsilon = 4,5$ (с.203 карта 88, [10])

$$t_{відп} = \frac{\epsilon \cdot t_{опер}}{100} = \frac{4,5 \cdot 4,81}{100} = 0,216 \text{ хв.}$$

Знаходимо величину штучного часу

$$t_{ум} = t_{опер} + t_{обс} + t_{відп} = 4,81 + 0,216 + 0,216 = 5,242 \text{ хв.}$$

Знаходимо величину підготовчо-заключного часу:

$$t'_{нз} = 21 \text{ хв (с.111, Карта 32, н.8, [10]);}$$

$$t''_{нз} = 10 \text{ хв (с.111, Карта 32, н.24, [10]);}$$

$$t_{нз} = t'_{нз} + t''_{нз} = 21 + 10 = 31 \text{ хв}$$

Визначаємо величину штучно-калькуляційного часу:

де n – величина партії деталей

$$t_{ум.к} = \frac{t_{нз}}{n} + t_{ум} = \frac{31}{106} + 5,242 = 5,53 \text{ хв.}$$

Розрахунок штучно-калькуляційного часу для обробки деталі масою 7,89 кг на вертикально-свердлильному верстаті 2Н135, деталь кріпиться в кондукторі.

Свердлити отвори пов. 22, 25, 26, 27.

Обробка чорнова, вимірний інструмент і штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1, кількість деталей в партії $n=106$ шт.

З попередніх розрахунків беремо основний час на дану операцію, він становить $T_M=0,8$ хв.

Визначаємо час на зняття і установку деталі

$$t_{узм} = 0,40 \text{ хв (с.40, Карта 9, н.3, [10])}$$

Допоміжний час пов'язаний з переходом:

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_{\text{пер}} = 0,8 \text{ хв} \text{ (с.95, Карта 27, п.1, [10])}.$$

Знаходимо час який не ввійшов в комплекс

$$t'_{\text{нев.к}} = 0,9 \text{ хв} \text{ (с.96, Карта 26, п.15, [10])}.$$

Знаходимо час на вимірювання і коефіцієнт періодичності промірів:

$$t_{\text{вим}} = 0,10 \text{ хв} \text{ (с.191, Карта 86, лист 7, [10])}$$

$$K = 1,0 \text{ (с.200, Карта 87, [10])}$$

$$t_{\text{вим}} = 0,10 \cdot 1,0 = 0,10 \text{ хв}.$$

Знаходимо величину допоміжного часу без поправочного коефіцієнта

$$t_{\text{дон}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{нев.к}} + t_{\text{вим}} = 0,40 + 0,8 + 0,9 + 0,10 = 2,2 \text{ хв}$$

Визначення оперативного часу

$$t_{\text{опер}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{дон}} = 0,8 + 2,2 = 3 \text{ хв}.$$

Знаходимо час на обслуговування

де a - процент від оперативного часу $a = 4$ (с.100, Карта 28, [10])

$$t_{\text{обс}} = \frac{a \cdot t_{\text{опер}}}{100} = \frac{4 \cdot 3}{100} = 0,12 \text{ хв}.$$

Знаходимо час на відпочинок та особисті потреби:

v – процент від оперативного часу

$$b = 4 \text{ (с.203, Карта 88, [10])}$$

$$t_{\text{відп}} = \frac{v \cdot t_{\text{опер}}}{100} = \frac{4 \cdot 3}{100} = 0,12 \text{ хв}.$$

Знаходимо величину штучного часу

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{опер}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{відп}} = 3 + 0,12 + 0,12 = 3,24 \text{ хв}.$$

Знаходимо величину підготовчо-заключного часу:

$$t'_{\text{нз}} = 12 \text{ хв} \text{ (К.32 с.111 [9]);}$$

$$t''_{\text{нз}} = 8 \text{ хв} \text{ (К.32 с.111 [9]);}$$

$$t_{\text{нз}} = t'_{\text{нз}} + t''_{\text{нз}} = 12 + 8 = 20 \text{ хв}.$$

Визначаємо величину штучно-калькуляційного часу:

де n – величина партії деталей

$$t_{\text{шт.к}} = \frac{t_{\text{нз}}}{n} + t_{\text{шт}} = \frac{20}{106} + 3,24 = 3,29 \text{ хв}.$$

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

На решту операцій розрахунки проводимо аналогічно. Результати обчислень заносимо в таблицю. Таблиця 1.13 – Зведена таблиця норм часу

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
						44
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3 Проектування технологічної оснастки

3.1 Опис, призначення і будова свердлильного пристрою

Пристрій призначений для базування і закріплення заготовки для обробки конічної дюймової різьби K1/4" ГОСТ1611-88 на вертикально-свердлильному верстаті моделі 2Н135. Пристрій складається з корпусу до якого прикріплений пневмоциліндр. Також до корпусу прикріплені спеціальний упор і спеціальна оправка. В кондукторі встановлена постійна кондукторна втулка.

Пристрій встановлюється на столі верстата. Положення пристрою фіксується верстатними шпонками, які встановлені в пази корпусу верстата і утворюють посадку 18Н8/g8. Пристрій закріплюється болтами.

Пристрій працює таким чином.

Через отвір Ø50Н9 проходить шток від пневмоциліндра; на шток насаджується оправка (ця оправка зафіксована в корпусі кондуктора); на оправку базується деталь. З однієї сторони деталь опирається в спеціальну оправку, а з іншої за допомогою руху штока який надається цьому від пневмоциліндра двохсторонньої дії деталь прижимається до спеціальної оправки. В корпус вмонтовано упор, він служить для того щоб деталь не проверталась на оправці

3.2 Інженерні розрахунки для підтвердження працездатності свердлильного пристрою

Схема дії сил

В процесі свердління на деталь діє сила P_x , яка намагається прокрутити деталь навколо своєї осі і крутячий момент, який намагається повернути деталь.

Схема дій сил показана на рисунку

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

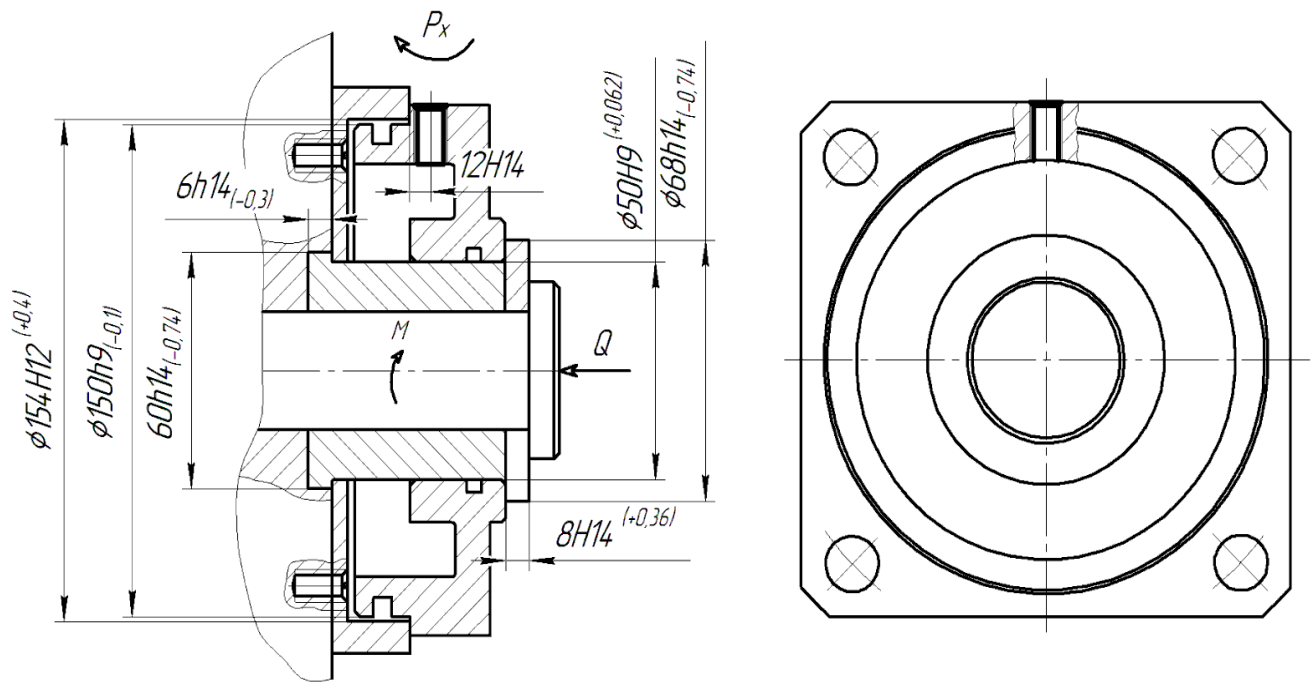


Рисунок 6 – Розрахункова схема.

f_1, f_2 – коефіцієнти тертя;

$f_1 = f_2 = 0,15$ – для гладких поверхонь;

K – коефіцієнт запасу, який враховує нестабільність силових дій на заготовку

$$K = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (с.382, [18])$$

де k_0 – гарантований коефіцієнт запасу ($k_0 = 1,5$ (с.382, [18]));

k_1 – коефіцієнт який враховує величину сил різання, із-за випадкових нерівностей на оброблюваній поверхні заготовки (для чорної обробки $k_1 = 1,2$ (с.382, [18]));

k_2 – коефіцієнт, який характеризує збільшення сил різання внаслідок затуплення різального інструменту ($k_2 = 1,15$ (с.382, табл.2, [18]));

k_3 – коефіцієнт, який враховує точкові зусилля при переривному різанні $k_3 = 1,0$ (с.383, [18]);

k_4 – коефіцієнт, який враховує постійність сили закріплення, яка розвивається затискним механізмом ($k_4 = 1,0$ (с.383, [18]));

k_5 – коефіцієнт, який враховує ергономіку немеханізованого затискного механізму ($k_5 = 1,0$ (с.383, [18]));

k_6 – коефіцієнт, який враховує момент що хоче повернути заготовку ($k_6 = 1,0$ (с.384, [18]));

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,07.$$

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Знаходимо розрахункову силу затиску

$$Q_{розр.} = \frac{M_{кр.} \cdot K}{f \cdot \left(\frac{D_m^3 - D_1^3}{D_m^2 - D_1^2} - \frac{D_m^3 - D_1^3}{D_m^2 - D_1^2} \right)}, H$$

ρ – тиск повітря в пневмоциліндрі (0,39 – 0,64 МПа);

$M_{кр.}$ – крутний момент;

$$M_{кр.} = 20 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$Q_{розр.} = \frac{M_{кр.} \cdot K}{f \cdot \left(\frac{D_m^3 - D_1^3}{D_m^2 - D_1^2} - \frac{D_m^3 - D_1^3}{D_m^2 - D_1^2} \right)} = \frac{20 \cdot 2,07}{0,15 \cdot \left(\frac{0,154^3 - 0,150^3}{0,154^2 - 0,150^2} - \frac{0,068^3 - 0,050^3}{0,068^2 - 0,050^2} \right)} = 1716$$

Розрахунок початкової сили рушія та його конструктивно-розмірних параметрів.

D – внутрішній діаметр пневмоциліндра ;

$d_{ум.}$ – діаметр штока;

$Q_{дійс.}$ – дійсна сила, яка потрібна для закріплення;

η - ККД (0,75);

ρ – тиск повітря в пневмоциліндрі;

$$\rho = 0,39 \dots 0,64 \text{ МПа} ;$$

Знаходимо внутрішній діаметр циліндра виводячи його із формули

$$D^2 - d_{ум.}^2 = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \rho \cdot \eta} ;$$

$$d_{ум.} = D \cdot 0,2 ;$$

$$D^2 - (0,2 \cdot D)^2 = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \rho \cdot \eta} ;$$

$$D^2 \cdot (1 - 0,2) = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \rho \cdot \eta} ;$$

$$D_{розр.} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{розр.}}{\pi \cdot \rho \cdot \eta \cdot 0,8}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1716}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,75 \cdot 0,8}} = 199,76 \text{ мм.}$$

Приймаємо дійсний внутрішній діаметр циліндра згідно стандарту

$$D_{дійс.} = 200 \text{ мм.}$$

$$d_{ум.} = D_{дійс.} \cdot 0,2 = 30 \text{ мм.}$$

$$Q_{дійс.} = \frac{\pi \cdot (D^2 - d_{ум.}^2)}{4} \cdot \rho \cdot \eta = \frac{3,14 \cdot (200^2 - 30^2)}{4} \cdot 0,4 \cdot 0,75 = 2034,7 \text{ Н.}$$

3.2.1 Вибір типу затискача, його конструктивних розмірів

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для затиску заготовки при свердлінні отвору $\varnothing 11,10^{+0,43}$ мм приймаю затиск за допомогою пневмоциліндра. Суть дії: деталь посаджена на оправку (отвір $\varnothing 50H9$), крізь оправку проходить шток. На кінці штоку насаджена шайба (товщина 8мм) для того щоб прижати деталь. З іншої сторони до кондуктора кріпиться спеціально оправка (внутрішній діаметр оправки $\varnothing 154H12$), вона служить упором для деталі.

3.1.3 Розрахунок пристрою на міцність

Розрахунок пристрою на міцність проводимо, на змінання різьби:

$$\frac{4 \cdot Q_{\text{дійс.}}}{\pi(d^2 - d_1^2) \cdot K_m \cdot Z} \leq [\sigma_{\text{зм}}];$$

$$\sigma_{\text{зм.}} = c \cdot \sqrt{\frac{W}{\sigma_s}};$$

де $Q_{\text{дійс.}}$ - дійсна

Z – кількість витків різьби на довжині загвинчування;

K_m – коефіцієнт нерівномірності розподілу навантаження по витках різьби;

$K_m=0,55 - 0,75$. Приймаю $K_m=0,60$;

d – зовнішній діаметр різьби $d=24$ мм;

d_1 – внутрішній діаметр різьби $d_2=21,7$ мм.

$$\frac{4 \cdot 20347}{4 \cdot (24^2 - 21,7^2) \cdot 0,75 \cdot 9} \leq 50$$

$36,23 \leq 50$ - умова міцності виконується.

3.2.2 Розрахунок пристрою на точність

Для свердління отвору $\varnothing 11,10^{+0,43}$ мм діаметр внутрішнього отвору кондукторної втулки приймаю відхилення по F8.

Визначаю похибку пов'язану з відводом свердла:

$$E_e = \frac{S_{\text{max}}}{H} (0,5H + e + L); \text{ де}$$

H – товщина кондукторної плити, $H=15$ мм;

e – зазор між деталлю та кондукторною втулкою; для мого випадку

$$e = \left(\frac{1}{2} - 1,0\right) d_{cs} = \left(\frac{1}{2} - 1,0\right) \times 8,5 = 4,25 - 8,5 \text{ мм, приймаю } 6 \text{ мм};$$

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

L – довжина свердління, $L=39$ мм згідно креслення;

$$d_{\bar{n}a} = 11,10_{-0,04} \text{ мм.}$$

$$S_{\max} = D_{\text{к.в.}}^{\max} - d_{\text{св}}^{\min} = 11,146 - 11,06 = 0,086 \text{ мм};$$

$$E_e = \frac{0,086}{15} (0,15 \cdot 15 + 6,0 + 39) = 0,26 \text{ мм.}$$

Згідно креслення відвід свердла не повинен перевищувати 0,43 мм.

Отже, точність забезпечена.

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Контрольний пристрій:

Опис призначення, будови і роботи контрольного пристрою

Пристрій контрольний призначений для вимірювання радіального і торцевого биття зовнішньої циліндричної поверхні і торця 10 відповідно в кришці підшипника наскрізній КС 2130 21–102. Контрольний пристрій складається з плити 1 на якій розміщені стійка 10 в якій закріплений корпус підшипника 9. В підшипниках 35 розміщений вал 13 в середині якого розміщена тяга 16 і пружина 7.

При повороті ручки 4 з ексцентриком 3 тяга 16 під дією пружини 7 виводиться вперед і колодки 14 під дією пружин 15 сходяться. На колодки 14 встановлюється колесо і при зворотному повороті ручки 4 тяга 16 подається назад, розводячи при цьому колодки 14 і фіксуючи на них колесо.

Радіальне і торцеве биття вимірюються за допомогою двох індикаторів 36 які кріпляться за допомогою штанг 17 на стійках 18, а вони в свою чергу кріпляться на плиті 1.

3.3.1 Розрахунок похибки вимірювання:

Точність вимірювання пристрою залежить від зазору між вал і отвором підшипника, похибкою базування, похибкою закріплення, похибкою вимірного інструменту.

$$\varepsilon_{\text{вим}} = 1,2\sqrt{\varepsilon_{\theta}^2 + \varepsilon_{\text{з}}^2 + \varepsilon_{\text{зб}}^2 + \Delta_l^2 + \Delta_m^2}$$

Похибка, властива даному пристрою:

$$\Delta_m = S_{\text{max}} ;$$

$$S_{\text{max}} = ES - ei ,$$

де ES – верхнє відхилення поля допуску отвору;

ei – нижнє відхилення поля допуску валу;

$$\text{Для посадки } \varnothing 60 \frac{L0}{js6} \left(\begin{array}{c} -0,008 \\ +0,0095 \\ -0,0095 \end{array} \right) ;$$

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{\max} = ES - ei = 0,0095 \text{ мм} ;$$

$$\Delta_{\text{м}} = S_{\max} = 0,0095 \text{ мм}$$

Згідно [8]. с. 56 сумарна похибка вимірювання:

$$\varepsilon_{\text{вим}} = 1,2\sqrt{\varepsilon_{\text{б}}^2 + \varepsilon_{\text{з}}^2 + \varepsilon_{\text{зб}}^2 + \Delta_{\text{л}}^2 + \Delta_{\text{м}}^2} ;$$

$\varepsilon_{\text{б}} = 0$ – похибка базування;

$$\varepsilon_{\text{з}} = 0,01 \text{ мм}$$

Похибка вимірювання індикатора згідно [9] с. 562 $\varepsilon_{\text{з.б.}} = 0,005 \text{ мм}$; $\Delta_{\text{л}} = 0$;

$$\varepsilon_{\text{вим}} = 1,2\sqrt{0 + 0,01^2 + 0,005^2 + 0 + 0,0095^2} = 0,018 \text{ мм.}$$

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

4 Розробка керуючої програми обробки на верстаті з ЧПК

Важливою складовою технологічної підготовки виробництва є розробка керуючої програми (КП) для верстату з ЧПК. Цей процес є трудомістким та вимагає уваги та виконання розрахунків. Тому використання автоматизованих САМ-систем для даних робіт є великою перевагою. Для розробки КП на операції токарної обробки кришки було використано систему СПРУТ-САМ. Було створено тривимірні моделі деталі та заготовки, їх зберегли в універсальному графічному форматі та імпортували в систему (рисунок 4.1).

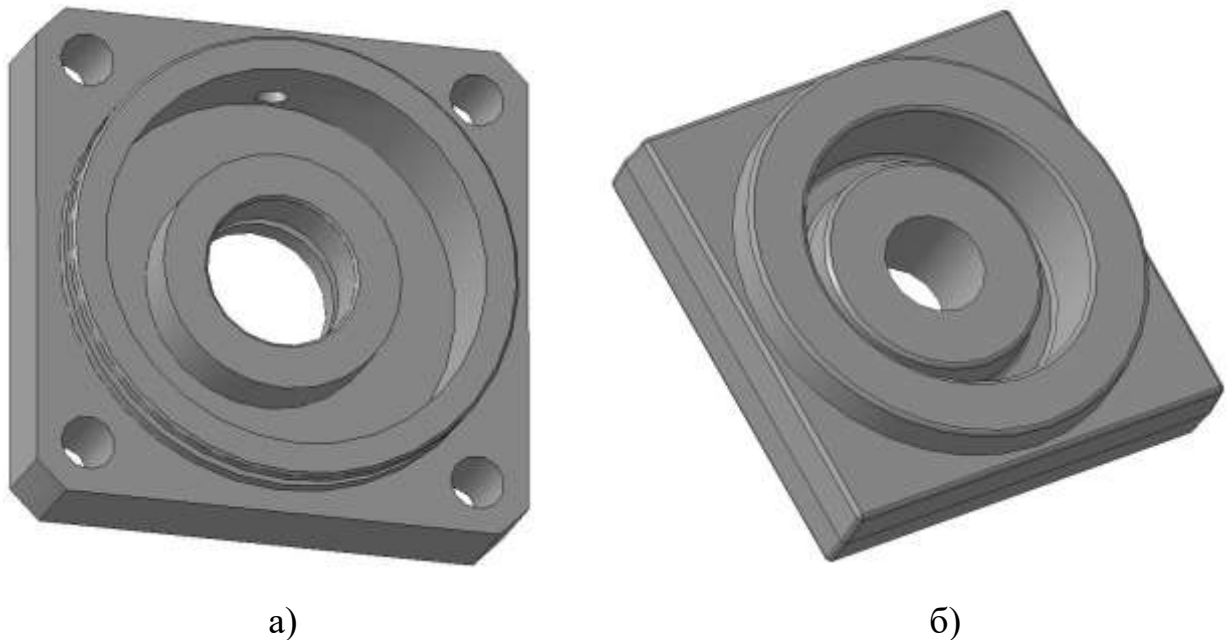


Рисунок 4.1 – Моделі деталі а) та заготовки б)

Операції обробки послідовно вибираємо зі списку операцій, які висвітлює система для вибраного виду обладнання. Хід проведення розрахунків траєкторії обробки для створення КП обробки на верстаті з ЧПК показаний на рисунках 4.2 – 4.14.

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

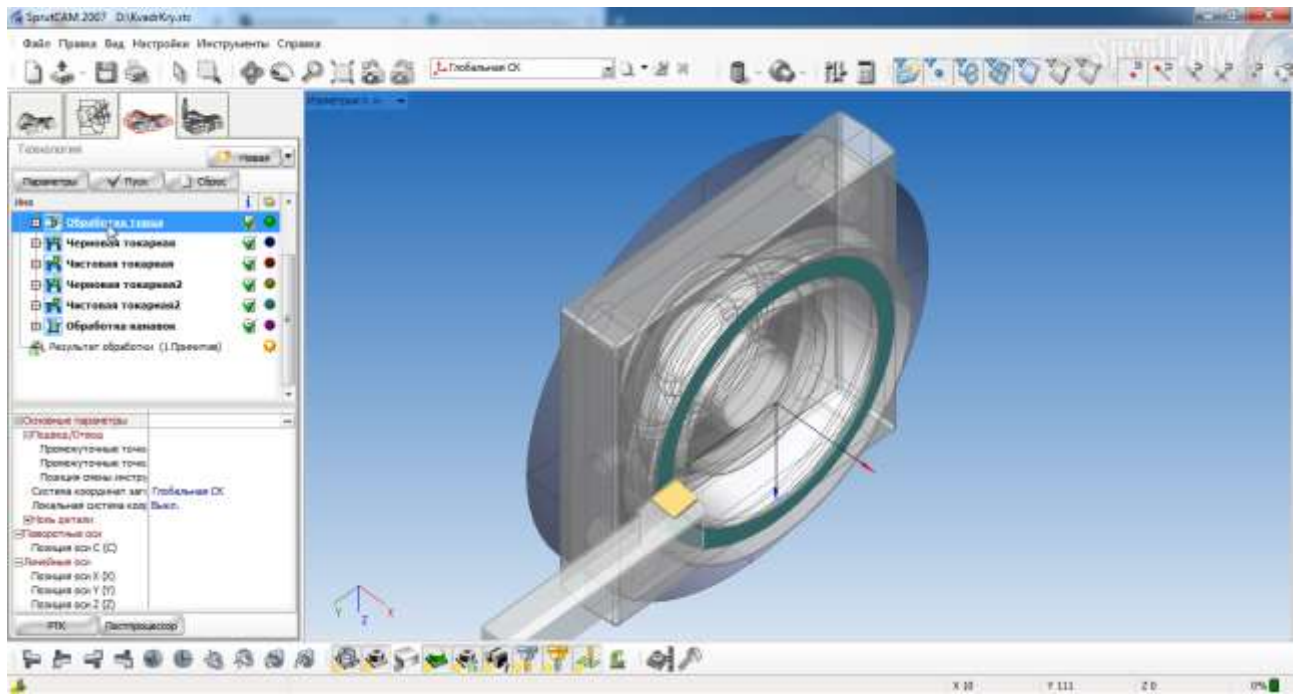


Рисунок 4.2 – Проектування підрізання торця

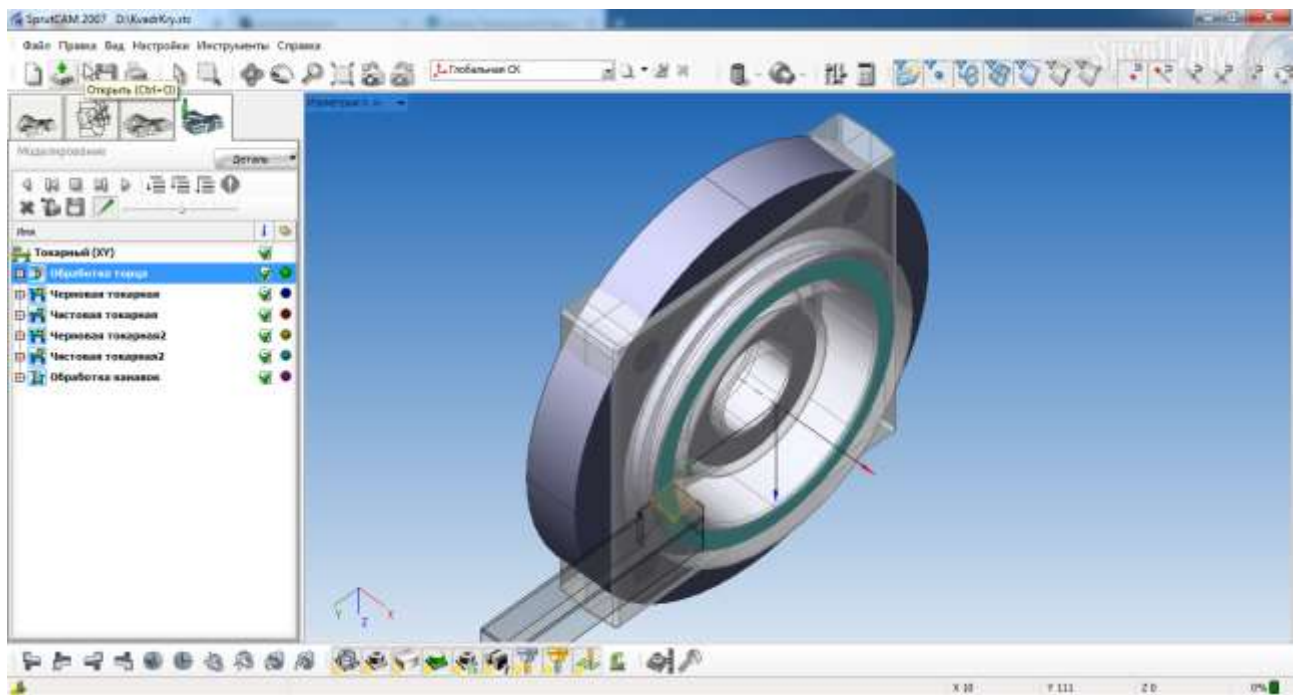


Рисунок 4.3 – Моделювання підрізання торця

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

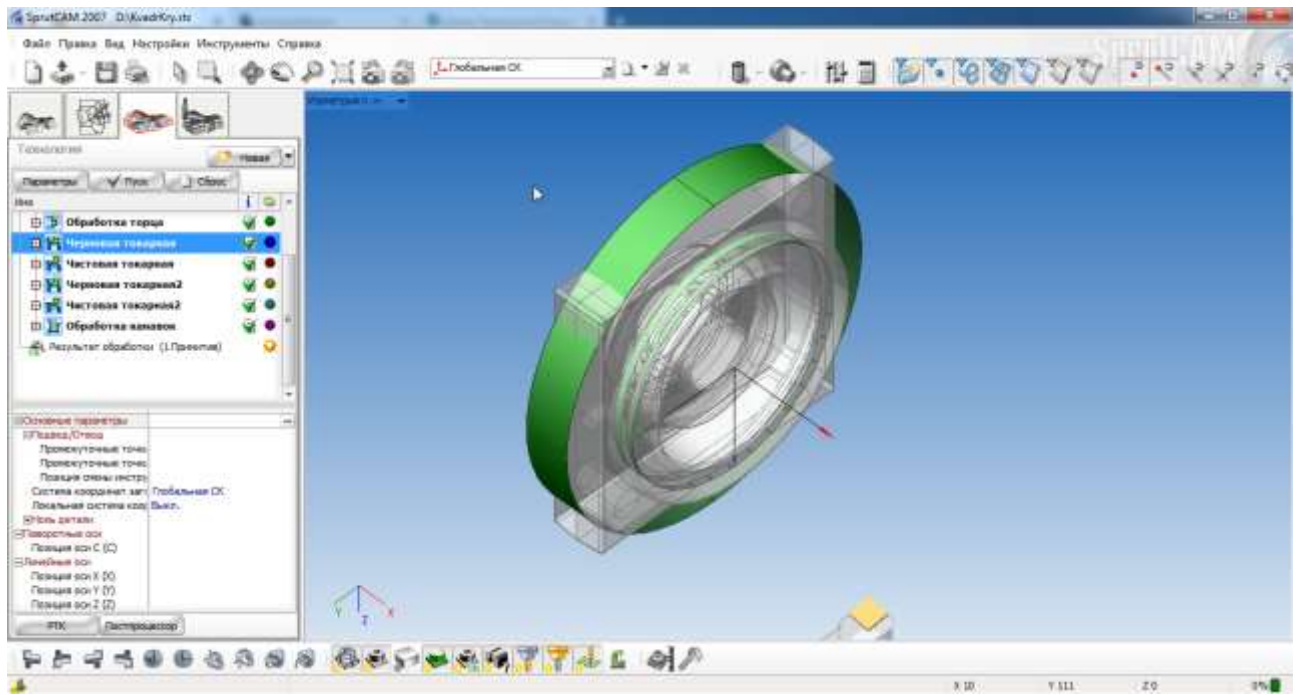


Рисунок 4.4 – Проектування чорного точіння

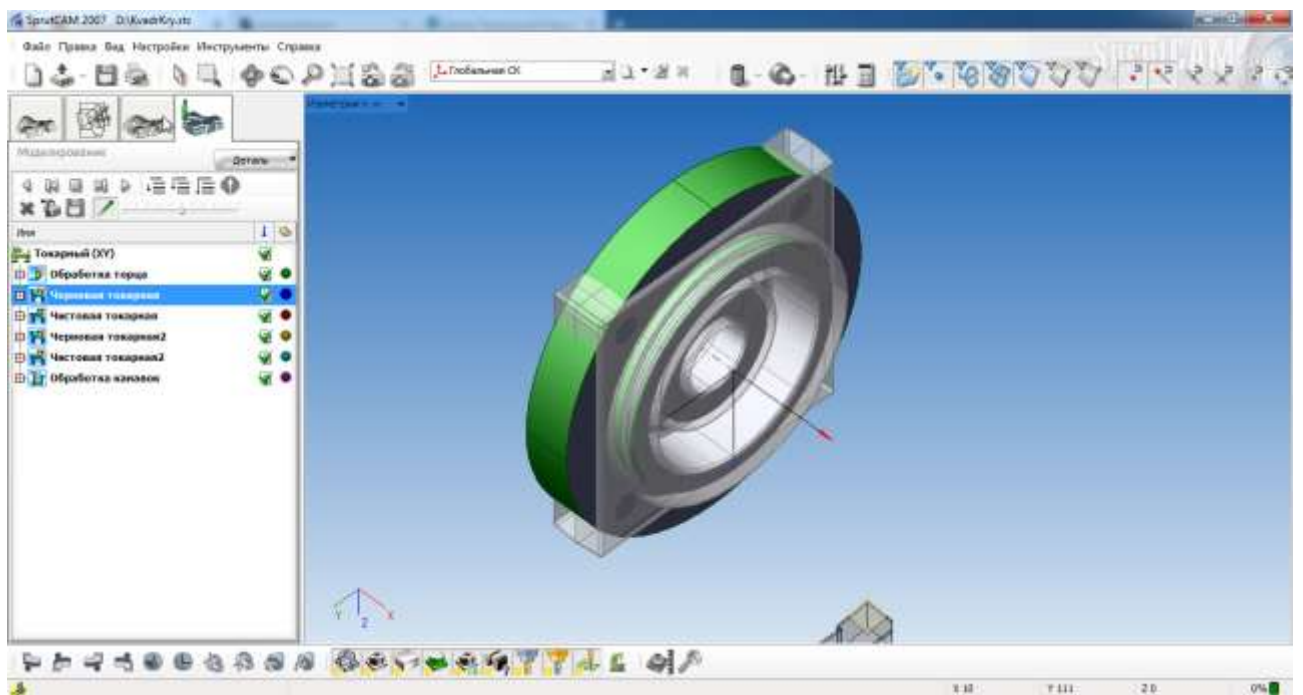


Рисунок 4.5 – Моделювання чорного точіння

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

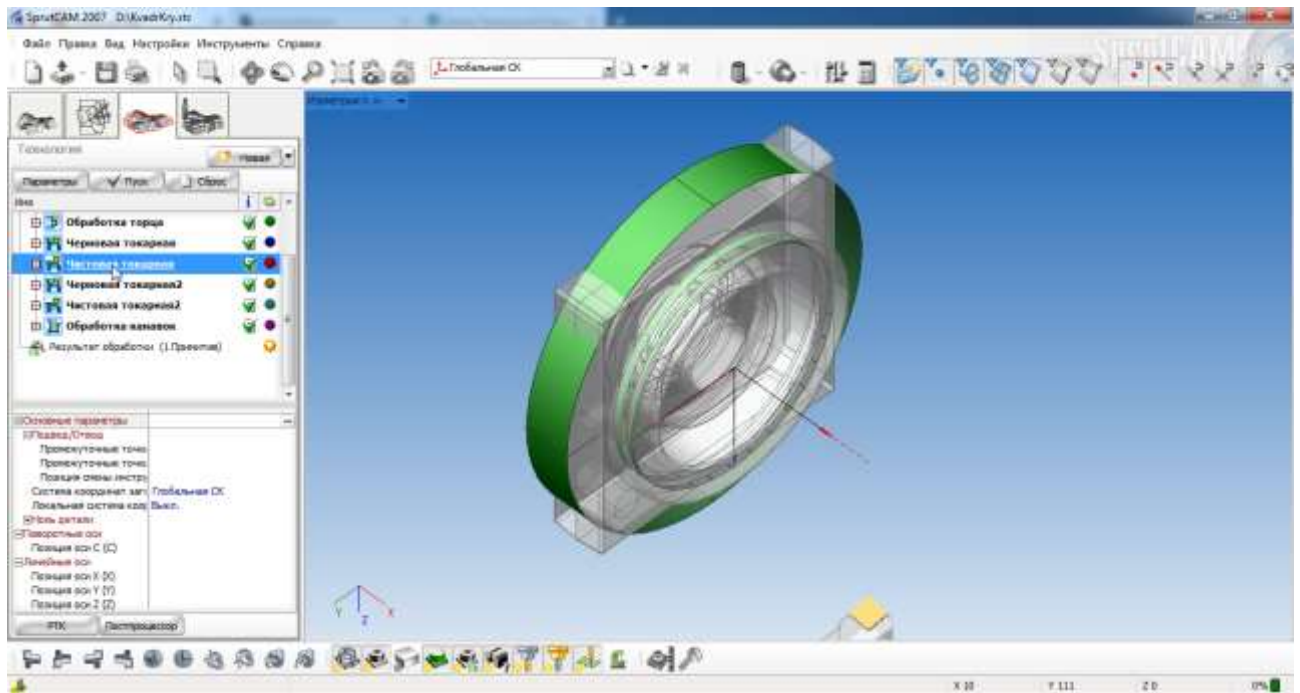


Рисунок 4.6 – Проективання чистового точіння

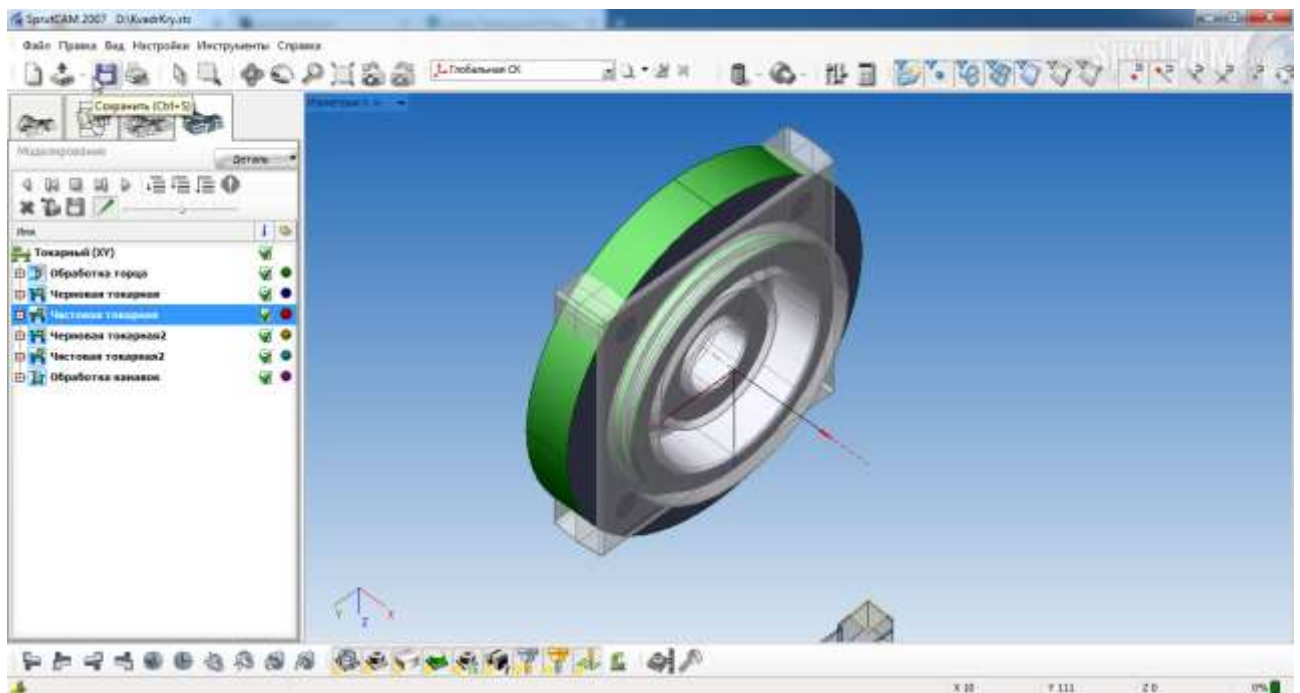


Рисунок 4.7 – Моделирование чистового точіння

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

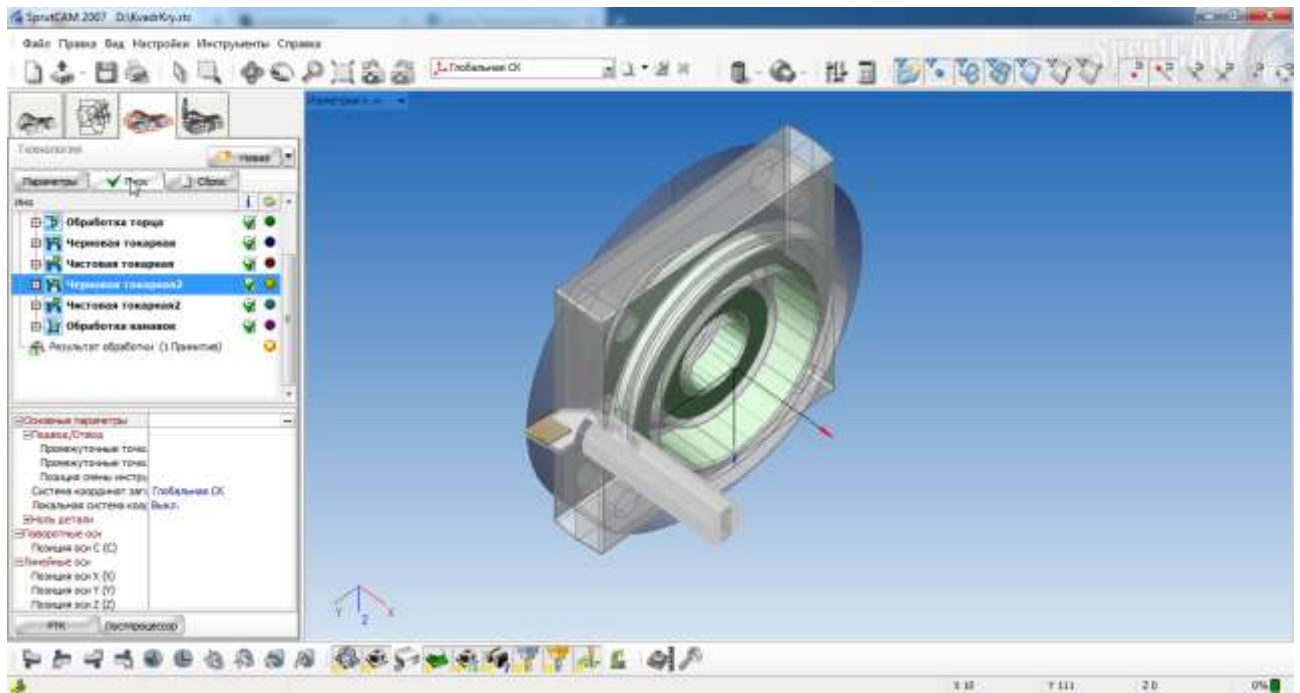


Рисунок 4.8 – Проектування чорнового розточування

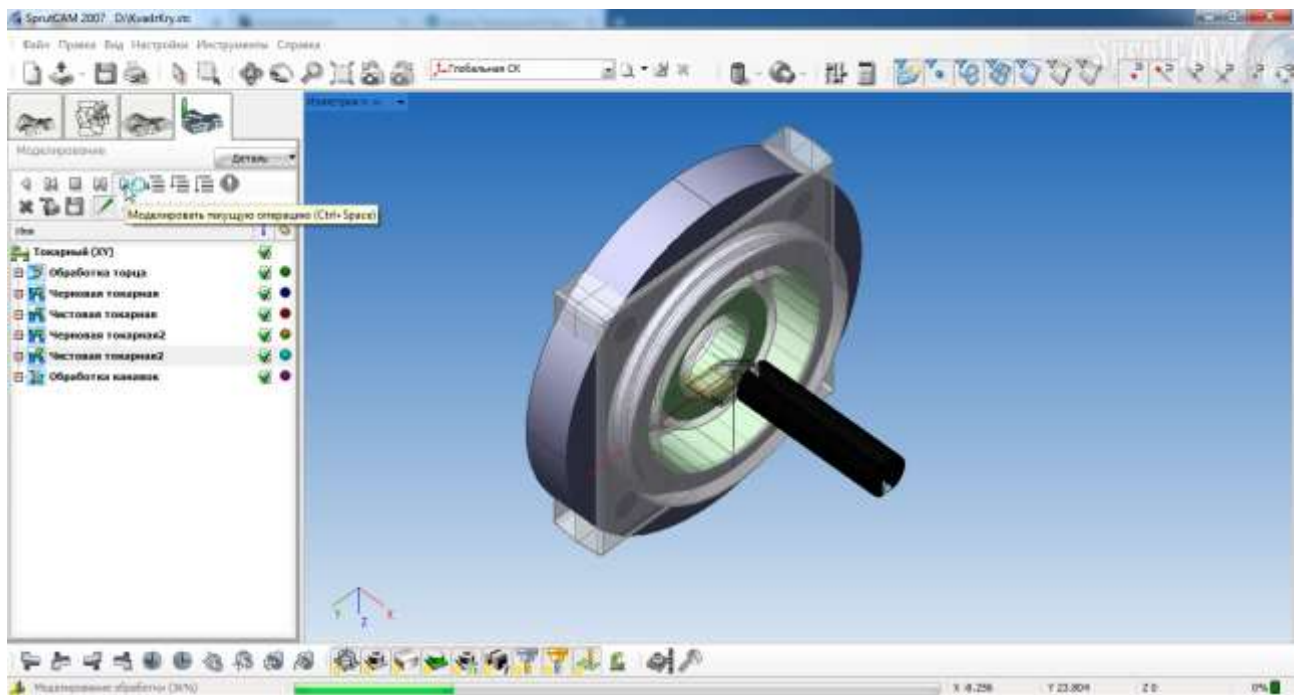


Рисунок 4.9 – Моделювання чорнового розточування

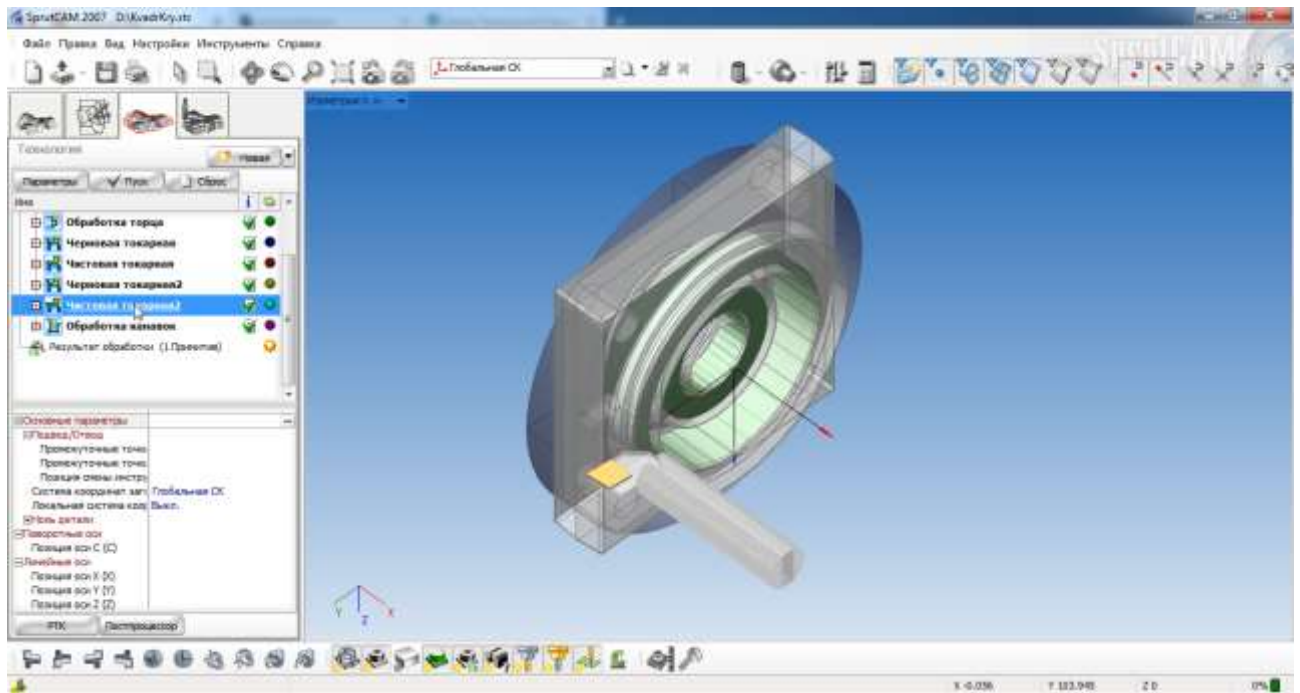


Рисунок 4.10 – Проективання чистового розточування

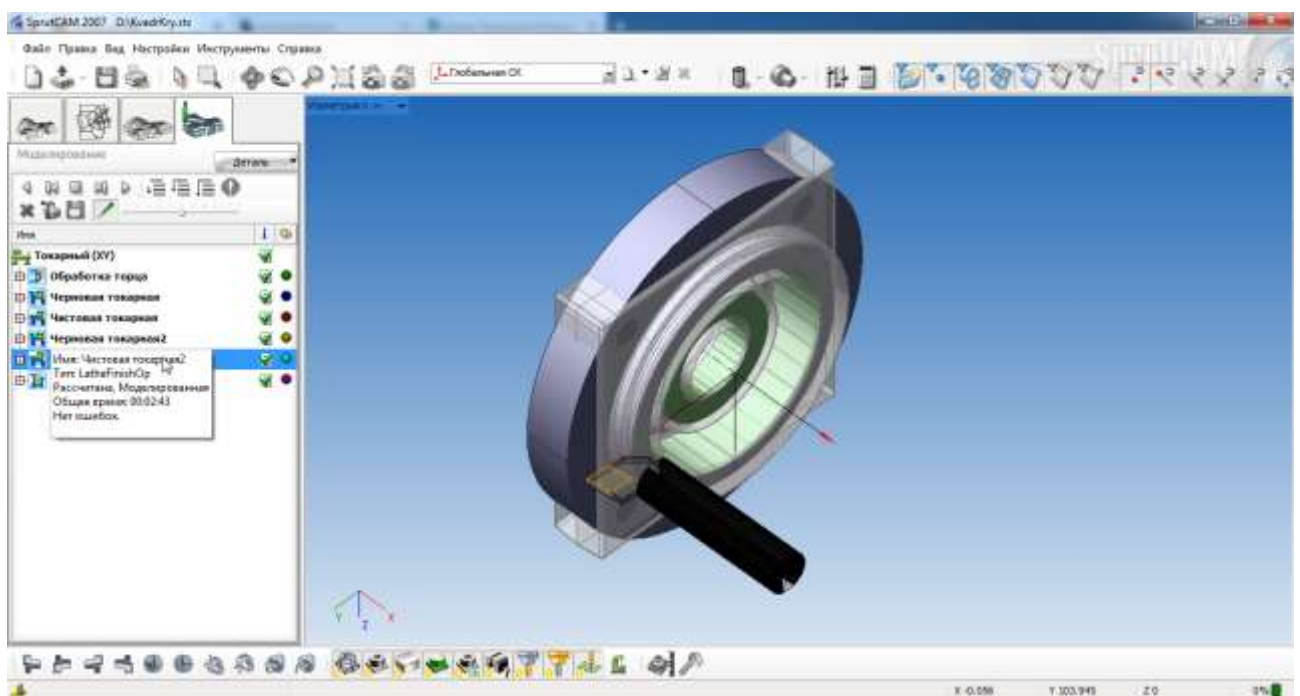


Рисунок 4.11 – Моделирование чистового розточування

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

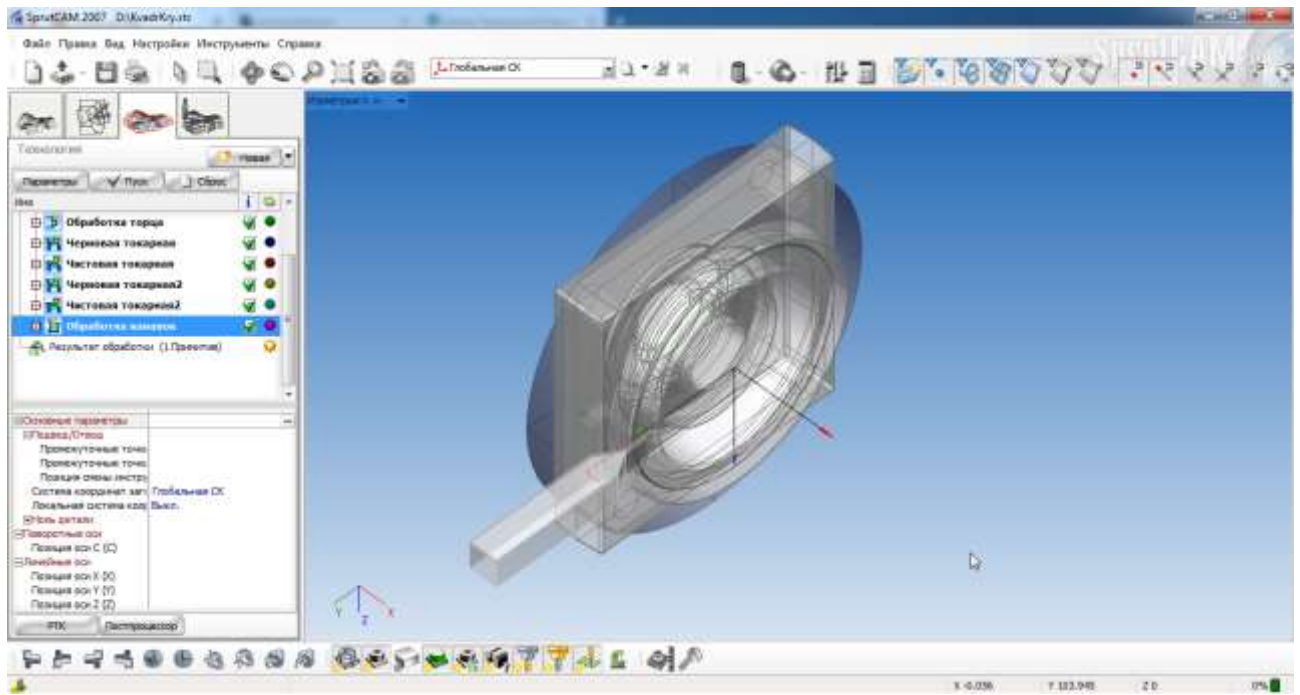


Рисунок 4.12 – Проектування обробки канавок

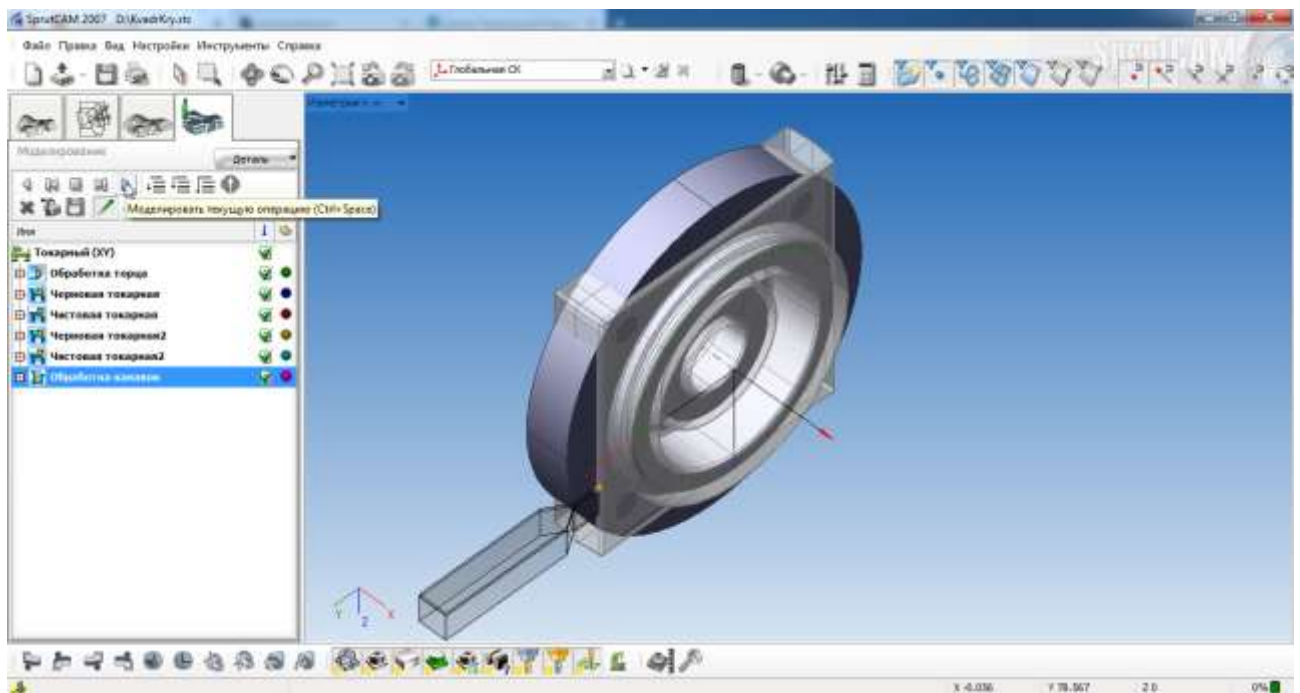


Рисунок 4.13 – Моделювання обробки канавок

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ

Арк.

58

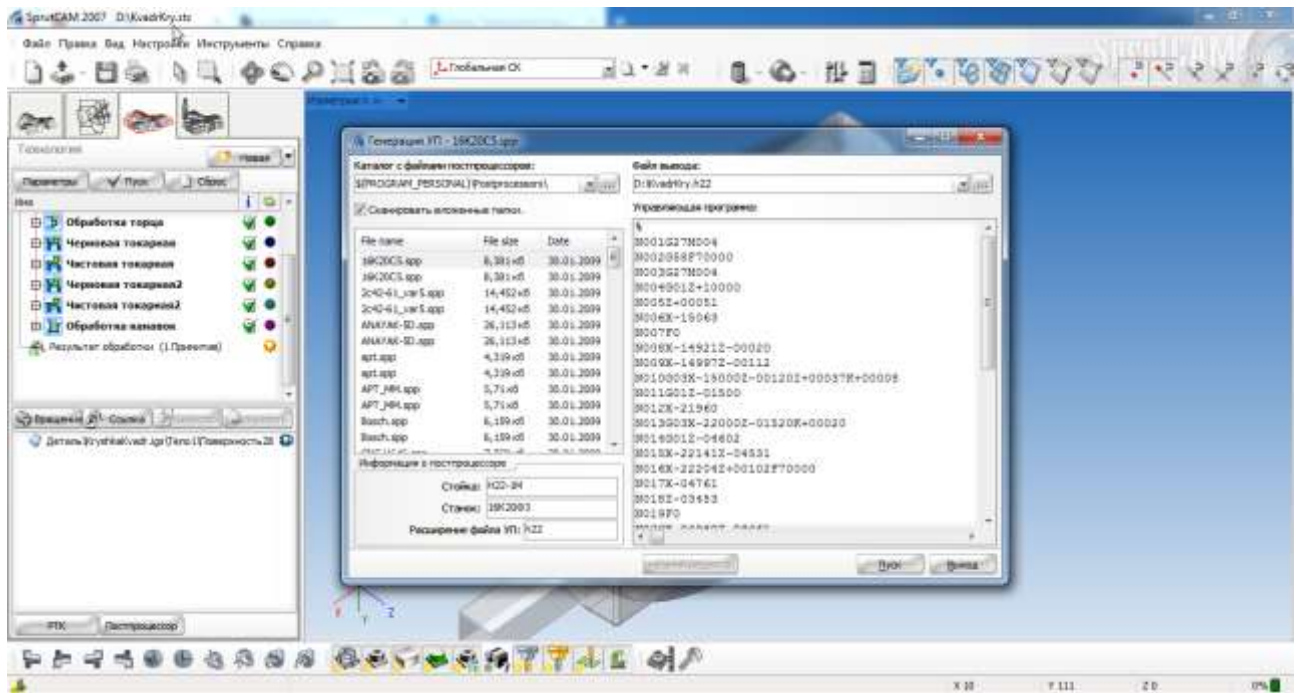


Рисунок 4.14 – Генерація керуючої програми

Керуюча програма:

%

N001G27M004

N002G58F70000

N003G27M004

N004G01Z+10000

N005Z+00051

N006X-15063

N007F0

N008X-14921Z-00020

N009X-14997Z-00112

N010G03X-15000Z-00120I+00037K+00008

N011G01Z-01500

N012X-21960

N013G03X-22000Z-01520K+00020

N014G01Z-04602

N015X-22141Z-04531

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ

Арк.

59

N016X-22204Z+00102F70000
N017X-04761
N018Z-03453
N019F0
N020X-04960Z-03461
N021Z-01600
N022G03X-04972Z-01586I-00040
N023G01X-05172Z-01486
N024G03X-05200Z-01480I-00028K+00014
N025G01X-12760
N026Z+00000
N027G03X-12763Z+00008I-00040
N028G01X-12839Z+00100
N029X-12981Z+00171
N030F70000
N031X-16189Z-00106
N032X-15989
N033X-14989F0
N034X-14788Z-00006
N035X-16189F70000
N036M008
N037X-22200
N038G25X+999999
N039G25Z+999999
N040M002

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Висновок

В даній бакалаврській роботі розроблено і обґрунтовано маршрутну технологію виготовлення деталі «Кришка підшипника наскрізна КС 2130 21 – 102 в умовах середньо-серійного виробництва.

В бакалаврській роботі даний аналіз базового технологічного процесу та заготовки, в результаті чого обґрунтовано застосування більш економної заготовки, змінено маршрут обробки на більш раціональний; для проектного технологічного процесу, порашовані припуски, режими різання та норми часу.

В конструкторській частині спроектовано засоби технологічного оснащення – пристрій свердлильний і пристрій контрольний.

Розроблено керуючу програму для верстату з ЧПК ,що містить опис автоматизованого розрахунку траєкторії руху інструментів та розробки керуючої програми для верстату з ЧПК, використаного в розробленому технологічному процесі, а також використано програмні комплекси, CAD/CAE системи

					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік використаної джерел

1. Панчук В.Г., Карпик Р.Т., Врюкало В.В., Одосій З.М. Бакалаврська робота: методичні вказівки. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021. с.
2. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технолога машиностроения. - Минск: Высш. Школа, 1993. - 256с.
3. Руденко П.А. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник. - Київ: Вища школа, 1993.-414с. і.
4. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х т. Т.1 /Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985., 826с.
5. Одосій З. М., Войтенко П. І., Палійчук І. І., Копей В. Б. Технологічні основи машинобудування: Розрахунково-графічний практикум. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2019. - 56 с.
6. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/Под редакцией АА. Панова - М.Машиностроение, 2004. - 736 с.
7. Режимы резания металлов: Справочник/ Под ред. Ю.Р. Барановского. М.: Машиностроение, 2015. - 344с.
8. ГОСТ 7505-80. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. 2010
9. Врюкало В. В. Системи комп'ютеризованої підготовки виробництва: Лабораторний практикум – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ. 2016. – 55 с.
10. Серебrenицкий П.П. Краткий справочник технолога-машиностроителя. /П.П. Серебrenицкий – СПб.: Политехника, 2007. – 951 с..
11. Сторож Б.Д., Карпик Р.Т. Розрахунок верстатних пристроїв на точність: Нач.посібник. - Івано-Франківськ: Факел, 1999, - 187с.
12. Панова А. А. Обработка металлов резанием: справочник технолога / [Панова А. А., Аникин В. В., Бойм Н. Г. та ін.] – Москва: Машиностроение, 2004.— 736 с.
13. ГОСТ 8522-79. Патроны сверлильные трехлачковые. Основные размеры.
14. ГОСТ 2682-86. Оправки с конусом Морзе для сверлильных патронов. Конструкция и размеры.
15. Вардашкин Б. Н. Станочные приспособления. Том 2. / Вардашкин Б. Н., Данилевский В. В., Шатилов А. А. – Москва: Машиностроение, 1984 – 656 с.

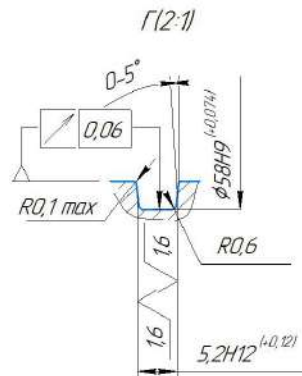
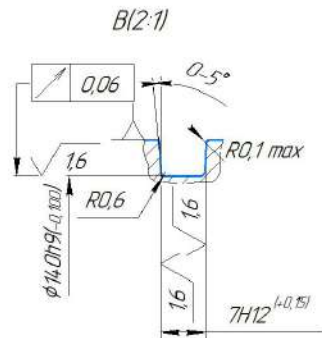
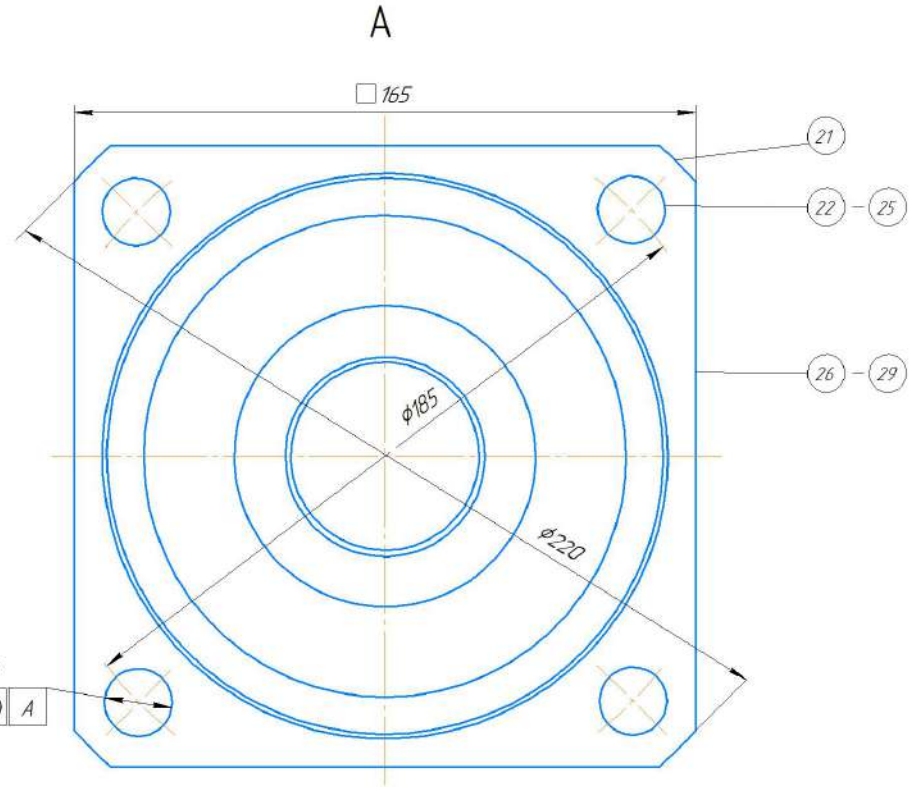
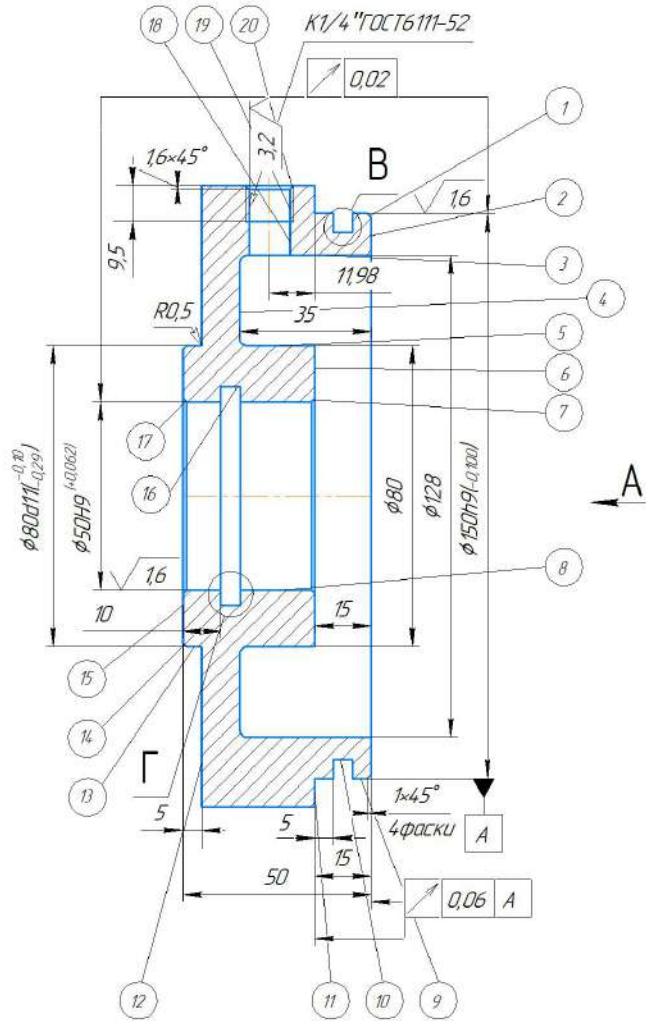
					БДР.ПМК-165.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Таблиця 1.13 – Зведена таблиця норм часу

№ операції	Назва операції	Модель верстага	$T_{осн}; хв.$	$\frac{T_{пз}}{n}, хв.$	$T_{уст}; хв.$	$T_{пер}; хв.$	$T_{вим}; хв.$	$T_{обс}; хв.$	$T_{відп}; хв.$	$T_{шт}; хв.$	$T_{шт.к}; хв.$	Література
010	Вертикально-фрезерна	6P13	2,68	0,29 31/106	0,95	0,76	0,17	0,216	0,17	5,242	5,53	(К.9 п.18. с.43 [10]) (К.31 с.108 [10]) (К.86. лист.7 с.191 [10]) (К.32 п.8. с.111 [10]) (К.32 п.24. с.111 [10])
015	Токарна з ЧПК	16K20Ф3	7,753	0,26 28/106	2,3	0,5	0,23	0,52	0,42	11,31	11,57	(К.5 с.36-37 [10]) (К.5 с.36-37 [10]) (К.80 с.185-191 [10]) (К.19 п.1с.70 [10]) (К.19 п.18. с.71 [10])
020	Токарна з ЧПК	16K20Ф3	3,50	0,35 37/106	0,50	0,4	0,62	0,22	0,17	5,62	5,97	(К.2 с.32 [10]) (К.2 с.33 [10]) (К.68 с.185-191 [10]) (К.28 с.100 [10]) (К.88 с.203 [10])
025	Вертикально-свердлильна	2Н135	0,8	0,188 20/106	0,4	0,8	0,10	0,12	0,12	3,24	3,29	(К.9 п.3 с.40 [10]) (К.26 п.15 с.95 [10]) (К.68 лист.7 с.96 [10]) (К.19 п.1с.70 [10]) (К.19 п.18. с.71 [10])
030	Вертикально-свердлильна	2Н135	0,39	0,05 23/400	0,17	0,14	0,10	0,52	0,52	2,34	2,39	(К.16 п.15 с.55 [10]) (К.16 с.55 [10]) (К.86 лист.7 с.191 [10]) (К.28 с.100 [10]) (К.88. с.203 [10])

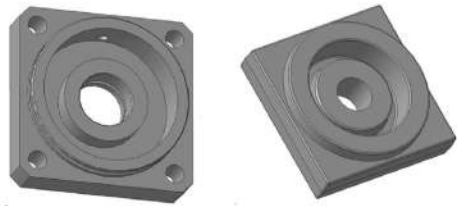
БДР.ІПМК-165.00.000 ПЗ

Арк.

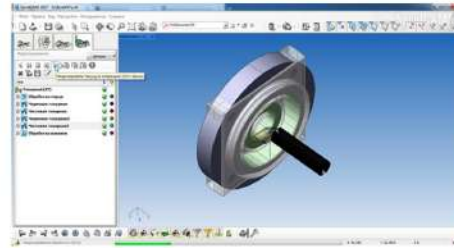


- 1 Н14, h14, ±f2/2.
- 2 Покриття Хім. Фос. викор.
- 3 Маркування КС 2130 21-102 на бірці.

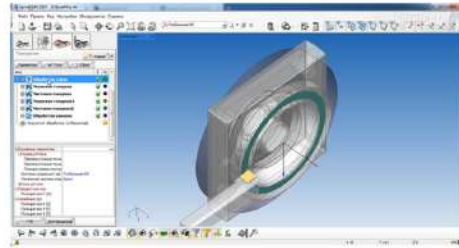
				КС 2130 21-102		
Зм. Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Кришка підшипника наскрізна КС 2130 21-102		
Розроб.	Джигала В.І.					
Перев.	Гитилей Л.Д.			Лит	Маса	Масштаб
Точниця	Гитилей Л.Д.				5,3	1:1
Нормир.	Гитилей Л.Д.			Аркуш	Аркушів	1
Затв.	Лавчук В.Г.			СЧ 20 ГОСТ 14.12-79		ІФНТУНГ ПМЗ-19-1К



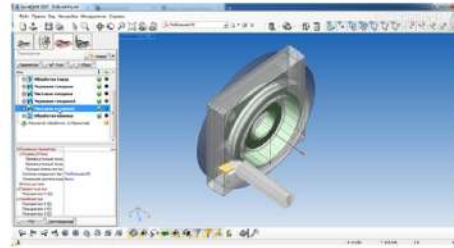
а) б)
Моделі деталі а) та заготовки б)



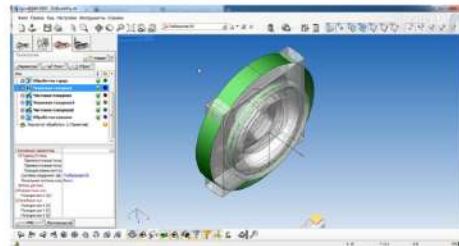
Моделювання чорного розточування



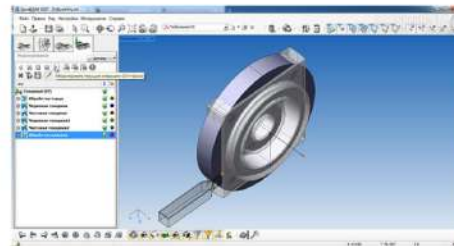
Проектування підрізання торця



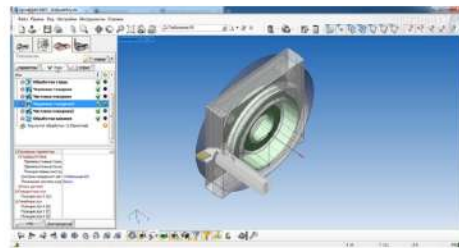
Проектування чистового розточування



Проектування чорного точіння



Моделювання обробки канавок



Проектування чорного розточування

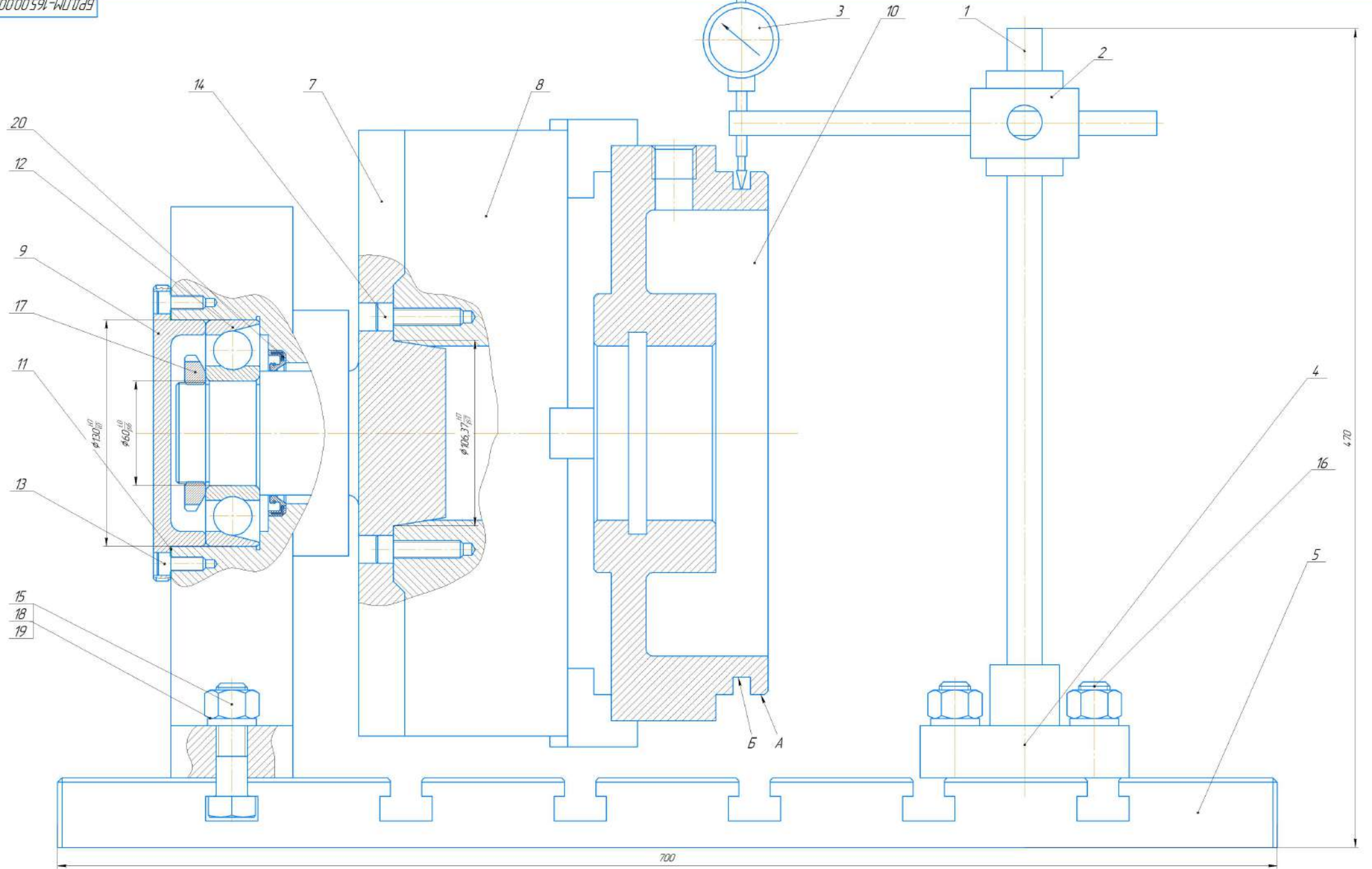


Генерування керуючої програми

Керуюча програма: для верстату з ЧПК

- %
- N001G27M004
- N002G58F70000
- N003G27M004
- N004G01Z+10000
- N005Z+00051
- N006X-15063
- N007F0
- N008X-14.921Z-00020
- N009X-14.997Z-00112
- N010G03X-15000Z-00120+00037K+00008
- N011G01Z-01500
- N012X-21960
- N013G03X-22000Z-01520K+00020
- N014G01Z-04602
- N015X-2214.1Z-04531
- N016X-22204Z+00102F70000
- N017X-04.761
- N018Z-03453
- N019F0
- N020X-04.960Z-03461
- N021Z-01600
- N022G03X-04.972Z-01586I-00040
- N023G01X-05172Z-014.86
- N024G03X-05200Z-014.80I-00028K+00014
- N025G01X-12760
- N026Z+00000
- N027G03X-12763Z+00008I-00040
- N028G01X-12839Z+00100
- N029X-12981Z+00171
- N030F70000
- N031X-16189Z-00106
- N032X-15989
- N033X-14.989F0
- N034X-14.788Z-00006
- N035X-16189F70000
- N036M008
- N037X-22200
- N038G25X+999999
- N039G25Z+999999
- N040M002

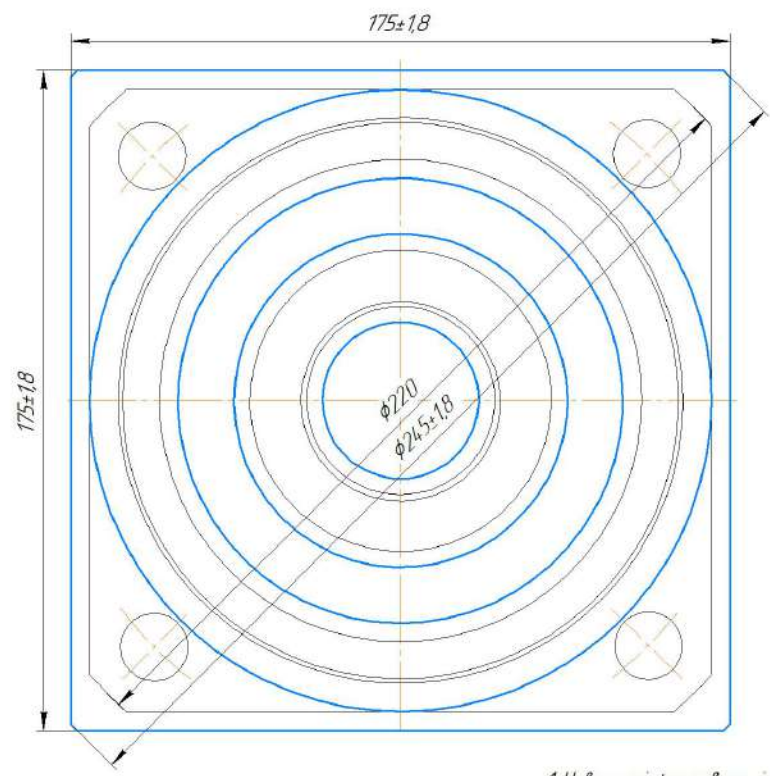
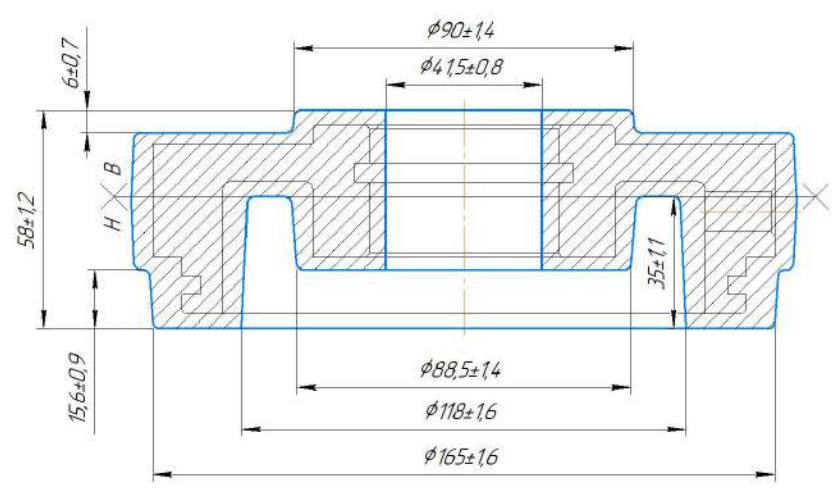
				БРДПМ-165.00.0005Х		
Лист	№ документа	Вид	Дата	Лист	Масштаб	Масштаб
Розроб	Димченко Б.І.					1:1
Проб	Попович А.В.					
Керуєць	Попович А.В.					
Начальник	Петрушин А.В.					
Зам.	Ванчук В.І.					
				Керуюча програма для верстату з ЧПК та моделювання операції		
				ІФНТІУНГ		
				ПМ-15-Ж		
				Формат А1		



1 Пристрій для контролю радіального биття канівки 7N12
 2 Допуск биття поверхні А відносно Б 0,06 мм

БРДПМ-165.00.000СК					Лист	Місця	Масштаб
Знак	Акс.	№ докум.	Дата	Версія	Пристрій контрольний 11		
Розроб.	Діагностика Б/Б						
Вироб.	Діагностика Б/Б						
Технік.	Діагностика Б/Б						
Норматив.	Діагностика Б/Б						
Знак	Діагностика Б/Б				Архив	Архив	1
					ІРІТУАНГ		
					ІР13-19-Ж		

√126 (✓)



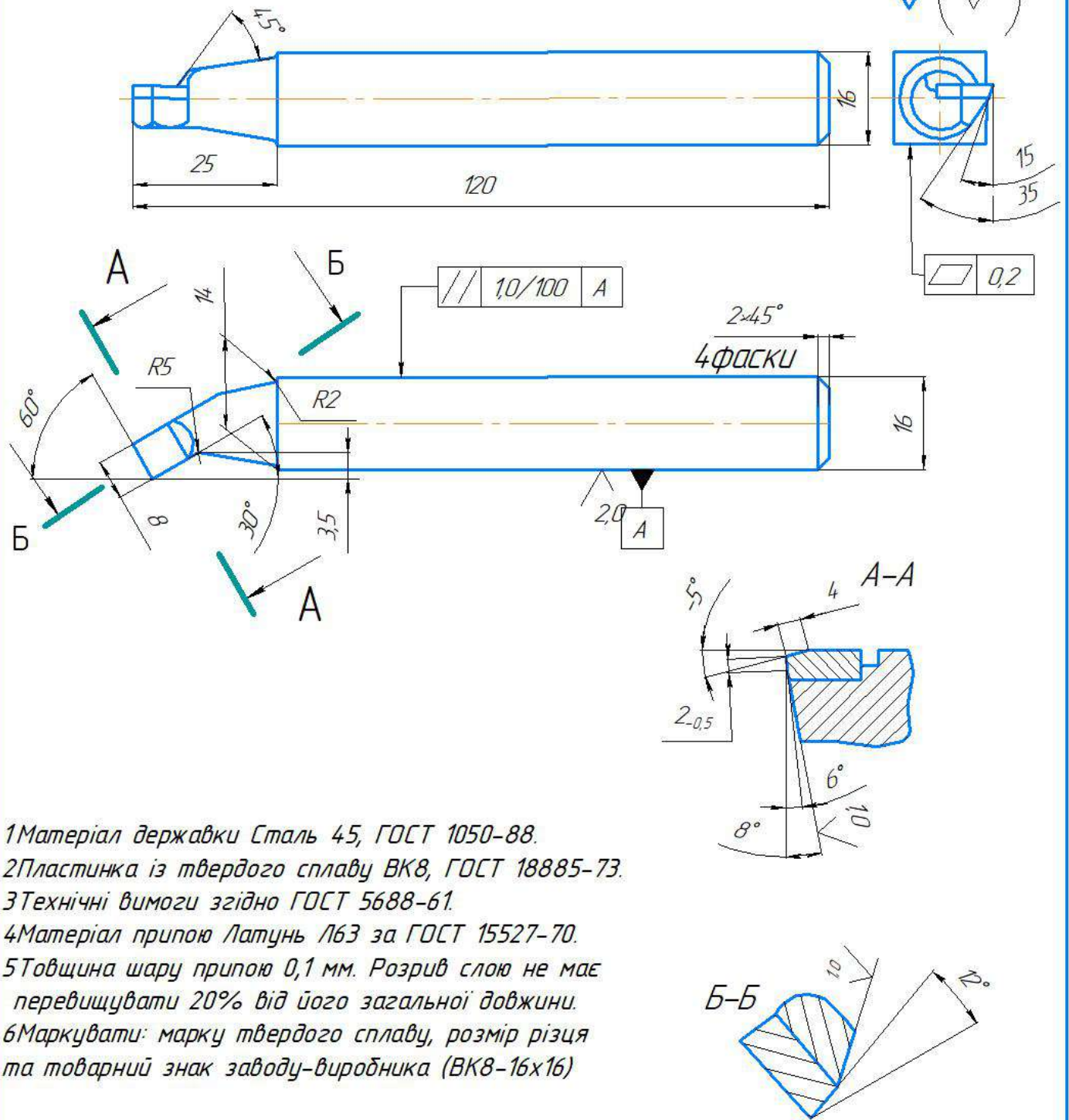
- 1 Неказані формувальні ухили 2°86'.
- 2 Неказані радіуси заокруглень R2 мм.
- 3 Точність вилівки 10-10-5-3 ГОСТ 26645-85.
- 4 Граничне відхилення зміщення елементів вилівок по площині розмірнання ±0,6 мм.
- 5 Граничне відхилення жолоблення ±0,1 мм.

№ зм. лист	№ докум.	Лист	Дата
№ зм. лист	№ докум.	Лист	Дата
№ зм. лист	№ докум.	Лист	Дата
№ зм. лист	№ докум.	Лист	Дата
№ зм. лист	№ докум.	Лист	Дата

				БРД.ПМ-165.00.000Сх			
Изм.	Лист	№ докум.	Лист	Дата	Крышка КС 2130 21-102 (Заготовка)		
Разраб.		Джигалка Б.И.					
Проб.		Птулицей Л.Д.					
Технпр.		Птулицей Л.Д.			Лист	Листов	1
Несметр.		Птулицей Л.Д.			СЧ 20 ГОСТ 14 12-79		ФНТУНГ ПМЗ-19-1К
Утв.		Панчик В.Г.					
				Копировал		Формат А2	

БРД.ПМ-165.00.000СХ

1.25
√(√)

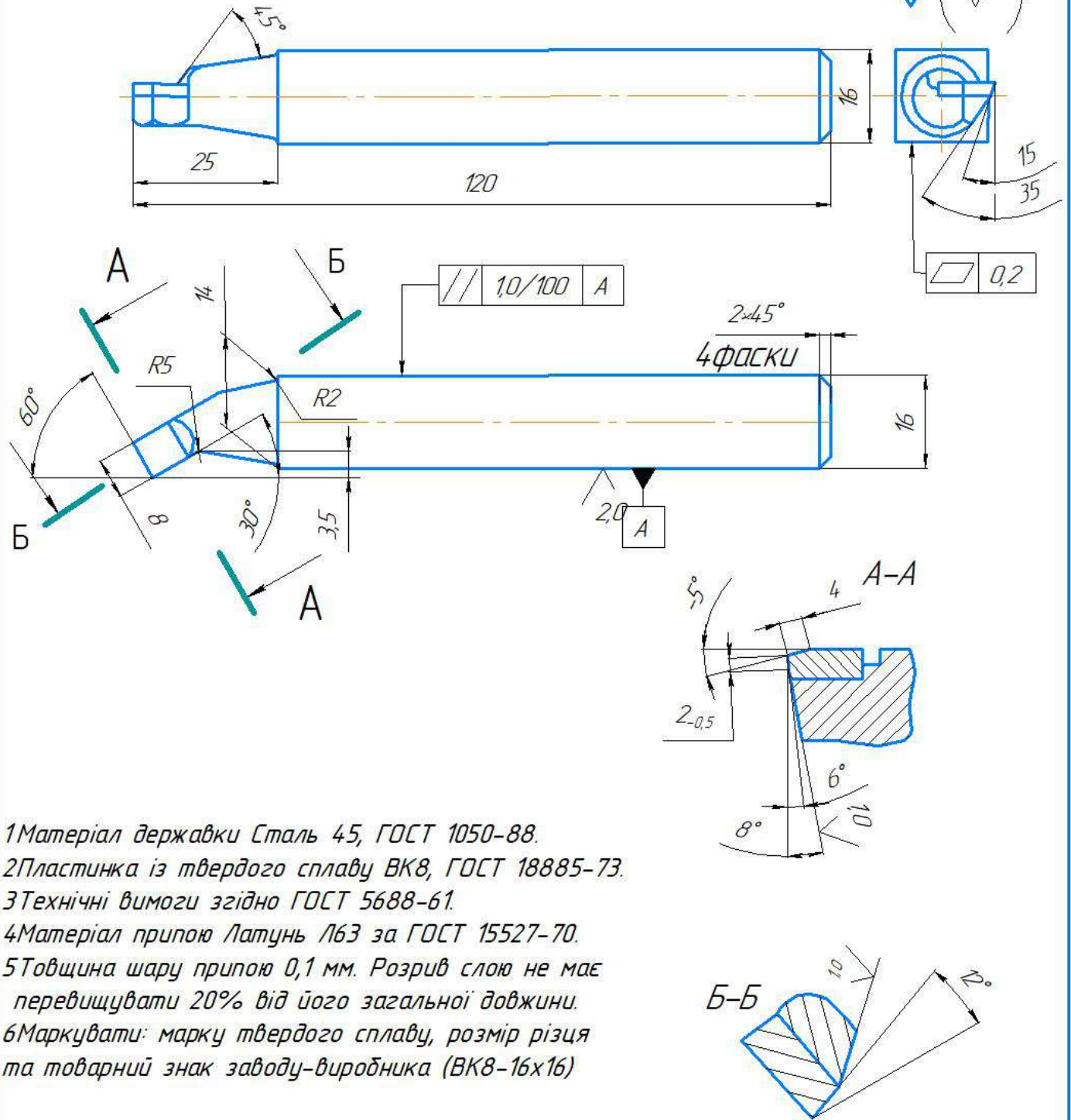


- 1 Матеріал державки Сталь 45, ГОСТ 1050-88.
- 2 Пластика із твердого сплаву ВК8, ГОСТ 18885-73.
- 3 Технічні вимоги згідно ГОСТ 5688-61.
- 4 Матеріал припою Латунь Л63 за ГОСТ 15527-70.
- 5 Товщина шару припою 0,1 мм. Розрив слою не має перевищувати 20% від його загальної довжини.
- 6 Маркувати: марку твердого сплаву, розмір різця та товарний знак заводу-виробника (ВК8-16x16)

					БРД.ПМ-165.00.000СХ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Різець токарний розточувальний для наскрізних отворів		Лім.	Маса	Масштаб
Розроб.		Джигола Б.І.					у		1:1
Перев.		Пітулей Л.Д.					Аркуш	Аркушів	
Т.контр.		Пітулей Л.Д.					ІФНТУНГ КМВ-10-1		
Н.контр.		Пітулей Л.Д.			ВК8 ГОСТ 3882-74 Сталь 45 ГОСТ 1050-88				
Затв.		Панчук В.Г.							

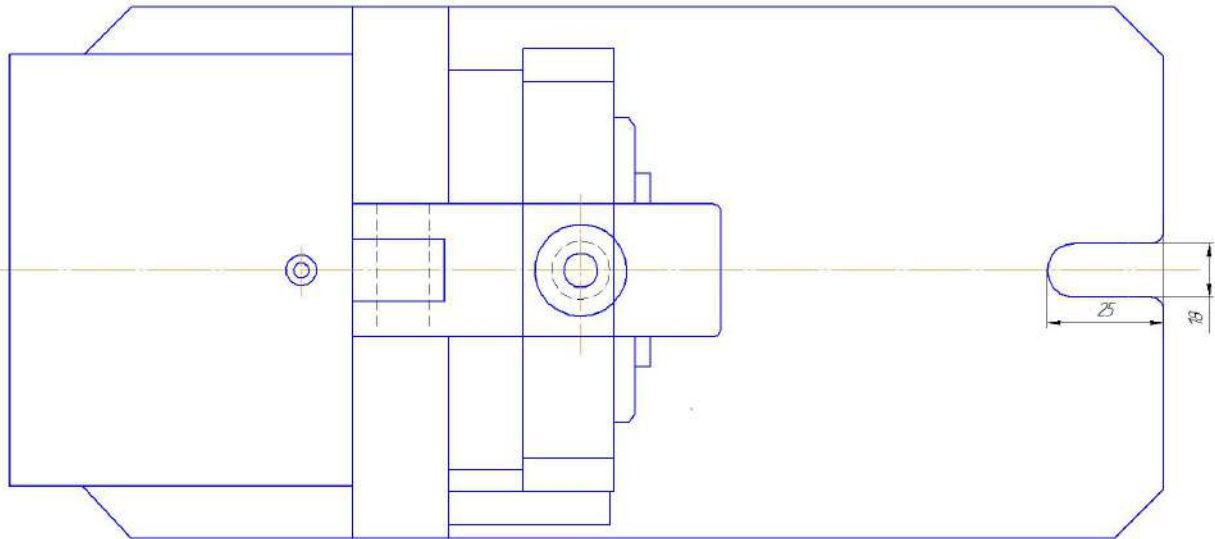
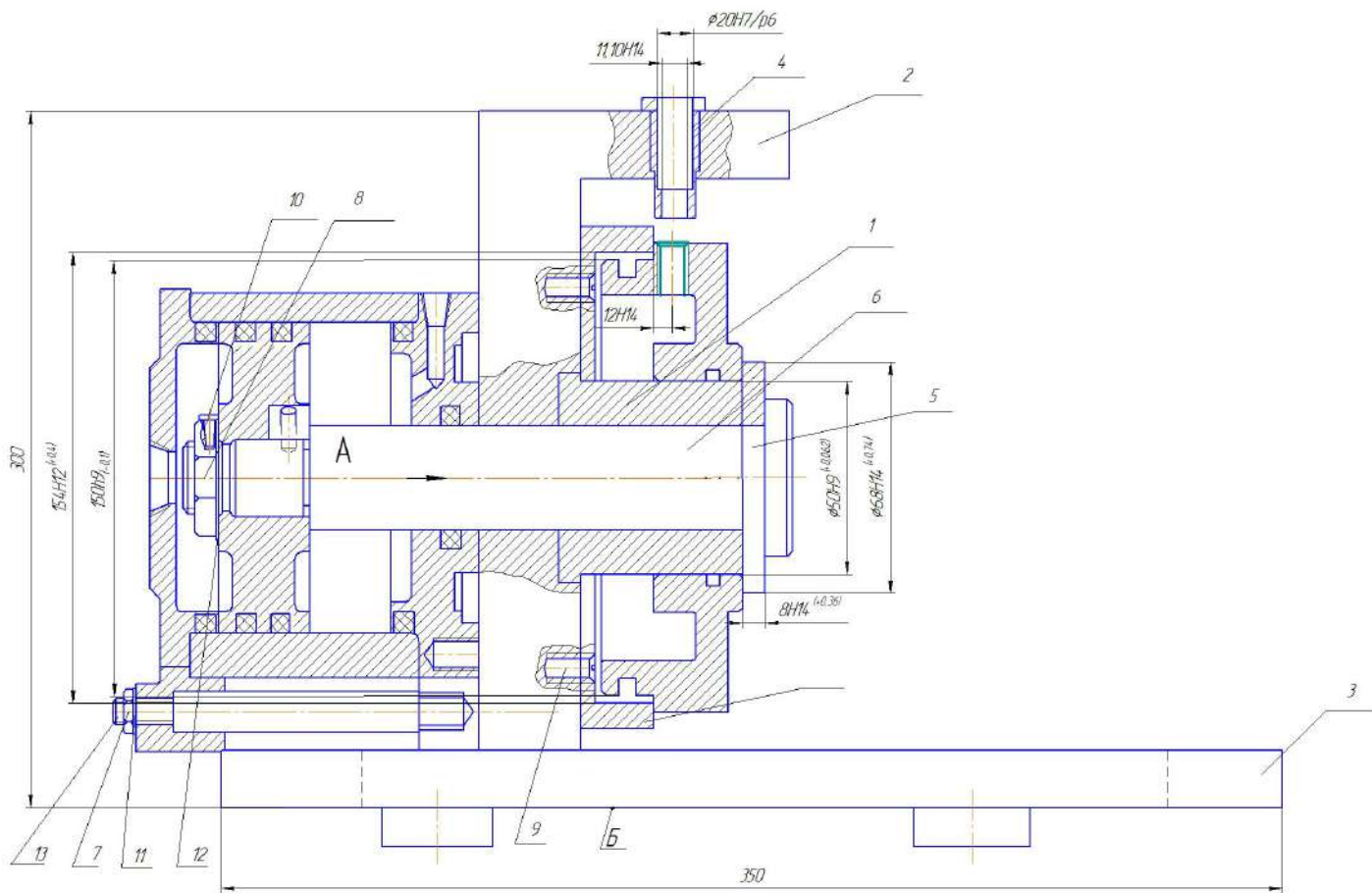
БРД.ПМ-165.00.000СХ

1.25
√(√)



- 1 Матеріал державки Сталь 45, ГОСТ 1050-88.
- 2 Пластика із твердого сплаву ВК8, ГОСТ 18885-73.
- 3 Технічні вимоги згідно ГОСТ 5688-61.
- 4 Матеріал припою Латунь Л63 за ГОСТ 15527-70.
- 5 Товщина шару припою 0,1 мм. Розрив слою не має перевищувати 20% від його загальної довжини.
- 6 Маркувати: марку твердого сплаву, розмір різця та товарний знак заводу-виробника (ВК8-16x16)

					БРД.ПМ-165.00.000СХ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Різець токарний розточувальний для наскрізних отворів		
					Лім.	Маса	Масштаб
Розроб.		Джигола Б.І.			у		1:1
Перев.		Пітулей Л.Д.			Аркуш		Аркушів
Т.контр.		Пітулей Л.Д.			ІФНТУНГ		
Н.контр.		Пітулей Л.Д.			КМВ-10-1		
Затв.		Панчук В.Г.			ВК8 ГОСТ 3882-74 Сталь 45 ГОСТ 1050-88		



1. Відхилення від перпендикулярності осі $\varnothing 50H9$ до торця діаметра $\varnothing 150H9$ не повинно перевищувати 0,05 мм.
 2. Відхилення кута нахилу осі $\varnothing 50H9$ до площини основи пристрою Б не повинно перевищувати ± 30 .

				БРД.ПМ-165.00.000СК		
Зм.	Арж.	№ Взам.	Лист	12		
Розроб.	Дижуров В.І.			Арж.	Арж.	Арж.
Перев.	Пішуров Г.І.			1		
Т.контр.	Пішуров Г.І.					
Начальн.	Пішуров Г.І.			ІФНТ-НП		
Зам.	Пішуров В.І.			ПМ-19-Ж		