

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

Інститут інженерної механіки  
Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Чудакоров Владислав Олегович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9.726  
(індекс)

**МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

“Вдосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі “Корпус  
НПО-25.08.201968” в умовах середньосерійного виробництва”  
(назва роботи)

Комп'ютеризовані та роботизовані технології машинобудування  
(назва освітньої програми)

131-Прикладна механіка  
(шифр і назва спеціальності)



Чудакоров В.О.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник : Пітулей Лоліта Дмитрівна, 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**

проф.

(посада)

(підпис)

(дата)

28.12.21р. Коцел В.Б.

(ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних досліджень. 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 магістр  
Спеціальність 131-Прикладна механіка  
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 В.Г. Панчук

«    »      2021\_\_ року

**ЗАВДАННЯ  
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Чудакорову Владиславу Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи "Вдосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі "Корпус НПО-25.08.201968" в умовах середньосерійного виробництва"

Керівник роботи: Пітулей Лоліта Дмитрівна доцент к.т.н.

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

Затверджені наказом закладу вищої освіти від "29" жовтня 2021 року № 546/7



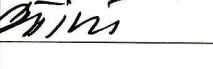
2. Строк подання студентом роботи 20 грудня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи креслення деталі, базовий технологічний процес, тип виробництва

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) вдосконалити технологічний процес механічної обробки, використавши верстатне обладнання з 2ПК; розробити 1 верстатний та 1 конвеєрний пристрій; проаналізувати проєкційний мех процес.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 1. Аналіз точності тонкого різцювання - 1А1  
2. Карта налаштування на токарно-карусельну операцію  
3. Свердловний пристрій - 1А1  
4. Контрольний пристрій - 1А1  
5. Керуюча програма - 1А1  
6. Трёхмерне моделювання об'ємне і плоскі поверхонь. - 1А1

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	за п
1	<u>Пітулей Лоліта Дмитрівна</u> доцент к.т.н		
2	<u>Пітулей Лоліта Дмитрівна</u> доцент к.т.н		
3	<u>Пітулей Лоліта Дмитрівна</u> доцент к.т.н		

7. Дата видачі завдання 29.10.21

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

Студент  Чудакоров  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи  Пітулей Л.Д.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Кваліфікаційний процесу механізму середньосерійного Розрахунок Графік Об'єкт 25.08.201968 Предмет Обробки деталі Мета р питання підвищення верстатів із Частотосувачі можна досягти розроблення в являють собою Розробка деталі Корпус виготовлення продуктивності нове оснащення Згідно детальний аналіз базового З урахування вдосконалення методу отримання обладнання, формування операцій, які А для використання керуючої програми ScriptCAM 2000 Результат Ключові точність, швидкість верстатний

## Реферат

Кваліфікаційної магістерської роботи : Вдосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі Корпус НПО-25.08.201968 в умовах середньосерійного виробництва.

Розрахунково-пояснююча записка містить: сторінок, рисунків, таблиць, додаток.

Графічна частина: аркушів А1

**Об'єкт дослідження** :- технологічний процес виготовлення Корпус НПО-25.08.201968

**Предмет дослідження**:- Вдосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі Корпус НПО-25.08.201968

**Мета роботи**:- Актуальним для машинобудування залишаються завжди питання підвищення точності, якості обробки та продуктивності. Використання верстатів із ЧПК набуває все більшого поширення в останні роки, це дозволяє застосовувати їх для обробки складних поверхонь тобто корпусних деталей якими можна досягти високої якості і точності за одне установлення, також шляхом розроблення керуючої програми обробки отворів для верстата з ЧПК операцій, що являють собою актуальну наукову і практичну задачу.

Розроблення керуючої програми для вдосконаленого процесу виготовлення деталі Корпус НПО-25.08.201968, відповідно нам дасть здешевлення його виготовлення у порівнянні з базовим не втрачаючи точності, якості обробки та продуктивності виготовлення даного корпусу. При вдосконаленні ТП розробити нове оснащення пристроїв для обробки корпусу.

Згідно поставленого завдання в магістерській роботі було проведено детальний аналіз креслення деталі Корпус НПО-10.07.201962 та комплексний аналіз базового технологічного процесу його виготовлення.

З урахуванням зміни типу машинобудівного виробництва було складено вдосконалений техпроцес з використанням прогресивних технологій в області методу отримання вихідної заготовки, застосуванням сучасного технологічного обладнання, ріжучих і вимірювальних інструментів. Було виконано технічне нормування операцій механічної обробки, складені керуючі програми для операцій, які передбачають використання верстатів з ЧПК.

А для реалізації завдань графічної частини кваліфікаційної роботи використовувалось програмне середовище КОМПАС – 3D, а для розроблення керуючої програми обробки – була використана комп'ютерна САМ-система SprutCAM 2007..

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі.

**Ключові слова:** *граничне відхилення, внутрішній розмір, конфігурація, точність, шорсткість, операція, режими різання, технологічний процес, корпус, верстатний пристрій, базування, квалітет, пристрій контрольний, інструмент.*

## Реферат

Квалификационная магистерская работа: Совершенствование технологического процесса механической обработки детали Корпус НПО-25.08.201968 в условиях среднесерийного производства.

Расчетно-объясняющая записка содержит: страницы, рисунки, таблицы, приложение.

Графическая часть: листов А1

**Объект исследования:**- технологический процесс изготовления Корпус НПО-25.08.201968

**Предмет исследования:** - Совершенствование технологического процесса механической обработки детали Корпус НПО-25.08.201968

**Цель работы:** - Актуальным для машиностроения остаются всегда. вопросы повышения точности, качества обработки и производительности. Использование станков с ЧПУ получает все большее распространение в последние годы, это позволяет применять их для обработки сложных поверхностей, т.е. актуальную научную и практическую задачи.

Разработка управляющей программы для усовершенствованного процесса изготовления детали Корпус НПО-25.08.201968 соответственно нам даст удешевление его изготовления по сравнению с базовым не теряя точности, качества обработки и производительности изготовления данного корпуса. При совершенствовании ТП разработать новую оснастку и устройства для обработки корпуса.

Согласно поставленной задачи в магистерской работе был проведен подробный анализ чертежа детали Корпус НПО-10.07.201962 и комплексный анализ базового технологического процесса его изготовления. С учетом смены типа машиностроительного производства был составлен усовершенствованный техпроцесс с использованием прогрессивных технологий в области метода получения исходной заготовки, применением современного технологического оборудования, режущих и измерительных инструментов. Было выполнено техническое нормирование операций механической обработки, составлены управляющие программы для операций, предусматривающие использование станков с ЧПУ.

А для реализации задач графической части квалификационной работы использовалась программная среда КОМПАС – 3D, а для разработки управляющей программы обработки – была использована компьютерная САМ-система SprutCAM 2007.

Результаты работы могут использоваться в машиностроительной отрасли.

**Ключевые слова:** *предельное отклонение, внутренний размер, конфигурация, точность, шероховатость, операция, режимы резки, технологический процесс, корпус, станочное устройство, базирование, качество, контрольное приспособление, инструмент.*

## Abstract

Qualification master's work: Improving the technological process of machining parts of the NPO building-25.08.201968 in terms of medium-scale production.

Calculation and explanatory note contains: pages, figures, tables, appendix.

Graphic part: sheets of A1

**Object of research:** - technological process of manufacturing NPO Building-25.08.201968

**Subject of research:** - Improvement of the technological process of machining of parts NPO Building-25.08.201968

**Purpose:** - Relevant for mechanical engineering are always. issues of improving accuracy, quality of workmanship and productivity. The use of CNC machines is becoming more common in recent years, it allows them to be used for processing complex surfaces, ie body parts that can achieve high quality and accuracy in one installation, as well as by developing a control program for machining holes for CNC machine operations. topical scientific and practical tasks.

Development of a control program for the improved process of manufacturing parts of the case NPO-25.08.201968, respectively, will give us a reduction in the cost of its manufacture compared to the base without losing accuracy, quality of workmanship and productivity of this case. When improving the TP to develop new equipment for housing processing devices.

According to the task in the master's work was a detailed analysis of the drawing of the part of the NPO Building-10.07.201962 and a comprehensive analysis of the basic technological process of its manufacture. Taking into account the change in the type of machine-building production, an advanced technical process was developed with the use of advanced technologies in the field of the method of obtaining the original workpiece, the use of modern technological equipment, cutting and measuring tools. Technical standardization of machining operations was performed, control programs for operations involving the use of CNC machines were compiled.

And for the implementation of the tasks of the graphic part of the qualification work the software environment COMPASS - 3D was used, and for the development of the control program of processing - the computer SAM-system SprutCAM 2007 was used.

The results of the work can be used in the engineering industry.

**Keywords:** *maximum deviation, internal size, configuration, accuracy, roughness, operation, cutting modes, technological process, housing, machine tool, base, quality, control device, tool.*

## Зміст

Реферат

Вступ

1 Технологічна частина.....	6
1.2 Призначення та аналіз технологічності деталі.....	6
1.2.1 Опис призначення і конструкції деталі.....	6
1.2.2 Аналіз технологічності конструкції деталі .....	9
2 Аналіз базового тех. процесу та розробка вдосконаленого.....	12
2.1 Опис і аналіз базового технологічного процесу.....	12
3 Визначення програми випуску деталей та вибір способу отримання заготовки.....	23
3.1 Визначення програми випуску деталей.....	23
3.2 Вибір способу отримання заготовки .....	24
4 Розрахунок припусків та режимів різання.....	28
4.1 Розрахунок припусків на механічну обробку.....	28
5 Аналіз точності обробки, розробка карт налагодження.....	38
5.1 Аналіз точності обробки.....	38
5.2 Розробка карти налагодження .....	44
5.3 Проектування керуючої програми обробки для верстата з ЧПК.....	50
6 Нормування технологічного процесу.....	59
7 Конструкторська частина.....	64
7.1 Розробка верстатного пристрою.....	64
7.1.1 Опис призначення, будови і роботи пристрою .....	65
7.1.2 Інженерні розрахунки для підтвердження працездатності пристрою .....	66
7.1.3 Силовий розрахунок слабких ланок.....	68
7.1.4 Розрахунок пристрою на точність .....	69

МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ

Пояснююча  
записка

Літ.	Арк.	Акрюшів
	1	82

ІФНТУНГ ПМКм-20-1

№ докум.	Підпис	Дата
Чулакопов	<i>[Signature]</i>	24.12.21
Пітвлей Л.Л.	<i>[Signature]</i>	28.12.21
Копей В.Б.	<i>[Signature]</i>	28.12.21
Пітвлей Л.Л.	<i>[Signature]</i>	24.12.21
Панчук В.Г.	<i>[Signature]</i>	

7.2 Контрольний пристрій.....	72
7.2.1 Опис призначення, будови і роботи пристрою.....	72
8 Науково-дослідна частина.....	75
8.1 Імітаційне моделювання шорсткості оброблення плоских поверхонь деталей технологічного спорядження комбінованими торцевими фрезами.....	75
Список посилань на джерела.....	72
Додатки	

				МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

## ВСТУП

У сучасному машинобудуванні особливу роль відводять створенню і впровадженню нової техніки в усіх галузях, прискоренню науково-технічного прогресу країни. З переходом України на ринкові відносини різко зросла потреба народного господарства в якісних, надійних, конкурентоспроможній продукції яку виготовляється машинобудуванням та іншими галузями промисловості. Для отримання якісної, конкурентоспроможній продукції на підприємствах, впроваджуються передові технології і високопродуктивне, прогресивне обладнання.

У зв'язку з гнучким використанням і створенням виробничих комплексів механічної обробки різанням особливого значення набувають верстати з ЧПК. Застосування верстатів з ЧПУ замість універсального обладнання мають суттєві особливості, і створює певні переваги:

- продуктивність верстата підвищується в 1.5 - 5 разів у порівнянні з аналогічними верстатами, але з ручним керуванням;
- поєднується гнучкість універсального обладнання з точністю і продуктивністю верстата-автомата, що і дозволяє вирішувати питання комплексної автоматизації одиничного і серійного виробництва;
- якісно переозброюється машинобудування на базі сучасної електроніки і обчислювальної техніки;
- знижується потреба у кваліфікованих робітничих кадрах, а підготовка виробництва переноситься в сферу інженерної праці;
- скорочується час пригонюваних робіт в процесі складання, так як деталі, виготовлені за однією програмою, є взаємозамінними;
- скорочуються терміни підготовки і переходу на виготовлення нових деталей, завдяки централізованій записи програм і простіший універсальної технологічної оснастки;
- знижується тривалість циклу виготовлення деталей і зменшується запас незавершеного виробництва;

На базі заводського технологічного процесу, з урахуванням зміни типу машинобудівного виробництва буде складено пропонований технологічний процес з використанням прогресивних технологій в області методу отримання вихідної заготовки, застосуванням сучасного технологічного обладнання, ріжучих і вимірювальних інструментів. Буде виконано технічне нормування операцій механічної обробки, складені керуючі програми для операцій, які передбачають використання верстатів з ЧПК.

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 Технологічна частина

### 1.2 Призначення та аналіз технологічності деталі

#### 1.2.1 Опис призначення і конструкції деталі

Деталь Корпус НПО-25.08.201968 є корпусом черв'ячного редуктора клапана герметичного НПО 01009-1000, на який встановлюються і базуються інші деталі і вузли редуктора.

Докладний опис поверхонь деталі, їх службового призначення, конфігурацію і розміри оформляємо у вигляді таблиці.

Таблиця 1.1.-Опис конструкції і службового призначення корпусу НПО-25.08.201968

№ по в.і	Конфігурація та службове призначення деталі	Розміри, мм	Квалітет точності	Точність форми і розміщення	Шорсткість, мкм
1	2	3	4	5	6
1	Плоска поверхня кільце-подібної форми, обмежена зовнішньою і внутрішньою циліндричними поверхнями. Допоміжна база. Призначена для встановлення кришки з прокладкою. Внутрішні циліндричні поверхні. Служать для встановлення вала з втулками і підшипниками. Допоміжні бази.	134h14	h14	-	Ra6,3
2-3	Внутрішня циліндрична поверхня. Вільна поверхня. Плоска поверхня кільцеподібної форми, обмежена зовнішньою і внутрішньою циліндричними поверхнями.	Ø80H9 <sup>(+0,074)</sup>	H9	-	Ra1,6
4	Основна база. Призначена для встановлення редуктора на корпус гермоклапана.	Ø90H14 <sup>(+1,15)</sup>	H14	-	Ra12,5
5	Внутрішня циліндрична поверхня.	134h14	h14	-	Ra6,3
6.	Основна база. Призначена для встановлення на корпус гермоклапана.	Ø220H11 <sup>(+1,15)</sup>	H11	-	Ra6,3

					MP.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк. 6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6
28.	Внутрішня циліндрична поверхня. Допоміжна база. Призначена для встановлення кришки редуктора.	Ø 385H11	H11	-	Ra6,3
29.	Плоска поверхня кільцеподібної форми, обмежена зовнішньою і внутрішньою циліндричними поверхнями. Допоміжна база. Призначена для встановлення колеса черв'ячного з кільцем.	410h14	h14	-	Ra12,5
30.	Зовнішня циліндрична поверхня. Служить для встановлення корпуса маховика. Допоміжна база.	Ø108h11	h11	-	Ra6,3
31.	Плоска поверхня кільцеподібної форми, обмежена зовнішньою і внутрішньою циліндричними поверхнями. Допоміжна база. Призначена для встановлення корпуса маховика.	7IS14	IS14	-	Ra6,3
32.	Внутрішня циліндрична поверхня. Допоміжна база. Призначена для встановлення черв'яка.	Ø80H9	H9	-	Ra1,6
33.	Плоска поверхня кільцеподібної форми, обмежена зовнішньою і внутрішньою циліндричними поверхнями. Допоміжна база. Призначена для встановлення захисної кришки.	410h14(-1)	h14	-	Ra6,3
34-37.	Наскрізні циліндричні різьбові отвори з метричною різьбою. Допоміжні бази. Призначені для встановлення корпуса	M12-7H	H7	-	Ra6,3
60.	Наскрізний циліндричний різьбовий отвір з метричною різьбою. Допоміжна база. Призначена для встановлення заглушки.	M12x1,5-7H	H7	-	Ra6,3

Основними і найточнішими поверхнями деталі є: поверхні 2-3, які задані розміром  $\varnothing 80H8(+0,062)$ , поверхня 14, задана розміром  $\varnothing 385H11(+0,062)$ , поверхня 6, задана розміром  $\varnothing 220H11(+0,062)$ . Взаємне розташування поверхонь 2-3, 6, 14 задане розміром  $210 \pm 0,115$ . Взаємне розташування поверхонь 2-3 і 4 задане допуском співвісності 0,05мм. Шорсткість Ra 3,2 поверхні 8 необхідна для встановлення ущільнення. Шорсткість Ra 1,6 поверхні 15 необхідна для встановлення черв'ячного колеса.

В процесі роботи гермоклапана деталь сприймає незначне навантаження, яке виникає при обертанні черв'яка і черв'ячного колеса при відкриванні і закриванні диска гермоклапана.

Матеріалом для даної деталі служить сірий чавун СЧ15 ГОСТ1412-88, який задовільняє дані вимоги до механічних властивостей деталі, і забезпечує отримання заготовки методом литва.

Механічні властивості і хімічний склад чавуна СЧ15 ГОСТ1412-88 наведені в таблицях 1.2 і 1.3.

Таблиця 1.2 – Механічні властивості СЧ15 ГОСТ1412-88

$\sigma_t$	$\sigma_b$	$\Delta s, \%$	$\Psi, \%$	НВ (не більше)	
				гарячештампований	відпалений
245	412	25	20	159	138

Таблиця 1.3 – Хімічний склад СЧ15 ГОСТ1412-88, %

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

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.2.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Корпус НПО-25.08.201968 виготовляється з сірого чавуну СЧ15 ГОСТ1412-88. Даний матеріал добре обробляється методом литва, що необхідно для забезпечення заданої геометричної форми деталі.

В базовому тех.процесі заготовка для деталі отримується литвом в піщану форму.

Крім литва в піщану форму заготовку даної деталі можна отримувати литвом в кокіль.

За здатністю обробки тиском даний матеріал належить до групи МЗ- вміст вуглецю до 4% і легуючих елементів до 0,35%, яка серед трьох груп найгірше обробляється тиском.

Оброблюваність різанням оцінюють з допомогою коефіцієнта оброблюваності різцями відносно еталонного матеріалу (сталь45 з  $G_b=650\text{МПа}$ ; 197НВ):

$$K_v = \frac{V_{60}}{V_{e60}},$$

де  $V_{60}$  - швидкість різання матеріалу при 60 хвилинній стійкості інструменту;

$V_{e60}$  - швидкість різання еталонного матеріалу при 60 хвилинній стійкості інструменту;

Згідно [9]с.29-34  $V_{60}'=111\text{м/хв}$ ;  $V_{e60}=115\text{м/хв}$ ;

$$K_v=105/115=0,965;$$

отримане значення свідчить про добру оброблюваність різанням сірого чавуну.

Аналіз технологічності даного корпусу проводимо згідно методики [1].с.12:

1) конструкція деталі допускає обробку на прохід плоских і зовнішніх циліндричних поверхонь 5, 12, 15, 17, 21;

2) конструкція деталі допускає обробку на прохід отворів 2-3, 8, 10, 14, 22-25, 44, 49;

3) на багатошпиндельних верстатах можна одночасно обробляти отвори 10; 13; 22-26; 30-35;

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4) вільний доступ інструменту можливий при обробці всіх поверхонь за винятком поверхонь 4, які обмежені поверхнею 2, тому обробляються радіальною подачею з забезпеченням розміру по лімбу верстата чи по програмі; для контролю співвідносі між отворами 2-3 і 4 необхідний спеціальний контрольний пристрій; контроль отворів 2-3 можна проводити стандартною калібр-пробкою або нутроміром;

5) заготовка деталі отримується литвом, тому потрібна підрізка торців ступиць, які присутні в виливках і знаходяться в даному випадку на торцях 1, 3, 17, 21;

6) глухі отвори 13, 30-35 через конструктивні особливості деталі не можливо замінити на наскрізні;

7) всі поверхні розміщені або під прямим кутом, або паралельно;

8) в конструкції деталі відсутні отвори, які розміщені не під прямим кутом до площини входу;

9) жорсткість деталі достатня, і на режими різання не впливає;

10) внутрішні різьбові отвори великого діаметра в конструкції деталі відсутні;

11) обробка всіх поверхонь деталі з однієї установки не можлива через протилежність взаємного розміщення поверхонь, які служать технологічними базами;

12) в конструкції деталі є достатні за розмірами, точністю і відстанню між собою поверхні, які служать постійними чистовими базами;

13) литво в піщану форму можна замінити на литво в кокіль.

В таблиці 1.4. приводимо можливі варіанти механічної обробки деталі

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.4.-Варіанти методів механічної обробки Корпуса НПО-25.08.201968

Поверхня або група поверхонь	Варіанти методів обробки поверхонь, обладнання, пристрій
2-3; 4; 17; 18; 19; 21	1)розточування на горизонтально-розточному верстаті в розточному пристрої; 2)точіння токарно-карусельному верстаті в пристрої для точіння;
1; 5; 6; 7; 8; 9; 12; 14; 15	1)точіння на токарно-гвинторізному верстаті в трьохкулачковому патроні; 2)точіння на токарно-карусельному верстаті в планшайбі;
10; 13; 22-29; 30-41; 42-49	1)обробка на радіально-свердлильному верстаті в кондукторі; 2)обробка на вертикально-свердлильному верстаті в свердлильному пристрої; 3)обробка на горизонтально-розточному верстаті в розточному пристрої;

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 Аналіз базового тех. процесу та розробка вдосконаленого

### 2.1 Опис і аналіз базового технологічного процесу.

На базовому підприємстві Корпус НПО-25.08.201968 виготовляється в умовах дрібносерійного виробництва.

Опис базового технологічного процесу приводимо у вигляді таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 Технологія обробки корпусу НПО-25.08.201968 за базовим технологічним процесом

№ оп.	Назва та зміст операції і переходів, інструмент	Тип і мод. Облад.	Х-ка пристрою	Схема базування
1	2	3	4	5
005	<p>Токарно-карусельна.</p> <p>1)Точити поверхню 1. Різець токарний прохідний відігнутий оснащений пластиною з твердого сплаву ВК6.</p> <p>2)Розточити отвір 14 начорно. Різець ток. прохідний відігнутий оснащений пластиною з твердого сплаву ВК6.</p> <p>3)Розточити отвір 14 начисто. Різець токарний прохідний відігнутий оснащений пластиною з твердого сплаву ВК6.</p> <p>4)Розточити фаску 16. Різець токарний прохідний відігнутий оснащений пластиною з твердого сплаву ВК6.</p> <p>5)Точити поверхню 15 начорно. Різець ток. прохідний відігнутий оснащений пластиною з твердого сплаву ВК6.</p> <p>6)Точити поверхню 15 начисто. Різець токарний прохідний відігнутий оснащений пластиною з твердого сплаву ВК6.</p>	Токарно-карусельний верстат 1516	Планшай ба верстата	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

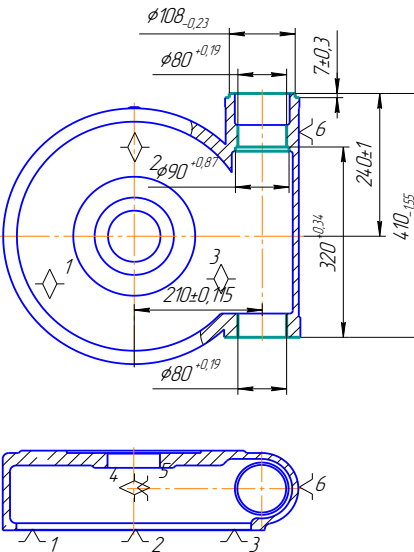
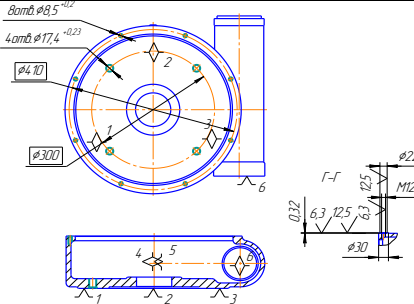
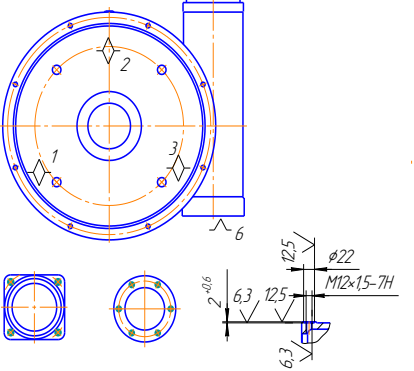
МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ

Арк.

12

010	<p>Токарно-карусельна.</p> <p>1) Підрізати торець 5; Різець токарний прохідний відігнутий оснащений пластиною з твердого сплаву ВК6.</p> <p>2) Розточити поверхні 6-7 начорно; Різець токарний прохідний упорний оснащений пластиною з твердого сплаву ВК6.</p> <p>4) Розточити поверхню 6 начисто; Різець токарний розточний для глухих отворів оснащений пластиною з твердого сплаву ВК6.</p> <p>5) Розточити отвір 8 начорно; Різець токарний розточний для наскрізних отворів оснащений пластиною з твердого сплаву ВК6.</p> <p>6) Розточити отвір 8 начисто; Різець токарний розточний для наскрізних отворів</p>	Токарно-карусельний верстат 1516	План-шайба верстата	
	<p>оснащений пластиною з твердого сплаву ВК6.</p> <p>7) Точити фаску 9; Різець токарний прохідний відігнутий оснащений пластиною з твердого сплаву ВК6.</p>			

продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5
015	Горизонтально-розточна. 1) Підрізати торець 17; 2) Точити поверхні 1; 2; 3) Розточити отвір 2 начорно; 4) Розточити отвір 2 начисто; 5) Розточити отвір 4; 6) Повернути стіл на 180°; 7) Підрізати торець 21 начорно; 8) Розточити отвір 20 начорно; 9) Розточити отвір 20 начисто;	Горизонтально-розточний верстат 2620В	Стіл верстата; прихвати; упори; шпильки; гайки;	
020	Радіально-свердлильна. 1) Свердли 8 отворів 13 до ф 8,5. 2) Свердли 4 отвори 10 до Ø17,4.	Радіально-свердлильний верстат 2М55	Кондуктор з гвинтовим затиском	
025	Радіально-свердлильна. 1) Свердли 4 отвори 22-25. 2) Свердли 6 отворів 30-35.	Радіально-свердлильний верстат 2М55	Кондуктор з гвинтовим затиском	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ

Арк.

14

продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5
030	<p>Радіально-свердлильна.</p> <p>1)Свердлити отвір 49;</p> <p>2) Цикувати поверхні 46-48;</p> <p>3) Зенкувати фаски 36-41;</p> <p>4) Нарізати різьбу в отворі 49;</p> <p>5) Нарізати різьбу в 4 отворах 22-25;</p>	<p>Радіально-свердлильний верстат 2М55</p>	<p>Прихвати , шпильки і гайки</p>	
035	<p>Радіально-свердлильна.</p> <p>1)Свердлити отвір 45;</p> <p>2) Цикувати фаску 42;</p> <p>3) Зенкувати фаску 43;</p> <p>4) Нарізати різьбу в отворі 44;</p>	<p>Радіально-свердлильний верстат 2М55</p>	<p>Прихвати , шпильки і гайки</p>	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

продовження таблиці 1.5

1	2	3		
040	<p>Радіально-свердлильна.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Зенкувати фаски 12;</li> <li>2) Нарізати різьбу М10-7Н в 8 отворах 13;</li> <li>3) Зенкувати фаски 10;</li> <li>4) Нарізати різьбу М20-7Н в 4 отворах 10;</li> <li>5) Зенкувати фаски 26-29;</li> <li>6) Нарізати різьбу М12-7Н в 4 отворах 22-25;</li> <li>7) Зенкувати фаски 36-41;</li> <li>8) Нарізати різьбу М10-7Н в 6 отворах 30-35;</li> </ol>	<p>Радіально-свердлильний верстат 2М55</p>	<p>Прихвати, шпильки і гайки</p>	

Заготовкою в базовому тех.процесі служить литво в піщану форму. Даний метод литва порівняно дешевий, піщана форма проста у виготовленні. Для зниження припусків на механічну обробку і збільшення коефіцієнта використання матеріалу при N=1638 штук і n=78 штук можна використати литво в кокіль.

На операції 005 виконується точіння поверхонь 1; 13-15 на токарно-карусельному верстаті в планшайбі патроні. Деталь базується по необроблених зовнішніх поверхнях (подвійна опорна база) і 50 (установча база), які є чорновими базами. При цьому забезпечується принцип суміщення баз.

На операції 010 виконується обробка поверхонь 5-9 на токарно-карусельному верстаті в планшайбі. Деталь встановлюється по оброблених поверхнях 14 (подвійна опорна база) і 1 (установча база), які є чорновими базами. При цьому забезпечується принцип суміщення баз.

На операції 015 виконується обробка поверхонь 2-4; 17-21 на горизонтально-розточному верстаті в розточному пристрої. Деталь

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

встановлюється по оброблених поверхнях 16 (подвійна опорна база) і 1 (установча база), які є чистовими базами. При цьому виникає похибка базування внаслідок зазору між поверхнею 8 і установчим пальцем.

На операції 020 проводиться свердління отворів 10 і 13 на радіально-свердлильному верстаті в кондукторі з гвинтовим затиском. При обробці отворів 13 деталь встановлюється по обробленій поверхні 5 (установча база) і 6 (подвійна опорна база) в кондукторі, кришка якого накладається по отвору 14. При цьому похибка базування рівна зазору між поверхнею 14 і кришкою кондуктора.

При обробці отворів 10 деталь встановлюється по обробленій поверхні 1 (установча база) і 14 (подвійна опорна база) в кондукторі, кришка якого накладається по отвору 6. При цьому похибка базування рівна зазору між поверхнею 6 і кришкою кондуктора.

На операції 025 проводиться свердління отворів 64 і зенкування фаски 65 на радіально-свердлильному верстаті в кондукторі. Деталь встановлюється поверхнею 10(установча база) на пластини, поверхнею 8(напрямна база) на циліндричний установ і кріпиться болтами і при хватами по поверхнях фланця. Дану операцію доцільно виконувати на верстаті з ЧПК. Це дає можливість не використовувати кондуктор і забезпечує автоматичну зміну інструменту.

На операції 030 проводиться свердління отворів 22-25; 30-35 на радіально-свердлильному верстаті з переустановкою з використанням кондуктора, який накладається на деталь по отворах 3 (при свердлінні отворів 30-35) і 2 (при свердлінні отворів 22-25). Деталь встановлюється на столі верстата і тумбі поверхнями 1 (установча база); 17 або 21 (упорна база і кріпиться до тумби болтами і прихватами).

На операції 035 проводиться свердління, зенкування і нарізання різьби M12x1,5-7H в отворах 42-45 на радіально-свердлильному верстаті в кондукторі. Деталь встановлюється в кондукторі з гвинтовим затиском поверхнями 1 (установча база); 14 (подвійна опорна база).

На операції 040 проводиться зенкування і нарізання різьби в отворах 10; 12; 13; 22-41 на радіально-свердлильному верстаті. Деталь встановлюється на тумбі і столі верстата поверхнями 1 (установча база); 17 і 20 (подвійна опорна база). При

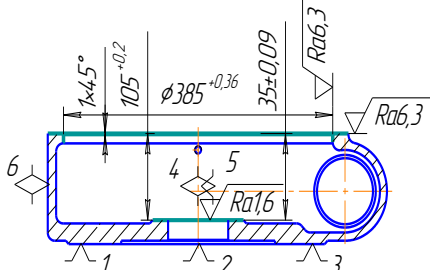
					MP.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цьому інструмент направляється по просвердлених отворах, і схема базування на точність міжосьових розмірів не впливає.

Враховуючи переваги і недоліки базового варіанту виготовлення деталі в умовах дрібносерійного виробництва складаємо вдосконалений технологічний процес, який заносимо в таблицю 1.6.

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.6 Технологія обробки корпусу НПО-25.08.201968 за вдосконаленим технологічним процесом

№ оп.	Назва та зміст операції і переходів, інструмент	Тип і модель обладнання	Х-ка пристрою	Схема базування
1	2	3	4	5
005	<p>Токарно-карусельна з ЧПК.</p> <p>1)Точити поверхню 1. Різець токарний прохідний відігнутий оснащений пластиною з твердого сплаву ВК6.</p> <p>2)Розточити отвір 14 начорно. Різець токарний прохідний відігнутий оснащений пластиною з твердого сплаву ВК6.</p> <p>3)Розточити отвір 14 начисто. Різець токарний прохідний відігнутий оснащений пластиною з твердого сплаву ВК6.</p> <p>4)Розточити фаску 16. Різець токарний прохідний відігнутий оснащений пластиною з твердого сплаву ВК6.</p> <p>5)Точити поверхню 15 начорно. Різець токарний прохідний відігнутий оснащений пластиною з твердого сплаву ВК6.</p> <p>6)Точити поверхню 15 начисто. Різець токарний прохідний відігнутий оснащений пластиною з твердого сплаву ВК6</p>	Токарно-карусельний верстат з ЧПК 1512Ф1	План шайба верстата	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ

Арк.

19

010	<p>Токарно-карусельна з ЧПК.</p> <p>1) Підрізати торець 5; Різець токарний прохідний відігнутий оснащений пластиною з твердого сплаву ВК6.</p> <p>2) Розточити поверхні 6-7 начорно; Різець токарний прохідний упорний оснащений пластиною з твердого сплаву ВК6.</p> <p>4) Розточити поверхню 6 начисто; Різець токарний розточний для глухих отворів оснащений пластиною з твердого сплаву ВК6.</p> <p>5) Розточити отвір 8 начорно; Різець токарний розточний для наскрізних отворів оснащений пластиною з твердого сплаву ВК6</p>	Токарно-карусельний верстат з ЧПК 1512Ф1	План шайба верстата	
-----	---	--	---------------------	--

	<p>6) Розточити отвір 8 начисто; Різець токарний розточний для наскрізних отворів оснащений пластиною з твердого сплаву ВК6.</p> <p>7) Точити фаску 9; Різець токарний прохідний відігнутий оснащений пластиною з твердого сплаву ВК6</p>			
--	---	--	--	--

продовження таблиці 1.6

						МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			20



1	2	3	4	5
020	<p>Свердлильна з ЧПК.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1)Свердлити 8 отворів 13;</li> <li>2)Зенкувати фаски 12;</li> <li>3)Нарізати різьбу М10-7Н в отворах 13</li> <li>4)Цикувати поверхню 46;</li> <li>5)Свердлити отвір 44-45;</li> <li>6)Зенкувати фаску 43;</li> <li>7)Нарізати різьбу М10х1-7Н в отворі 44;</li> </ol>	<p>Вертикально-свердлильний верстат 2Р135Ф 2</p>	<p>Пристрій свердлильний</p>	
025	<p>Свердлильна з ЧПК.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1)Свердлити отвори 10 до Ø14,7 під різьбу М20-7Н.</li> <li>2)Зенкувати фаски 11.</li> <li>3.Нарізати різьбу М20-7Н в отворах 10;</li> </ol>	<p>Вертикально-свердлильний верстат 2Р135Ф 2</p>	<p>Пристрій свердлильний</p>	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ

Арк.

22

### 3 Визначення програми випуску деталей та вибір способу отримання заготовки

#### 3.1 Визначення програми випуску деталей

Початкові дані: деталь- Корпус НПО-25.08.201968;  
 маса деталі 48 кг;  
 тип виробництва - середньосерійний.

Таблиця 1.7.-Трудомісткість операцій

№ і назва операції	T шт.,хв.	№ і назва операції	T шт.,хв.
1	2	3	4
005.Токарно-карусельна	15,35	025.Радіально-свердлильна.	5,58
010.Токарно-карусельна	25,01	030.Радіально-свердлильна	2,88
015.Горизонтально-розточна	10,95	035.Радіально-свердлильна	7,6
020.Горизонтально-розточна	2,05	040.Радіально-свердлильна	9,11

Середній штучний час:

$$T_{ум.сер} = \sum \frac{T_{ум.}}{n}, \text{хв}$$

де n- кількість операцій; n=8;

$\sum T_{ум.}$  .- сумарний штучний час, хв;

$$T_{ум.сер} = (15,35+25,01+10,95+2,05+5,58+2,88+7,6)/8=9,816 \text{ хв};$$

Такт випуску деталей:

$$t_g = K_z \cdot T_{ум.сер}, \text{хв}$$

де  $K_z$  - коефіцієнт закріплення операцій;

Для середньосерійного виробництва

Приймаємо  $K_z=15$ ; [1.с.15];

$$t_g = 15 \cdot 9,816 = 145,4 \text{ хв};$$

Річна програма випуску деталей:

$$N = \frac{F_o \cdot 60}{t_g}, \text{шт.}$$

де  $F_o$  - дійсний річний фонд робочого часу устаткування, год.;

Згідно [2.с.22; Табл..2.1.]  $F_o=4029$  год.;

$$N = 4029 \cdot 60 / 145,4 = 985,08 \text{ шт};$$

Приймаємо:  $N=985$  шт;

Розрахункова кількість деталей в партії:

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_{\delta} = \frac{N \cdot a}{F}, \text{ШТ}$$

де а- періодичність запуску виробів (3; 6; 12; 24)

Приймаємо:  $a=12$  днів;

$F$  -число робочих днів в році;  $F=253$  днів

$$n_{\delta} = 985 \cdot 12 / 253 = 46,72 \text{ штук}$$

Розрахункове число змін на обробку партії деталей:

$$C = \frac{T_{ум.сер} \cdot n_{\delta}}{480 \cdot 0,8}$$

Де 480- дійсний фонд часу робочого обладнання за зміну, хв;

0,8- нормативний коефіцієнт завантаження верстатів в серійному виробництві;

$$C = 9,816 \cdot 46 / 480 \cdot 0,8 = 1,18;$$

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

Прийнята кількість деталей в партії:

$$n_{np} = \frac{C_{np.} \cdot 480 \cdot 0,8}{T_{ум.сер}}, \text{ШТ}$$

$$n_{np} = 2 \cdot 480 \cdot 0,8 / 9,816 = 78,24;$$

Приймаємо  $n_{np} = 78$  штук;

Річна програма випуску деталей:

$$N = \frac{n_{np.} \cdot F}{a}, \text{ШТ}$$

$$N_{np.} = 78 \cdot 253 / 12 = 1644,5 \text{ штук};$$

Приймаємо річну програму випуску деталей кратну кількості деталей в партії:  $1644 / 78 = 21,08$ ;

$$N_{np.} = 78 \cdot 21 = 1638 \text{ штук};$$

Прийняті: річна програма в межах 501...5000 яка при масі деталі 48 кг відповідає дрібно серійному типу виробництва, заданому в проекті

$$N_{np.} = 1638 \text{ штук};$$

Кількість деталей в партії  $n_{np} = 78$  штук.

### 3.2 Вибір способу отримання заготовки

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок маси заготовки і визначення коефіцієнта використання матеріалу.

**Початкові дані:**

- маса деталі  $m_d=48$  кг;
- тип виробництва- середньо-серійний.
- матеріал деталі- СЧ15 ГОСТ1412-85;
- $\rho=7820$  кг/м<sup>3</sup>.

Для вибору раціонального методу отримання заготовки у вдосконаленому технологічному процесі проводимо порівняння базового і декількох альтернативних варіантів.

Базова заготовка-литво в піщану форму:

При цьому згідно базових даних маса заготовки  $M_z=78,5$  кг;

Коефіцієнт використання матеріалу  $K_{вм} = \frac{M_d}{M_z}$

$$K_{вм} = \frac{48}{78,5} = 0,611$$

Вартість заготовки отриманої литвом в піщану форму згідно [1]с.45:

$$S_{зза} = \frac{C_1}{1000} \cdot Q \cdot k_t \cdot k_c \cdot k_b \cdot k_m \cdot k_n - (Q - q) \cdot \frac{S_{від}}{1000},$$

де  $Q$  – маса заготовки, кг;

$q$  – маса деталі, кг;

$C$  - базова вартість одної тони заготовок;

$S_{від}$  - вартість одної тони відходів;

$k_t, k_c, k_b, k_m, k_n$ , - коефіцієнти, які залежать від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу і об'єму виробництва заготовок;

згідно базових даних  $C=6000$ грн;  $S_{від}=600$ грн;

$$k_t=1,05; k_m=1,12; k_c=0,83; k_b=0,78; k_n=1 [1]с.33-36;$$

$$S_{зза} = \frac{6000}{1000} \cdot 78,5 \cdot 1,15 \cdot 0,83 \cdot 0,78 \cdot 1 - (78,5 - 48) \cdot \frac{600}{1000} = 332,36 \text{грн};$$

Альтернативним методом отримання заготовки для даної деталі є литво в кокіль.

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Припуски і допуски на розміри заготовки, що обробляються:

Поверхня 1  $t=3$  мм; поверхня 2-3  $t=2,5$  мм; поверхня 4  $t=2,5$  мм; поверхня 5  $t=3$  мм; поверхня 8  $t=2,5$  мм; поверхня 14  $t=3$  мм; поверхня 15  $t=2$  мм; поверхня 17, 21  $t=2,5$  мм;

Розміри заготовки з допусками:

$\varnothing 430_{-1,6}$ ;  $\varnothing 379^{+1,5}$ ;  $\varnothing 130_{-1,3}$ ;  $\varnothing 81^{+1,1}$ ;  $\varnothing 145_{-1,3}$ ;  $\varnothing 370_{-1,5}$ ;  $\varnothing 86^{+1,1}$ ;  $\varnothing 76^{+1,1}$ ;  $140_{-1,2}$ ;  $415_{-1,6}$ ;  
 $55,5 \pm 0,5$ ;  $42,5_{-1,1}$ ;

Об'єм заготовки:

$$V_1 = (0,785 \cdot 430^2 - 0,785 \cdot 379^2) \cdot 140 = 4554146,1 \text{ мм}^3;$$

$$V_2 = (0,785 \cdot 406^2 - 0,785 \cdot 81^2) \cdot 28 = 3478884,5 \text{ мм}^3;$$

$$V_3 = (0,785 \cdot 370^2 - 0,785 \cdot 81^2) \cdot 7 = 788318,19 \text{ мм}^3;$$

$$V_4 = (0,785 \cdot 130^2 - 0,785 \cdot 81^2) \cdot 7 = 12660,48 \text{ мм}^3;$$

$$V_5 = (0,785 \cdot 60^2 - 0,785 \cdot 50^2) \cdot 415 = 358352,5 \text{ мм}^3;$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 = 4554145,1 + 3478884,5 + 788318,19 + 12660,48 + 358352,5 = 9489480,19 \text{ мм}^3 = 0,00949 \text{ м}^3;$$

Маса заготовки:

$$M = V \cdot \rho = 0,00949 \cdot 7821 = 74,22 \text{ кг};$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{вм}} = \frac{48}{74,22} = 0,646$$

$$S_{\text{зза}} = \frac{6000}{1000} \cdot 74,22 \cdot 1,15 \cdot 0,83 \cdot 0,78 \cdot 1 - (74,22 - 48) \cdot \frac{600}{1000} = 316,18 \text{ грн};$$

Отже вартість литва в кокіль нижча ніж вартість литва в піщані форми за рахунок меншого розходу матеріалу.

Економічний ефект від способу отримання заготовки:

$$E_z = (S_{\text{зза}_2} - S_{\text{зза}_1}) \cdot N$$

$$E_z = (332,36 - 316,18) \cdot 1638 = 25602,84 \text{ грн};$$

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.8-Дані для розрахунку вартості заготовок

Найменування показників	1 варіант	2 варіант
Вид заготовки	Виливка в піщану форму	Виливка в кокіль
Клас точності	2	2
Група складності	II	II
Маса заготовки Q, кг	78,5	74,22
Вартість 1т заготовки, приймаємо за базу	6000	6200
Сі,грн.		
Вартість 1т стружки	600	600
Свідх, грн		

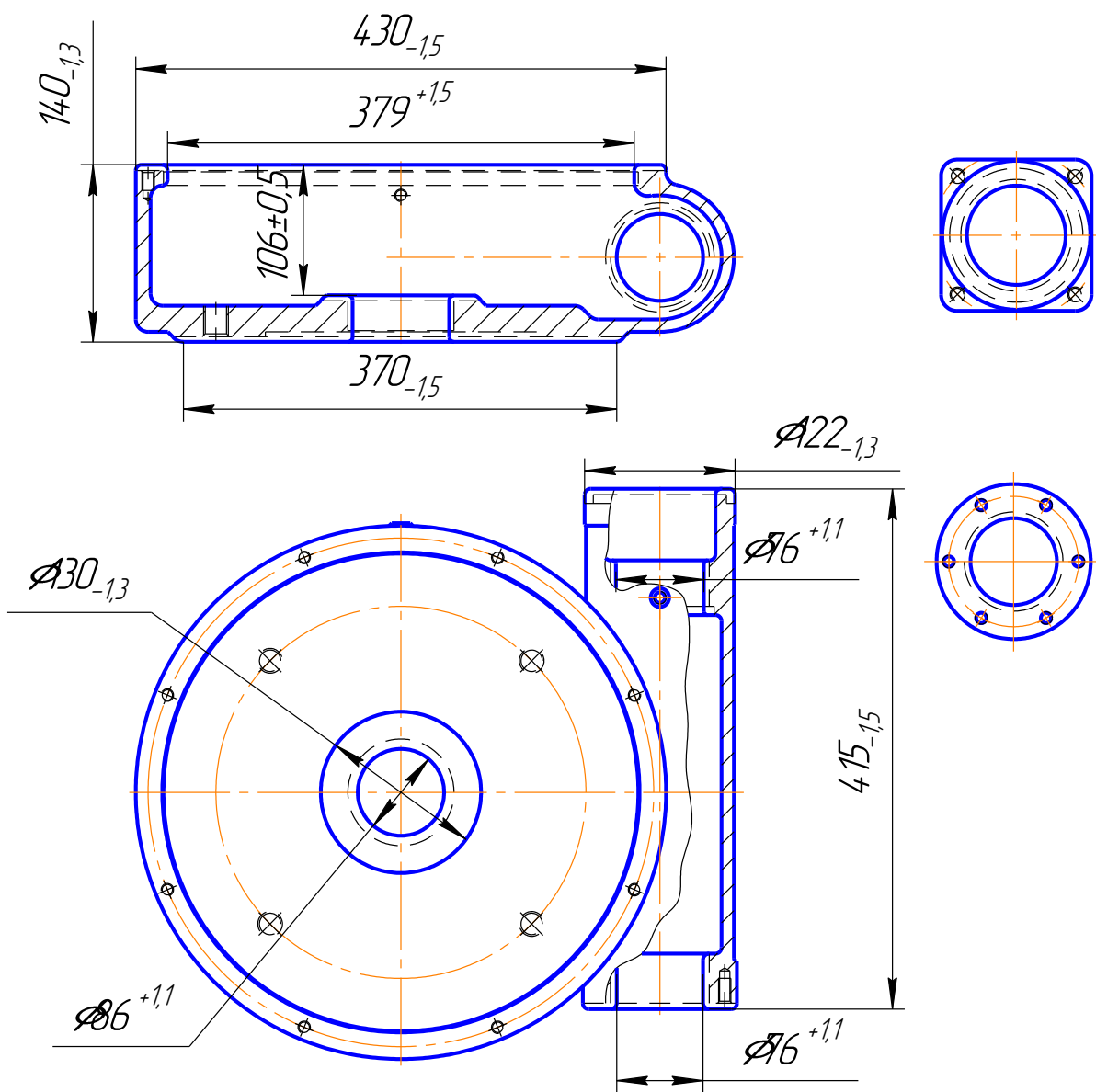


Рисунок 1 Ескіз заготовки

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			27

## 4 Розрахунок припусків та режимів різання

### 4.1 Розрахунок припусків на механічну обробку.

Розраховуємо припуски на механічну обробку аналітичним методом на поверхні 2 розміром  $\varnothing 80H9^{(+0,074)}$ . На решту поверхонь припуски назначаємо по таблицях.

Вихідні дані:

Заготовка-литво в кокіль;

Маса деталі-48 кг;

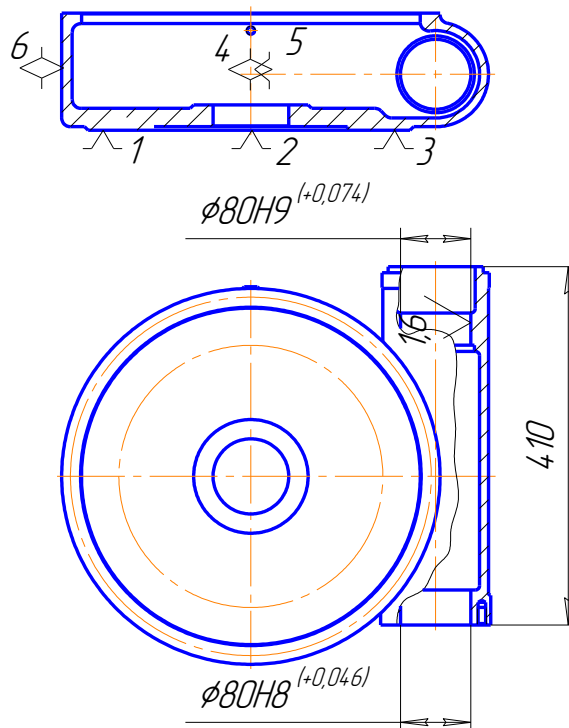


Рис.2 – Ескіз обробки поверхні  $\varnothing 80H8^{(+0,062)}$

2)Послідовність обробки:

-чорнове точіння;

-чистове точіння;

-тонке точіння.

При обробці деталь встановлюється торцем фланців на призми і затискається.

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Базами для обробки даної поверхні служать поверхні.

3)Мінімальні значення припусків для внутрішньої циліндричної поверхні:

$$2Z \min = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta\Sigma_{i-1}^2 + E_i^2})$$

де  $R_{z_{i-1}}$  -висота нерівностей, мкм;

$h_{i-1}$  -глибина дефектного шару, мкм;

$\Delta\Sigma_{i-1}$ -просторові відхилення, мкм;

$E$  -похибка установки заготовки, мкм;

Якість поверхонь на відливку визначаємо по [8]табл.19.с.191.

Для відливок в кокіль при максимальному габаритному розмірі до 1250 мм сумарне значення  $R_{z+h}=600$ мкм.

Після чорного точіння  $R_z=50$ мкм;  $T=50$ мкм;

Після чистового точіння  $R_z=25$ мкм;  $T=25$ мкм; [8]табл.23.с.193

Після чорного точіння  $R_z=0$ мкм;  $T=0$ мкм;

Сумарне значення просторових відхилень:

$$\Delta\Sigma = \sqrt{\Delta\Sigma^2 + \Delta_{зм}^2}$$

Короблення отвору враховуємо як в діаметральному, так і в осьовому січенні:

$$\Delta\Sigma_{Пкор.} = \kappa_d + k_1,$$

Питома кривизна  $k=0,6$  мкм/мм;

$$\Delta\Sigma_{Пкор.} = 0,6 \cdot 80 + 0,6 \cdot 37 = 70,2 \text{ мкм};$$

Сумарне зміщення отвору являє собою геометричну складову в двох взаємно перпендикулярних площинах:

$$\Delta\Sigma_{зм} = \frac{\delta 1}{2} + \frac{\delta 2}{2}$$

де  $\delta 1$  і  $\delta 2$ -допуск на розміри  $210 \pm 0,115$  і  $35 \pm 0,09$

$$\Delta\Sigma_{зм} = \frac{230}{2} + \frac{18}{2} = 124 \text{ мм};$$

$$\Delta\Sigma = 48 + 124 = 172 \text{ мм};$$

Похибка установки заготовки згідно [4]С.24:

$$E_y = E_{\sigma} + E_z + E_{пр.}$$

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $E_{\delta}$  -похибка базування, мкм;

$E_3$  -похибка закріплення заготовки в пристрої, мкм;

$E_{np.}$  -похибка виготовлення і зносу опорних елементів пристрою, мкм;

Похибка базування виникає внаслідок зазору між отвором  $\varnothing 220H11$  і установчим елементом пристрою  $\varnothing 220f9$ . Дана похибка впливає на розмір  $210 \pm 0,115$  і рівна максимальному зазору між отвором і установчим елементом пристрою:

$$E_{\delta} = S_{\max.} = S_{\min.} + T_{do} + T_{dn}$$

де  $\delta_0$  і  $\delta_n$  -допуски на діаметри отвору і пальця, мм;

$S_{\min}$  -мінімальний зазор між отвором і установчим елементом пристрою, мм;

$$T_{do} = 0,29 \text{ мм}; T_{dn} = 0,165 \text{ мм};$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = 220 - 219,95 = 0,05 \text{ мм};$$

$$E_{\delta} = 50 + 290 + 165 = 505 \text{ мкм};$$

Похибка закріплення згідно [2].с.82.Табл.4.13  $E_3 = 80$  мкм;

Похибка виготовлення і зносу опорних елементів пристрою згідно [1].с.74

$E_{np.} = 50$  мкм;

$$E_y = 505 + 80 + 50 = 635 \text{ мкм};$$

Проміжні значення просторових відхилень згідно [1].с.73:

$$\Delta \sum_{ocm} = K_y \cdot p_3,$$

де  $K_y$  - коефіцієнт уточнення форми;

для чорнового розточування  $K_y = 0,06$ ;

для чистового розточування  $K_y = 0,04$ ;

для тонкого розточування  $K_y = 0$ ;

після чорнового розточування  $\Delta \sum 2 = 0,06 \cdot 172 = 10,32$  мкм;

після чистового розточування  $\Delta \sum 3 = 0,04 \cdot 172 = 6,88$  мкм;

після тонкого розточування  $\Delta \sum 4 = 0$ ;

Похибка установки заготовки на проміжних переходах:

при чистовому розточуванні згідно [2].с.85:

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E_2 = 0,05 \cdot E_1 + E_{інд}$$

Чорнове, чистове і тонке розточування проводиться з одної установки, тому похибка індексації  $E_{інд} = 0$ ;

$$E_2 = 0,05 \cdot 635 = 31,75 \text{ мм};$$

$$E_3 = E_{інд} = 0;$$

Мінімальні значення припусків:

-тонке розточування:  $2z_{\min 1} = 2(25 + 25 + 6,88 + 0) = 114 \text{ мкм};$

-чистове розточування:  $2z_{\min 2} = 2(50 + 50 + 10,32 + 31,75) = 284 \text{ мкм};$

-чорнове розточування:  $2z_{\min 3} = 2(600 + 172 + 635) = 2814 \text{ мкм};$

Розрахункові розміри, починаючи з кінцевого  $\text{Ø}80\text{H}9(^{+0,074})$ , визначаємо за формулою:

$$D_{pi} = D_{pi} + 1 - 2z_{\min 1} + 1;$$

-для чистового розточування:  $D_{p2} = 80,074 - 0,114 = 79,96 \text{ мм};$

-для чорнового розточування:  $D_{p3} = 79,96 - 0,284 = 79,676 \text{ мм};$

-для заготовки:  $D_{p4} = 79,676 - 2,814 = 76,862 \text{ мм};$

Найбільші граничні розміри:

-готової поверхні:  $D_{\max 1} = 80,074 \text{ мм};$

-після чистового розточування:  $D_{\max 2} = 79,96 \text{ мм};$

-після чорнового розточування:  $D_{\max 3} = 79,676 \text{ мм};$

-заготовки:  $D_{\max 4} = 76,86 \text{ мм};$

Номінальні граничні розміри:

$$D_{\min i} = D_{\max i} - T_{di},$$

де бі-допуск на заданий розмір;

-готова поверхня:

$$T_d = 0,074 \text{ мм (по H9)} \quad D_{\min 1} = 80,074 - 0,074 = 80 \text{ мм};$$

-після чистового розточування:

$$T_d = 0,19 \text{ мм (по H11)} \quad D_{\min 2} = 79,96 - 0,19 = 79,77 \text{ мм};$$

-після чорнового розточування:

$$T_d = 0,74 \text{ мм (по H14)} \quad D_{\min 3} = 79,676 - 0,74 = 78,936 \text{ мм};$$

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-заготовки:

$$T_d = 1,1 \text{ мм} \quad D_{\min 4} = 76,862 - 1,1 = 75,762 \text{ мм};$$

Мінімальні граничні значення припусків  $Z_{\min \text{np}}$  рівні різниці найбільших граничних розмірів виконуваного і попереднього переходів, а максимальні значення  $Z_{\max \text{np}}$  - відповідно різниці найменших розмірів:

-для тонкого розточування:

$$2Z_{\min \text{np}1} = 80,074 - 79,96 = 0,114 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max \text{np}1} = 80 - 79,77 = 0,23 \text{ мм};$$

-для чистового розточування:

$$2Z_{\min \text{np}2} = 79,96 - 79,676 = 0,284 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max \text{np}2} = 79,77 - 78,936 = 0,834 \text{ мм};$$

-для чорнового розточування:

$$2Z_{\min \text{np}3} = 79,676 - 76,862 = 2,814 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max \text{np}3} = 78,936 - 75,762 = 3,174 \text{ мм};$$

Результати розрахунку заносимо в таблицю

Загальні припуски  $Z_{\min}$  і  $Z_{\max}$  визначаємо, як суму проміжних припусків:

$$2Z_{0\min} = 0,114 + 0,284 + 2,814 = 3,212 \text{ мм};$$

$$2Z_{0\max} = 0,23 + 0,834 + 3,174 = 4,238 \text{ мм};$$

Загальний номінальний припуск:

$$2Z_{0\text{ном}} = 2z_{0\min} + BD_3 - BD_0,$$

де  $BD_3, BD_0$  - верхні відхилення по розмірах на заготовку і готову поверхню;

$$2Z_{0\text{ном}} = 3,212 + 0,55 - 0,074 = 3,688 \text{ мм};$$

$$D_{\text{ном}} = D_{\text{дном}} - 2Z_{0\text{ном}} = 80 - 3,688 = 76,312 \text{ мм};$$

Перевірка правильності виконаних розрахунків:

$$2Z_{\max \text{np}1} - 2z_{\min 1} = 0,23 - 0,114 = 0,116; \quad T_{d2} - T_{d1} = 0,19 - 0,074 = 0,116;$$

$$2Z_{\max \text{np}2} - 2z_{\min 2} = 0,834 - 0,284 = 0,55; \quad T_{d3} - T_{d2} = 0,74 - 0,19 = 0,55;$$

$$2Z_{\max \text{np}3} - 2z_{\min 3} = 3,174 - 2,814 = 0,36; \quad T_{d4} - T_{d3} = 1,1 - 0,74 = 0,36;$$

На основі даних розрахунків будемо схему графічного розташування припусків і допусків на обробку отвору

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.9-Розрахунок припусків на механічну обробку поверхні 21, 22

Технологічні переходи обробки поверхні	Елементи припуску, мкм				$2Z_{min}$ , мм	$d_p$ , мм	$\delta$ , мм	Граничні розміри, мм		Граничні припуски, мм	
	Rz	h	$\Delta\Sigma$	E				$d_{min}$	$d_{max}$	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
Заготовка Розточування:	600		172			76,86	1,1	75,762	76,86		
-чорнове	50	50	10,3	635	2·1,407	79,676	0,74	78,93	79,676	2·1,407	2·1,587
-чистове	25	25	6,88	31,7	2·0,142	79,96	0,19	79,77	79,96	2·0,142	2·0,417
-тонке	0	0	0	0	2·0,077	80,074	0,074	80	80,074	2·0,077	2·0,115

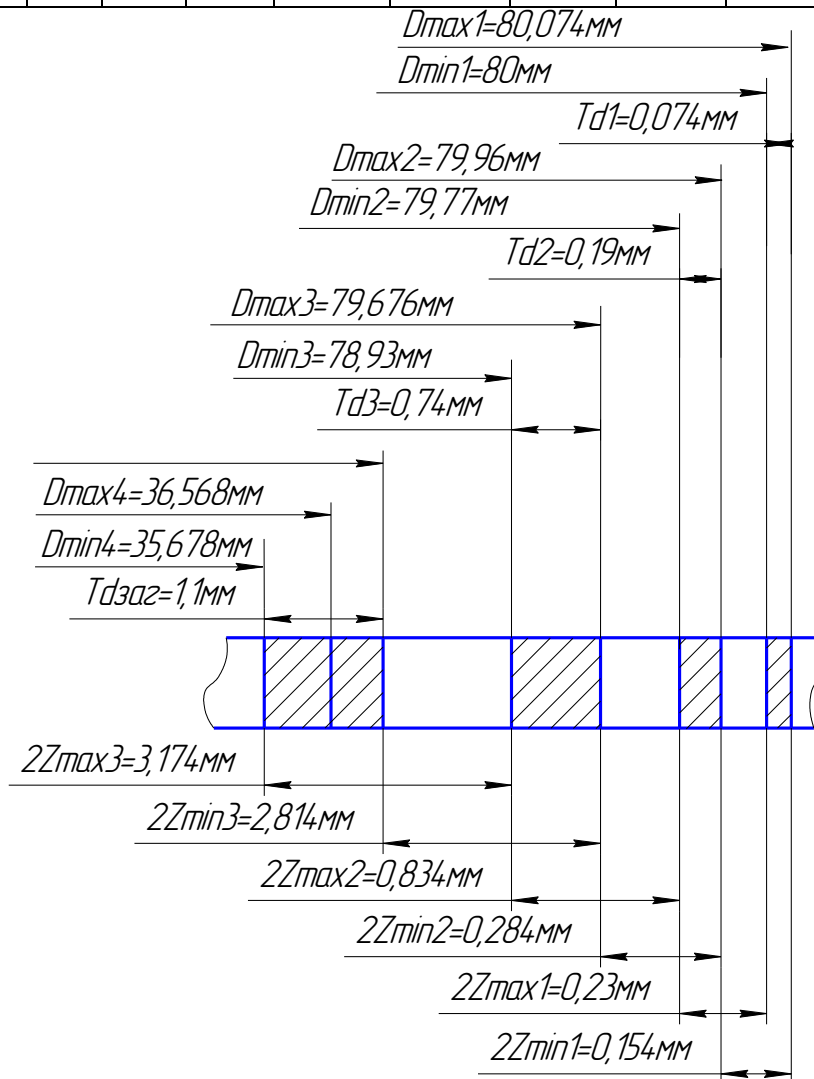


Рис.3 - Схема розміщення допусків і припусків на обробку поверхні 4

На решту поверхонь припуски і допуски назначаємо по таблицях.

Таблиця 1.10-Табличні припуски на розміри Корпус НПО-25.08.201968

№пов.	Розмір, мм	Припуск, мм	Допуск, мм
1	2	3	4
1	134h14 <sub>(-0,52)</sub>	3	0,52
2-3	Ø80H9 <sup>(+0,074)</sup>	2·2,119	1,6
4	Ø90H14 <sup>(+0,87)</sup>	2·5	0,87
5	134h14 <sub>(-0,52)</sub>	3	0,52
6	Ø220H11 <sup>(+0,46)</sup>	2·67	0,46
7	4 <sup>+0,5</sup>	4	0,5
8	Ø86H11 <sup>(+0,13)</sup>	2·2,5	0,13
9	1x45°	2·1	0,25
10	M20-7H	2·10	0,16
11	2,5x45°	2·2,5	0,25
12	1,6x45°	2·1,6	0,25
13	M10-7H	2·5	0,13
14	Ø385H11 <sup>(+0,46)</sup>	2·3,5	0,46
15	105 <sup>+0,2</sup>	3	0,2
16	1x45°	1	0,25
17; 21	410 h14 <sub>(-1,55)</sub>	2,5	1,55
18	Ø108h11 <sub>(-0,87)</sub>	2·2,5	0,87
19	7±0,18 Ø30H9 <sup>(+0,052)</sup>	2·2,5	0,36
22-29	M12-7H	2·6	0,16
30-35	M10-7H	2·5	0,13
36-41	1,6x45°	2·1,6	0,12
42	2±0,12	2	0,25
43	1,6x45°	2·1,6	0,25
44	M10-7H	2·5	0,13
45	8,5 <sup>+0,13</sup>	2·4,25	0,13
46	2±0,12	2	0,25
47	2±0,12	2	0,25
48	Ø22H14 <sup>(+0,52)</sup>	2·5,5	0,52
49	M12x1,5-7H	2·6	0,16

Проводимо розрахунок режимів різання розрахунково – аналітичним методом для чорнового

розточування отвору Ø80H11<sup>(+0,074)</sup>:

Початкові дані:

-обладнання: горизонтально-розточний верстат 2206ВМФ4;

-інструмент: різець

геометричні параметри:  $\varphi=45^\circ$ ;  $\gamma=0^\circ$ ;  $\lambda=5^\circ$ ;  $\alpha=12^\circ$ ;  $l=16\text{мм}$ ;  $b \times h=16 \times 16\text{мм}$ ;

$r=1\text{мм}$ ;

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

матеріал заготовки сірий чавун СЧ15 ГОСТ1412-85 HB138...159;  
Gв=314МПа;

1)Довжина обробки  $l = 37$  мм.

2)глибина різання рівна найбільшому припуску:  $t=h=1,587$ мм;

3)Вибираємо подачу: згідно [3], с. 267, табл. 12  $S = 0,3$  мм/об

4)період стійкості різця: при одноінструментальній обробці  $T = 60$  хв  
( [3], ст. 279, табл. 30 )

5)Швидкість різання при розточуванні вираховується по формулі:

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

де:  $C_v = 292$  ( [1], ст. 269, табл. 17 ) – показник степеня;

$m = 0,2$  ( [1], ст. 269, табл. 17 ) – показник степеня;

$x = 0,15$  ( [1], ст. 269, табл. 17 ) – показник степеня;

$y = 0,2$  ( [1], ст. 269, табл. 17 ) – показник степеня;

Враховуємо поправочний коефіцієнт ( [3], ст. 270, табл. 17, Примітка ), так як точіння внутрішнє:  $K = 0,9$ .

$K_v$  - поправочний коефіцієнт на швидкість різання;

$$K_v = K_m \cdot K_r \cdot K_s \cdot K_f \cdot K_{\phi 1}$$

де:  $K_m$  – коефіцієнт, який враховує оброблюваний матеріал;

$K_i$  – коефіцієнт, який враховує інструментальний матеріал;

$K_1$  – коефіцієнт, який враховує довжину отвору;

де:  $K_r$  – коефіцієнт , який характеризує групу сталі по оброблюваності;

$n_v$  – показник степеня;

$\sigma_B = 314$  МПа – фактичні параметри, що характеризують оброблюваний матеріал.

$K_r = 1$  ( [3], ст. 262, табл. 2 );

$n_v = 1$  ( [1], ст. 262, табл. 2 );

$K_n = 0,8$  ( [1], ст. 263, табл. 5

$K_m = 1 \cdot (190/224)^1 = 0,848$ ;

$K_i = 1$  ( [1], ст. 263, табл. 6 );

$K_f = 0,9$  ( [1], ст. 271, табл. 18 ).  $K_{\phi 1} = 1$

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_v = 0,848 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,7632;$$

$$V = \frac{292 \cdot 0,9 \cdot 0,7632}{60^{0,2} \cdot 1,587^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} = 105,01 \text{ м/хв};$$

Частота обертів шпинделя, яка відповідає знайденій швидкості різання:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ хв}^{-1};$$

$$n = \frac{1000 \cdot 105,01}{3,14 \cdot 79,676} = 419,73 \text{ хв}^{-1};$$

Коректуємо частоту обертання згідно паспортних даних верстата

$$n = 400 \text{ хв}^{-1};$$

Дійсна подача  $S_{хв} = S_o \cdot n$ , мм/хв.;

$$S_{хв} = 0,3 \cdot 400 = 120 \text{ мм/хв.};$$

Дійсна швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м/хв};$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 79,676 \cdot 400}{1000} = 100,07 \text{ м/хв};$$

Згідно паспортних даних верстата при безступінчастому регулюванні подач дійсна подача становить:  $S_o = 0,3$  мм/об.;  $S_{хв} = 120$  мм/хв.;

Сила різання:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н4}$$

де:  $C_p = 92$  ([3], ст. 273, табл. 22) – коефіцієнт;

$x = 1$  ([3], ст. 273, табл. 22) – показник степеня;

$y = 0,75$  ([3], ст. 273, табл. 22) – показник степеня;

$n = 0$  ([3], ст. 273, табл. 22) – показник степеня

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{\sigma} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp},$$

$$K_{mp} = (\sigma_B / 750)^n$$

де:  $\sigma_B = 314$  Мпа – фактичні параметри, що характеризують оброблюваний матеріал;

$n = 0,75$  ([3], ст. 264, табл. 9) – показник степеня.

$$K_{mp} = (\text{HB}/190)^n$$

$$K_{mp} = (224/190)^{0,4} = 1,068;$$

$$K_{fp} = 0,94 \text{ ([3], ст. 275, табл. 23);}$$

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$K_p = 1 \text{ ( [3], ст. 275, табл. 23);}$$

$$K_{\lambda p} = 1 \text{ ( [3], ст. 275, табл. 23 );}$$

$$K_{rp} = 0,93 \text{ ( [1], ст. 275, табл. 23).}$$

$$K_p = 1,068 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,934;$$

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 1,587^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 100,07^0 \cdot 0,934 = 552,78 \text{ Н;}$$

Потужність різання визначаємо за формулою:

$$N_{piz} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = 552,78 \cdot 100,07 / 1020 \cdot 60 = 0,904 \text{ кВт;}$$

Згідно знайденої потужності різання проводимо перевірку достатності потужності

верстата за умовою:  $N_{piz} < N_{ун.}$

$$N_{ун.} = N_{дв} \cdot \eta,$$

де  $N_{ун.}$  -потужність на шпинделі верстата, кВт;

$N_{дв}$  -потужність двигуна верстата, кВт;

$\eta$  -ККД верстата;

згідно паспортних даних верстата 2206ВМФ4  $N=10,2$ кВт;  $\eta=0,75$ ;

$$N_{ун.} = 10,2 \cdot 0,75 = 7,65 \text{ кВт;}$$

в даному випадку  $N_{piz} < N_{ун.}$  ( $0,904 < 7,65$ ), отже потужність даного верстата достатня для механічної обробки на даних режимах;

Основний (машинний) час:

$$T_o = \frac{L_{px}}{S_o \cdot n}, \text{ хв;}$$

Де  $L_{px}$  -довжина робочого ходу інструменту, мм;

$$L_{px} = l_{piz} + l_1 + l_2 \text{ мм;}$$

де  $l_{piz}$  -довжина оброблюваної поверхні, мм;  $l_{piz} = 37$  мм;

$l_1 + l_2$  -величина врізання і перебігу інструменту, мм;

Згідно [4]  $l_1 + l_2 = 5$  мм;

$$L = 37 + 5 = 42 \text{ мм.}$$

$$T_o = \frac{42}{0,3 \cdot 400} = 0,35 \text{ хв;}$$

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5 Аналіз точності обробки, розробка карт налагодження

### 5.1 Аналіз точності обробки

Аналіз точності проводиться для тонкого розточування (кінцевої обробки) поверхні  $\varnothing 80H9^{(+0,074)}$  на горизонтально-розточному верстаті 2206ВМФ4.

Початкові дані:

Обладнання: багатоцільовий горизонтальний верстат мод.2206ВМФ4;

Матеріал оброблюваної деталі – сірий чавун СЧ15 ГОСТ 1412-85,  $\sigma_B=314$  МПа; НВ159;

Інструмент: різець, оснащений пластиною з твердого сплаву Т30К4, закріплений в державці під кутом : різець 2142-0355 Т30К4 ГОСТ 9795-84;

Геометричні параметри:  $L=60$  мм,  $l=16$  мм,  $h \times b=12 \times 12$  мм,  $\varphi=45^\circ$ ,  $\varphi_1=5^\circ$ ,  $\gamma=10^\circ$ ,  $\alpha=12^\circ$ ,  $\lambda=5^\circ$ ;

Оправка 6300-0802 ГОСТ21224-75: діаметр розточуваного отвору  $d_o=45-85$ мм; конус шпинделя 50 конусністю 7:24 згідно ГОСТ 15945-82

1) Ескіз обробки даної поверхні:

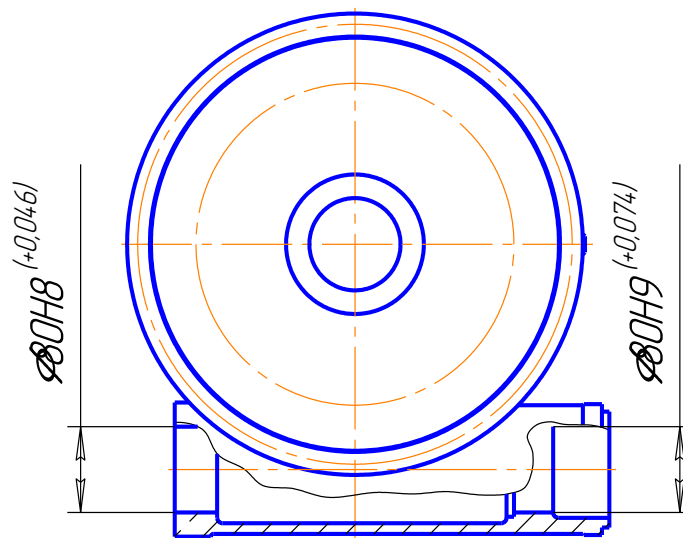


Рисунок 4 – Ескіз обробки поверхні  $\varnothing 80H9^{(+0,074)}$

2) Розрахунок величини первинних похибок. Розрахункові формули і джерела інформації для визначення параметрів приведені в таблиці 1.9.

Ескіз обробки приведено на рис. 1 графічної частини.

Похибки (основні), що впливають на точність радіуса оброблюваної поверхні – замикаючої ланки технологічного ланцюга:

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\Delta_b$  – похибка форми від геометричної неточності верстату: в радіальному напрямку  $\Delta_b$  – зумовлена радіальним биттям шпинделя, і в осьовому напрямку – зумовлена відхиленням паралельності вісі шпинделя до напрямних станини в горизонтальному напрямку. Це похибка постійна.

$\Delta_H$  – похибка налагодження системи ВПД на отримання заданого розміру. Випадкова при багаторазовому налагодженні.

$\Delta_y$  – похибка від зміни величини деформації системи ВПД внаслідок зміни сил різання, викликаних зміною глибини різання від  $t_{\max}$  до  $t_{\min}$  і зміною механічних властивостей матеріалу.

$\Delta_i$  – похибка від розмірного спрацювання різця.

$\Delta_m$  – похибка від теплового спрацювання різця.

Похибками в осьовому напрямку від розмірного спрацювання і теплової деформації нехтуємо.

Схема технологічного розмірного ланцюга показана на рисунку 3 графічного частини.

Формули для розрахунку похибки, значення параметрів, від яких залежить похибка та джерела інформації, а також результати розрахунку зведені в таблицях 1.12 та 1.13

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.11 – Розрахунок похибки обробки.

Формули та розрахунку похибки розробки	Параметри, що впливають на похибку обробки	Значення параметрів та джерело інформації
$\Delta_{eR}'' = a''/2 = 0,012/2 = 0,006 \text{ мм}$ $\Delta_{eR} = \Delta_{eR}' + \Delta_{eR}'' = 0,012 \text{ мм}$	$a''$ – постійність діаметра зразка в поздовжньому перетині, мм;	$a'' = 0,012 \text{ мм}$ (паспорт)
$\Delta_{HR} = \sqrt{(\Delta_{вим}/2)^2 + \Delta_p^2} =$ $= \sqrt{0,004^2 + 0,020^2} = 0,0204$	$\Delta_{вим}$ – похибка вимірювання, мм; $\Delta_\delta$ – похибка регулювання положення різця, мм	$\Delta_{вим} = \pm 0,004$ ([4], табл. 19, с. 565) $\Delta_p = 0,020$ ([5], табл. 26, с. 71)
$\Delta_{YR} = 11 \cdot C_p \cdot S^{Y_{py}} \cdot V^{n_{py}} \cdot K_p \times$ $\times (t_{\max}^{X_{py}} - t_{\min}^{X_{py}}) \cdot \omega =$ $= 11 \cdot 54 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 98,77^0 \times$ $\times (0,55^{0,9} - 0,280^{0,9}) \cdot 0,035 =$ $= 2,13 \text{ мкм} = 0,00213 \text{ мм}$	$S, V, t_{\max}, t_{\min}$ – режими різання; $K_p$ – поправочний коефіцієнт; $C_p, Y_{py}, n_{py}, X_{py}$ – коефіцієнти і показники степенів для визначення $P_y, H$ ; $\omega$ – податливість системи ВПД, мкм/Н;	$S = 0,4 \text{ мм/об}; V = 98,77 \text{ м/хв}; t_{\max} = 0,55 \text{ мм};$ $t_{\min} = 0,28 \text{ мм}$ – дані отримані на попередніх етапах розробки процесу обробки. $C_{py} = 54; X_{py} = 0,9;$ $Y_{py} = 0,75;$ $n_{py} = 0$ ([6], табл. 22, с. 234) $\omega_{in} = 0,035 \text{ мкм/Н}$ (паспорт)
		$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi_{py}} \cdot K_{\gamma_{py}} \cdot K_{\lambda_{py}},$ $K_{Mp} = 1,1$ (р. 1.4.2), ([6], табл. 9 с. 264) $K_{\varphi_{py}} = 0,5; K_{\gamma_{py}} = 1,4;$ $K_{\lambda_{py}} = 1$ ([6], табл. 23, с. 275) $K_p = 1,1 \cdot 0,5 \cdot 1,4 = 0,77$

Продовження Таблиця 1.11

1	2	3
$\Delta_{м.н.} = 1,2 \cdot \sqrt{\Delta_n^2 + \Delta_y^2}$ $\Delta_{м.н.} = 1,2 \sqrt{\Delta_n^2 + \Delta_y^2} + \Delta_{\epsilon}$ $\Delta_{м.н.} = 1,2 \sqrt{0,0061^2 + 0,00117^2} + 0,005 = 0,0125 \text{ мм};$ $\Delta_{м.н.д} = 2 \cdot \Delta_{м.н.} = 2 \cdot 0,0125 = 0,025 \text{ мм};$	<p><math>\Delta_{ми}</math> – похибка миттєвого розсіювання розміру з врахуванням похибки налагоджування з розрахунку на діаметр оброблюваної поверхні</p>	
$\Delta_i = U_0 \cdot (1 + V \cdot \tau / 1000) =$ $= 1,5 \cdot \left( 1 + \frac{117,81 \cdot \tau}{1000} \right) =$ $= -6 \cdot (1 + 0,09877 \cdot \tau)$	<p><math>\tau</math> – час обробки, хв;  <math>U_0</math> – відносне спрацювання різця, мкм/км.</p>	<p><math>\tau</math> – змінна величина;  <math>U_0 = 6</math> мкм/км ([5], табл. 28, с. 74) та ([4], табл. 10, с. 680)</p>
$\Delta T = -C \frac{L_p}{F} \cdot \sigma_{\epsilon} \cdot (t \cdot S)^{\frac{3}{4}} \cdot V^{\frac{1}{2}} \times$ $\times \frac{T_0}{T_0 + T_{пер}} \cdot \left( 1 - e^{-\frac{4\tau}{\tau_m}} \right) =$ $= 54 \cdot \frac{25}{144} \cdot 98,77^{0,78} \cdot 0,4^{0,72} \cdot 0,55^{0,5} \cdot$ $\cdot \frac{0,356}{0,356 + 26,174} \cdot \left( 1 - e^{-\frac{4\epsilon}{16}} \right) = 54 \cdot 0,174 \cdot$ $\cdot 36 \cdot 0,52 \cdot 0,74 \cdot 0,0134 \left( 1 - e^{-\frac{\tau}{4}} \right) =$ $= 1,8 \cdot \left( 1 - e^{-\frac{\tau}{4}} \right)$	<p><math>C</math> – константа;  <math>L_p, F</math> – виліт різця в мм і площа поперечного перерізу його державки, мм<sup>2</sup>;  <math>\sigma_{\epsilon}</math> – границя міцності оброблюваного матеріалу, кГс/мм<sup>2</sup>;  <math>t, S, V</math> – режими різання;  <math>T_0, T_{пер}</math> – основний час обробки і тривалість перерв між обробкою кожної деталі, хв;  <math>\tau_m</math> – константа знаходиться в межах 12-24 хв</p>	<p><math>C = 54</math>  <math>L_p = 25</math> мм;  <math>F = 144</math> мм<sup>2</sup>;  <math>t = 0,55</math> мм; <math>S = 0,4</math> мм/об;  <math>V = 98,77</math> м/хв;  <math>T_0 = 0,359</math> хв;  <math>T_{пер} = 26,174</math> хв;  <math>\tau_m = 16</math> хв.</p>

Результати розрахунків зводимо в таблицю 1.12

Таблиця 1.12– Результати розрахунку систематичної похибки в мкм.

$\tau$ , хв	0	5	10	15	20	30	40	50
$\Delta_i$ , мкм	0	-7,168	-10,33	-13,5	-16,67	-23,01	-29,34	-35,68
$\Delta_T$ , мкм	0	0,049	0,068	0,075	0,077	0,078	0,0786	0,0787
$\Delta_{сум.} =$ $= \Delta_T + \Delta_i$	0	-7,119	-10,26	-13,42	-16,59	-22,93	-29,26	-35,6
$\Delta_{сум.d} =$ $= 2\Delta_{сум.R}$	0	-14,24	-20,52	-26,84	-33,18	-45,86	-58,52	-71,2

Теоретична діаграма точності обробки показана на рисунку 2 графічної частини. З діаграми визначаємо технологічну стійкість інструмента  $T_T=33$  хв хв.

Оскільки  $T_e < T_T$ , то загальна похибка обробки складає (по діаграмі):

$$\Delta_{сум} = 0,1528 \text{ мм.}$$

Технологічну стійкість інструменту визначаємо за перетином  $A_H$  з нижньою границею поля допуску  $T_T=33$  хв. В даному випадку технологічна стійкість менша за економічну  $T_T < T_e$  ( $33 < 60$ ), тому загальна похибка обробки  $\Delta_{сум} = T$ .

Налагоджувальний розмір  $A_H$  визначаємо за перетином  $A_0$  з віссю ординат.

$$d_H = d_{\max} - C - 0,5\Delta_{м.н.} \quad d_H = 80,074 - 0 - 0,5 \cdot 0,025 = 80,0615 \text{ мм;}$$

Тривалість обробки до вимушеного підналагодження  $T_{підн.}$  технологічної системи:

$$T_{підн.} = \frac{T_T \cdot T'_{шт.}}{T_0}, \text{ хв;} \quad T_{підн.} = \frac{33 \cdot 17,4}{0,83} = 691,8 \text{ хв; хв;}$$

Питома вага  $C_j$  первинних похибок обробки в загальній похибці:

$$C_j = (\Delta_j / \Delta_{сум}) \cdot 100\%,$$

де  $\Delta_j$  – величина  $j$ -ої похибки.

Результати розрахунку  $C_j$  приведені в таблиці 1.13, на підставі котрих побудована гістограма похибок обробки, рисунок 4 графічної частини.

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.13 – Результати розрахунку  $C_j$ .

Позначення похибки $\Delta_j$	$\Delta_\epsilon$	$\Delta_n$	$\Delta_y$	$\Delta_{mn}$	$\Delta_i$	$\Delta_m$	$\Delta_{сист}$
Значення похибки $\Delta_j$	0,024	0,0408	0,0043	0,0732	0,0832	0,0036	0,0796
$C_j, \%$	17,71	26,70	2,81	47,91	54,45	2,36	52,09

З гістограми видно, що домінуючими похибками обробки є: похибки від розмірного спрацювання різця.

Можливими заходами по забезпеченню точності та підвищенню надійності обробки є: застосування різців з різальною частиною більш зносостійкою, наприклад з композиту 01. Одночасно можна відмітити, що застосований матеріал достатній, щоб забезпечити обробку партії деталей без переточування і замінювати його не доцільно.

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5.2 Розробка карти налагодження

Операція 005. Токарна з ЧПК.

Обладнання: Токарно-карусельний верстат з ЧПК 1512Ф1.

1) Вибір оснастки:

Пристрій: Планшайба верстата:

Інструмент:

Різець для контурного точіння  $\varphi=45^\circ$ ;  $L=170$  мм;  $l=40$  мм:

Різець 2102-0706 ВК8 ГОСТ 20871-80;

Різець розточний для глухих отворів  $\varphi=93^\circ$ ;  $L=210$  мм;  $l=140$  мм:

Різець 2141-0058 ВК8 ГОСТ 18883-73;

2) Вибір системи координат верстата з ЧПК, деталі та інструмента. Для керування рухом формоутворення інструмента потрібно визначити взаємне розміщення заготовки та інструмента в робочому просторі верстата. Це пов'язано з тим, що точність розмірів деталі витримують відносно початку координатної системи верстата, а не відносно базуючих поверхонь пристрою. Розташування окремих поверхонь і конструктивних елементів в об'ємі деталі задають у системі координат деталі, яку зв'язують із системою координат верстата. Тому під час обробки заготовок на верстатах з ЧПК використовують три системи координат: систему координат верстата (СКВ) ХУ, систему координат деталі (СКД) Хд, Уд, систему координат вихідної точки Ов.т.

Вісь Х збігається з віссю обертання шпинделя, а її додатній напрям відповідає напрямку виходу свердла з заготовки. Початок СКВ називають його нульовою точкою Ов (0). Відносно Ов в керуючій програмі задаються абсолютні переміщення робочих органів.

Систему координат вихідної точки вибираємо в робочій зоні верстата на певній відстані від деталі для зручності затискання заготовки, зменшення довжин холостих ходів та допоміжних ходів, безпечності заміни інструменту. У вихідній точці Ов.т починається програмоване переміщення інструмента по керуючій програмі. Положення точки Ов.т задають в СКВ і зв'язують з базуючими елементами пристрою для затискання деталі відстанями  $x_d=0$ ,  $u_d=0$ ,  $x_v=0$ ,  $u_v=0$ .

Координати опорних точок наведено в таблиці 1.14

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.14– Координати опорних точок при виконанні операції 005

Точка №п/п	Координати в СКВ, мм		Точка №п/п	Координати в СКВ, мм	
	X	Y		X	Y
1	190	134	1	193,5	133
2	218	134	2	193,5	133
0; 3	500	500	3	193,5	7
1	191,5	138	0; 4	500	500
2	191,5	118	1	37	30
0; 3	500	500	2	68	30
1	192,5	138	0; 3	500	500
2	192,5	118	1	37	29
0; 3	500	500	2	68	29
			0; 3	500	500

СКД використовуємо для завдання розмірів деталі за допомогою координат опорних точок. Початок СКД (нульову точку деталі) Од вибираємо так, щоб більшість точок деталі мали додатні значення координат. Напрями координатних осей СКД вибираємо такими самими, як і в СКВ.

### 3) Налагодження верстата з ЧПК.

Досягнення заданої точності розташування оброблених на верстаті з ЧПК поверхонь відносно баз заготовки пов'язане з необхідністю точного вимірювання положення СКД, тобто положення установочних елементів пристрою або баз заготовки відносно СКВ. Орієнтацію заготовки в пристрої проводимо по площині і трьох поверхнях за допомогою двох підпружинених важелів.

Налагодження нульового положення (вихідна точка Ов.т) здійснюється по осі деталі. В комплекс прийомів по налагодженню входять: Витрати часу на налагодження нульового положення враховуються в комплексі підготовчо-заключного часу  $T_{п.з.}$

### 4) Розрахунок координатних переміщень.

При обробці деталей на верстатах з ЧПК необхідно забезпечити мінімальне переміщення інструмента при підході до деталі. Для токарно-карусельному верстаті з ЧПК 1512Ф1 відстань  $Y_n$ , мм від бази деталі до торця шпинделя, що знаходиться в позиції початку циклу обробки, визначається за формулою:

									Арк.
									45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ				

$$Y_n = L + R + H + l,$$

де:  $L$  – налагоджувальний розмір інструмента, мм;

$R$  – відстань швидкого переміщення інструмента до деталі, мм;

$H$  – висота деталі (довжина обробки), мм;

$l$  – робоче переміщення інструмента до оброблюваної деталі, мм.

Практично  $Y_n$  розраховуємо наступним чином. Із намічених для використання інструментів достатньо вибрати той, у якого максимальний налагоджувальний розмір  $L_{max}$ . Тоді:

$$Y_n = L_{max} + R + H + l,$$

В нашому випадку  $L=170$ мм: Різець розточний для глухих отворів

$$\varphi=93^\circ; L=210 \text{ мм}; l=140 \text{ мм};$$

Різець 2141-0058 BK8 ГОСТ 18883-73;

$$H=210\text{мм}; l=5\text{мм}; R=0\text{мм}.$$

Тоді:

$$Z_n = 210 + 105 + 37 + 5 = 357 \text{ мм}.$$

#### 5) Кодування інформації.

На токарно-гвинторізному верстаті 1512Ф1 використовують пристрій числового програмного керування (ПЧПК) апаратного типу (NC) 2ПЗ2-3. В апаратному ПЧПК алгоритм роботи реалізується схемним шляхом і не може бути змінений після виготовлення пристрою. Такі ПЧПК випускаються з вводом керуючої програми на перфострічці.

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.15-Розрахунково-технологічна карта на токарно-карусельну опер.005

Деталь		операція				верстат					Система ЧПК			
Корпус НПО-25.08.201968		005. Токарно-гвинторізна				1512Ф1					2П32-3			
Геометрична інформація						Технологічна інформація								
№ о. т.		X (ΔX) мм	Z (ΔZ) мм	L, мм	K, мм	t, мм	S, мм/ об	S, мм/ хв	V, м/хв	N, хв. <sup>-1</sup>	Напр. оберт.	Охолодже	№ інстр.	L, № корек-гора
Ко н- ту р	Екві- дис- танта													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0		500	500	0	0								1	101
1		94	72	406	12	2	0,3	75	108	250	Пр.	+		
2		94	72	0	0	2	0,3	75	108	250	Пр.	+		
3		500	500	406	12									
0		500	500	0	0								2	
1		93	72	407	12	1	0,2	100	95,7	500	Пр.	+		102
2		93	72	0	0	1	0,2	100	95,7	500	Пр.	+		
3		500	500	407	12									
0		500	500	0	0								3	
1		96	33	406	16	2	0,2	50	193,41	250	Пр.	+		103
2		89	33	7	0	2	0,2	50	93,4	250	Пр.	+		
3		89	15	0	18	2	0,2	50	193,4	250	Пр.	+		
0		500	500	411	18								4	
1		500	500	0	0									104
2		96	34	404	16	1	0,2	142	97,21	710	Пр.	+		
3		88	34	7	0	1	0,2	142	97,219	710	Пр.	+		
4		500	500	412	19	1	0,2	142	7,21	710	Пр.	+		
0		500	500	0	0								5	
1		96	10	404	19	2	0,3	36	91,85	1200	Пр.	+		105
2		45	10	51	0	2	0,3	36	91,85	1200	Пр.	+		
3		48	7	3	3									
0		500	500	402	19								6	
1		500	500	0	0	1	0,2	36	163,21	1600	Пр.	+		106
2		96	7,5	402	19	1	0,2	36	63,2	1600	Пр.	+		
3		500	500	404	19									

Керуюча програма кодується на перфострічці за допомогою міжнародного двійково-десятькового коду ІСО-76іт (ГОСТ 13052-87), який є семи розрядним і дозволяє кодувати 128 символів. Коди режимів роботи системи ЧПК, що задаються адресою G, і допоміжні коди, що задаються адресою M по ІСО-76іт, наведені в таблиці 1.16.

																				Арк.	
																					47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата																Арк.	
																				47	

МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ

Таблиця 1.16 – Коды режимів роботи системи ЧПК та допоміжні коди

Код	Найменування
G01	Лінійна інтерполяція (нормальний розмір)
G17	Вибір площини обробки ХУ
G25	Початок відрахунку координат
G40	Відміна корекції положення інструменту
G42	Корекція положення інструменту
G60, G61	Точне позиціювання Х і Y
G81	Постійний цикл при свердлінні отворів
G82	Постійний цикл при зенкеруванні отворів
G91	Переміщення в абсолютній системі координат
M00	Безумовна зупинка
M02	Кінець програми
M03	Обертання шпинделя за годинниковою стрілкою
M05	Зупинка шпинделя
M06	Зміна інструмента
M08	Включення охолодження
M09	Виключення охолодження

Коди подач, частоти обертання шпинделя наведені в таблиці 1.17.

Кожен код G, F, S, T, M діє в наступних кадрах до вводу нового коду по даній адресі. Програма обробки для токарно-карусельної операції 005 приведена в таблиці 1.18.

Таблиця 1.17 – кодів чисел обертів і кодів подач для верстата мод. 1512Ф1

Число об.шпинд., хв, <sup>-1</sup>	35,5	50	71	100	140	200	280	400	550	780	1100	1600							
Код	Число	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12						
	Адреса	S																	
Подача S, мм/об	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	
Код	Число	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Адреса	F																	



## 6 Проектування керуючої програми обробки отворів для верстата з ЧПК

Корпус НПО-25.08.201968 містить ряд отворів, для обробки яких використовується вертикально-фрезерний верстат з ЧПК. Необхідно розробити керуючу програму для цього верстату.

Для розробки КП було використано систему SprutCAM 2007. Ця комп'ютерна САМ-система дозволяє проектувати обробку на верстатах з ЧПК токарної та фрезерної груп.

Для проектування керуючої програми необхідно в дану систему в якості початкових даних імпортувати тривимірну твердотільну модель оброблюваної деталі.

Створення 3-D моделі деталі «Корпус редуктора» проводили в системі Компас-3D. Корпусні деталі, на відміну від тіл обертання, потребують значно більше дій для створення комп'ютерної твердотільної моделі. При створенні такої моделі буває необхідним додатково до основних координатних площин створювати допоміжні площини для побудови ескізів операцій.

На рис.5-13 подано скріншоти етапів створення тривимірної моделі деталі.

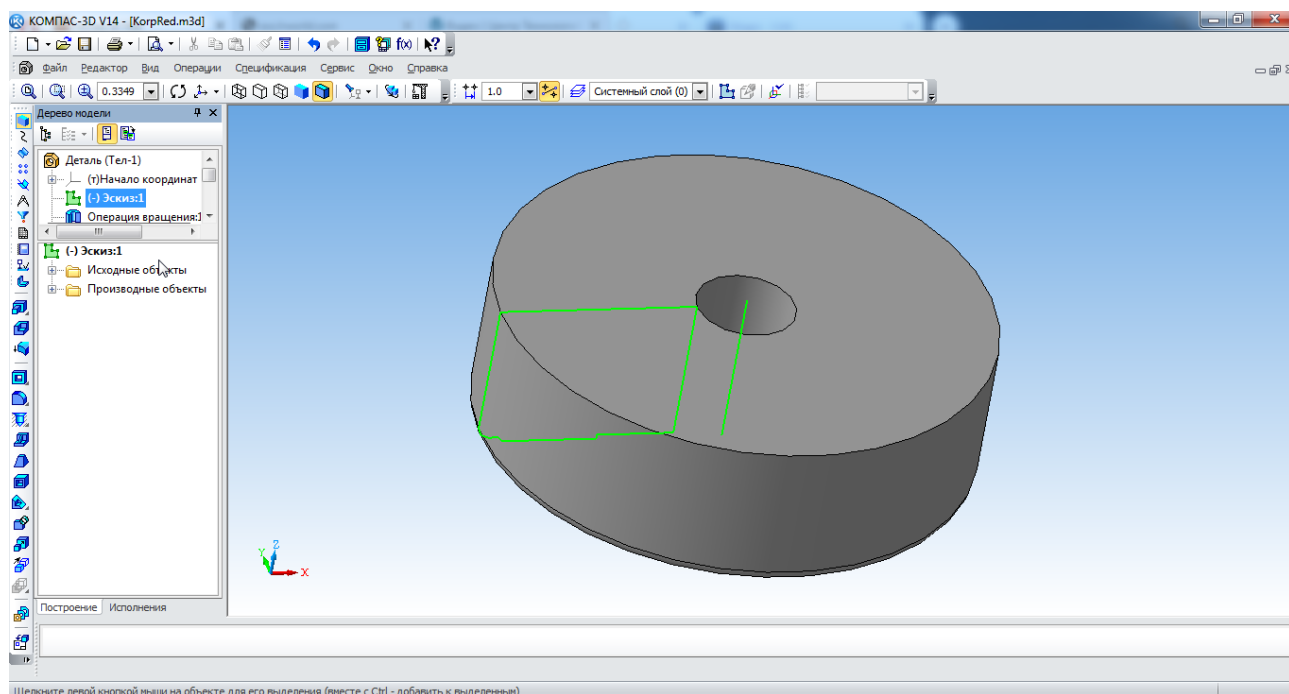


Рисунок 5 – Створення заготовки корпусу для шестерні редуктора

									Арк.
									50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ

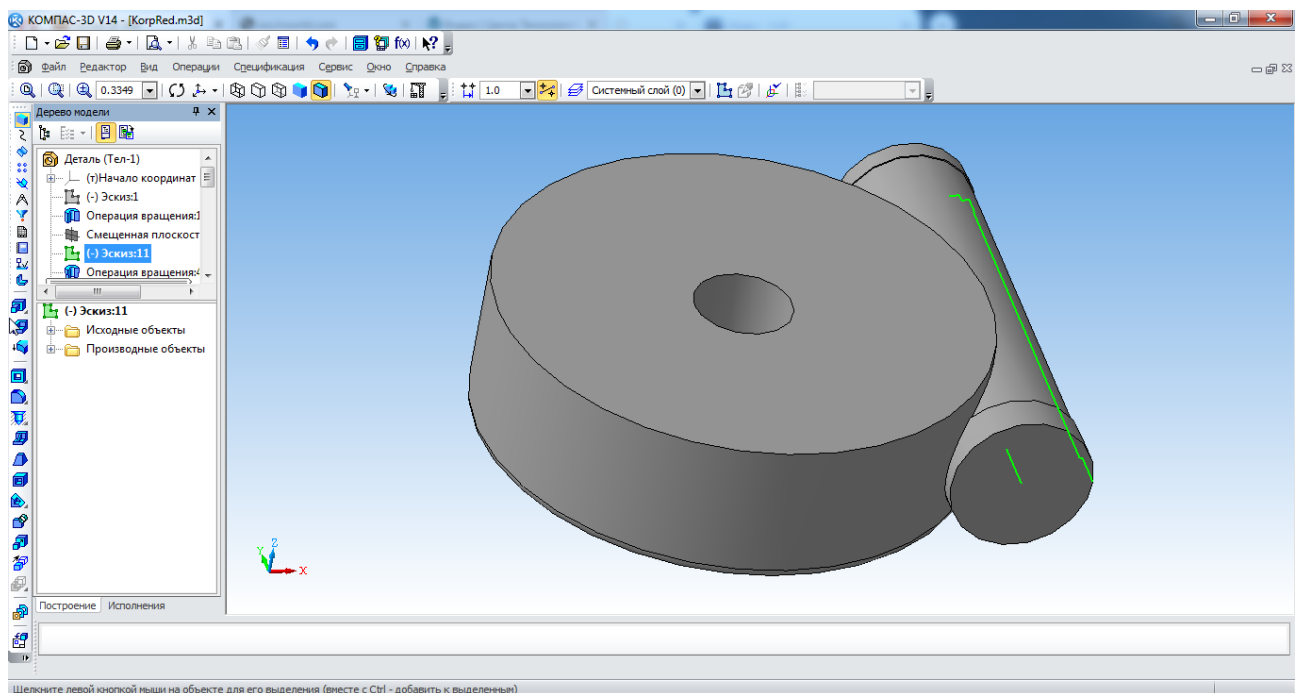


Рисунок 6 – Долучення заготовки корпусу для черв'яка

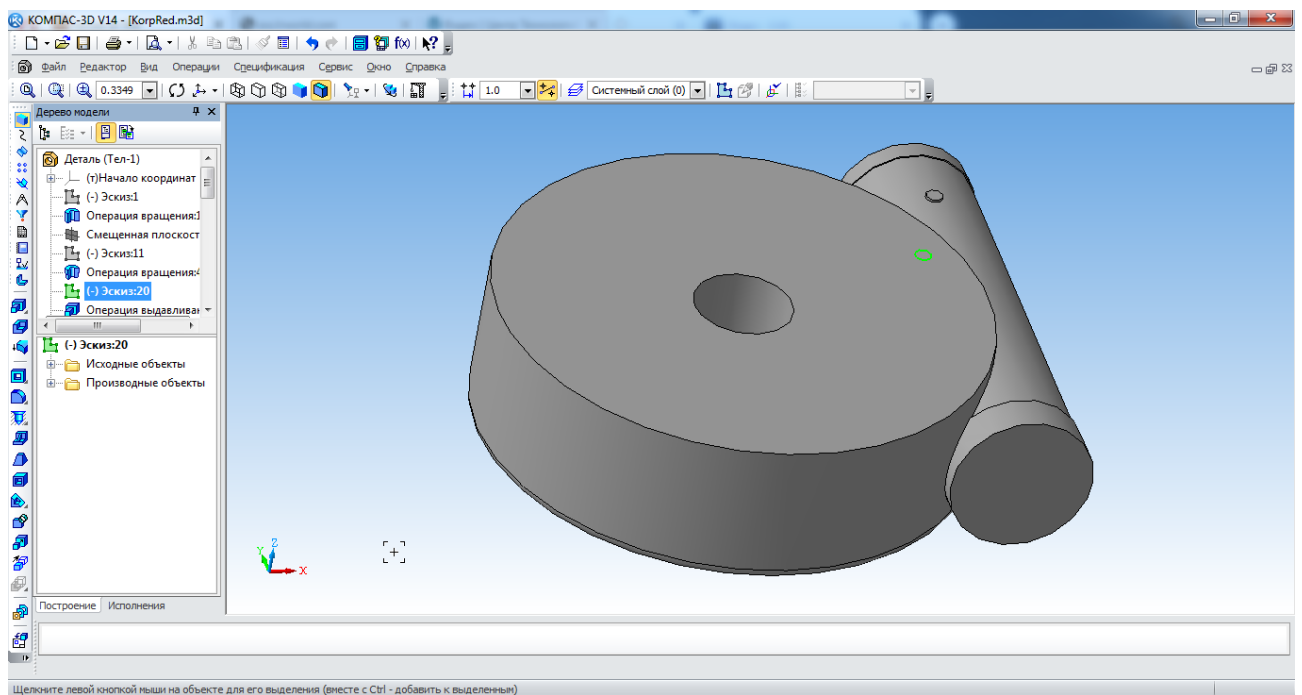


Рисунок 7 – Видавлювання бобики

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

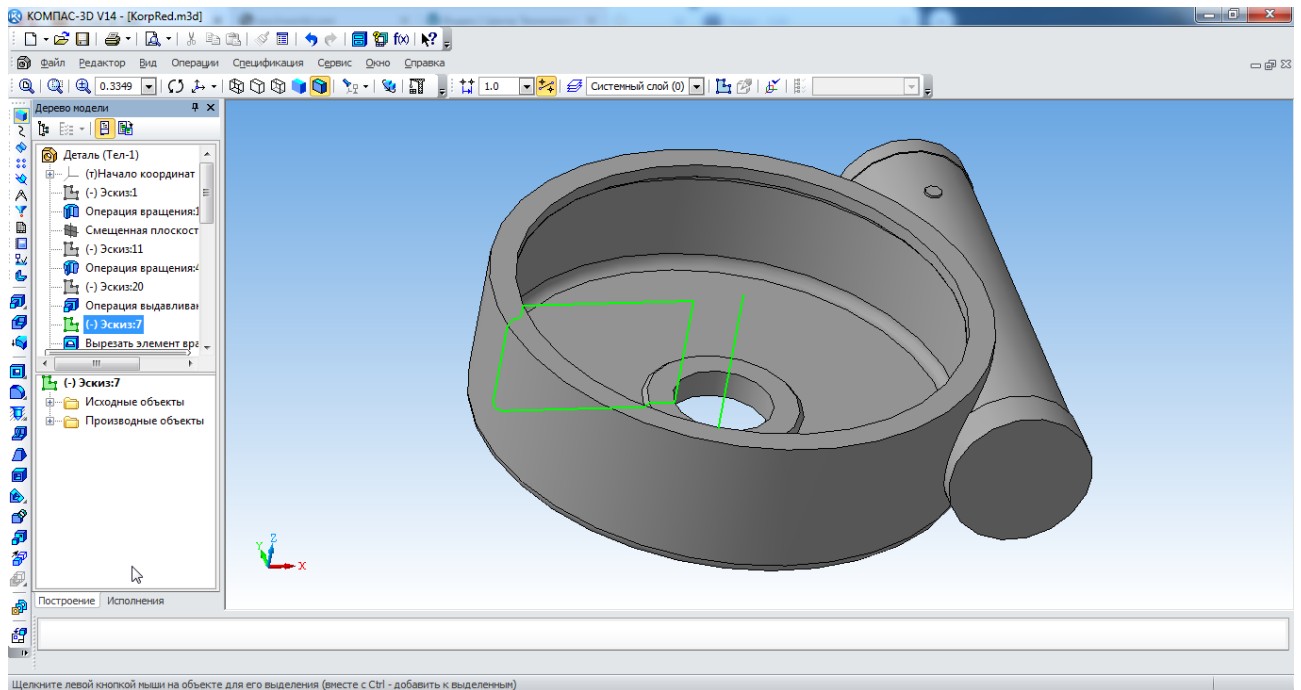


Рисунок 8 – Вирізання обертанням порожнини під колесо

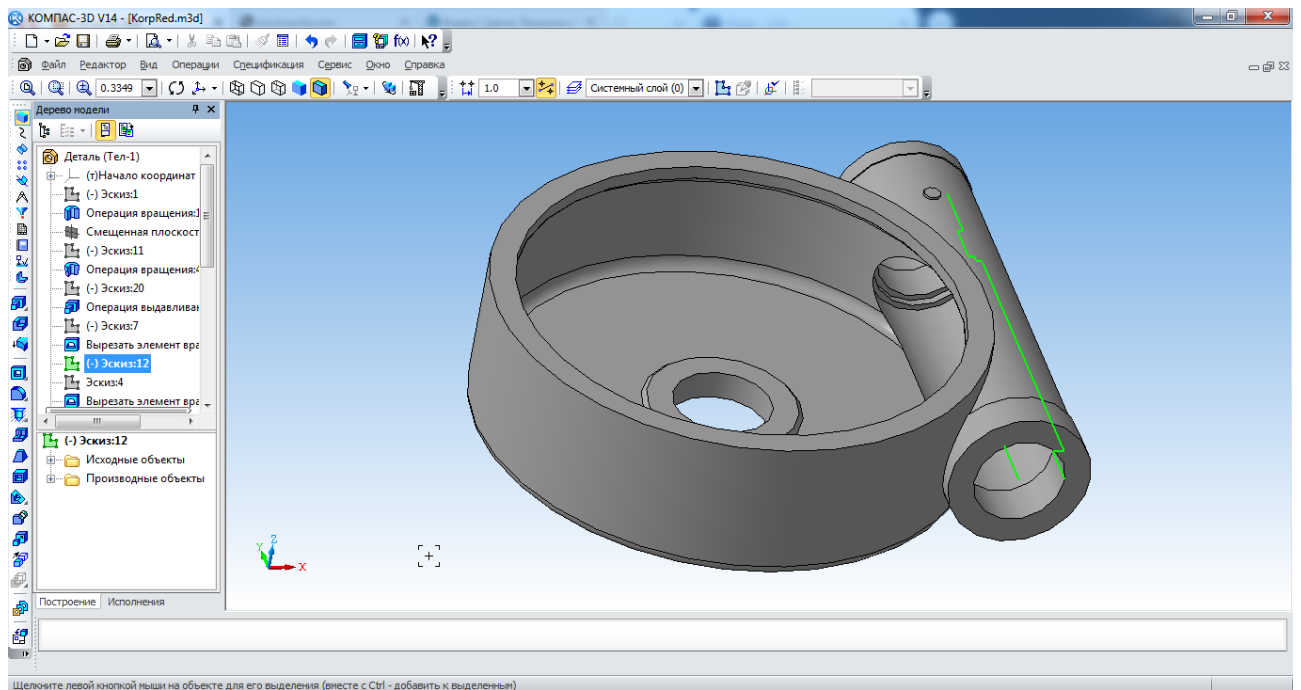


Рисунок 9 – Вирізання обертанням порожнини під черв'як

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

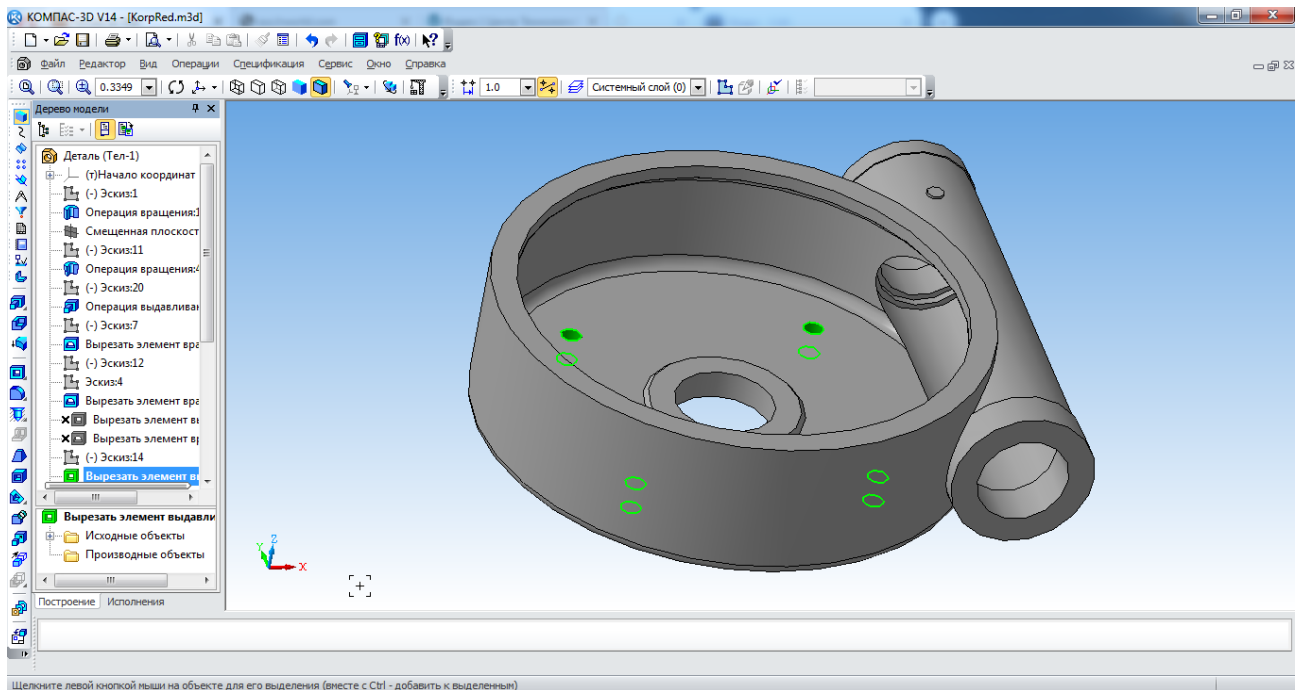


Рисунок 10 – Вирізання наскрізних отворів

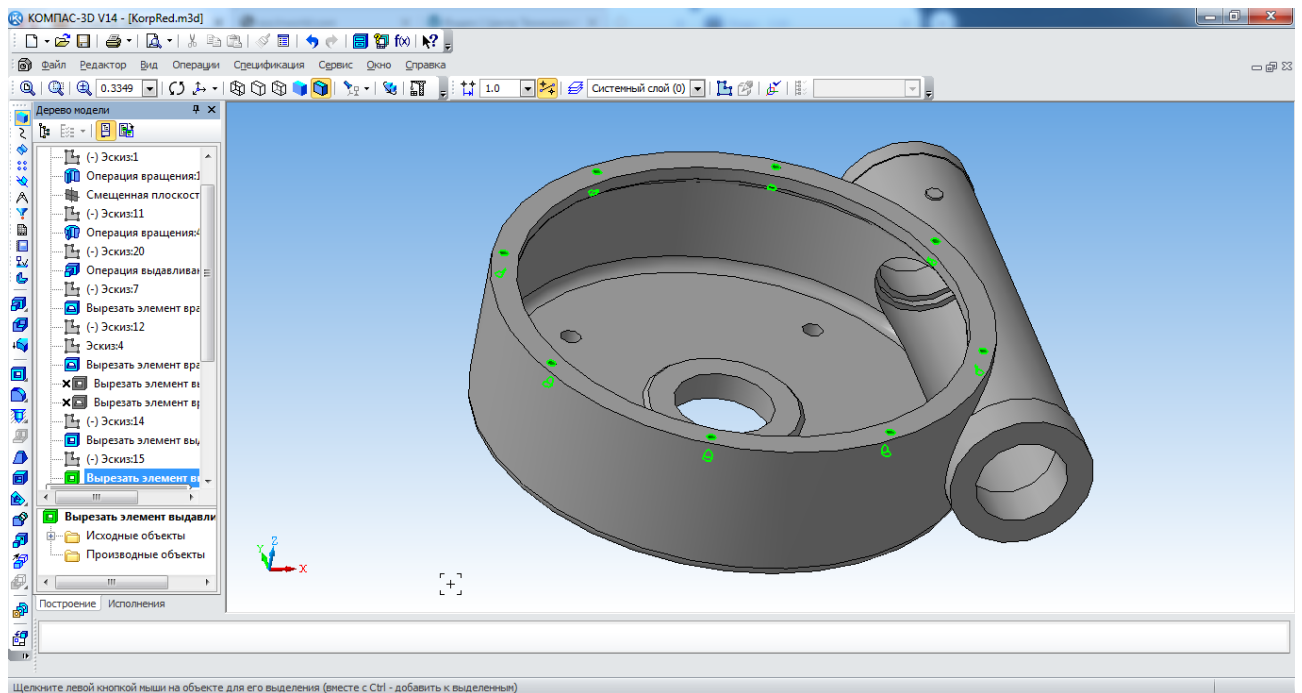


Рисунок 11 – Вирізання масиву глухих кріпильних отворів під кришку

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

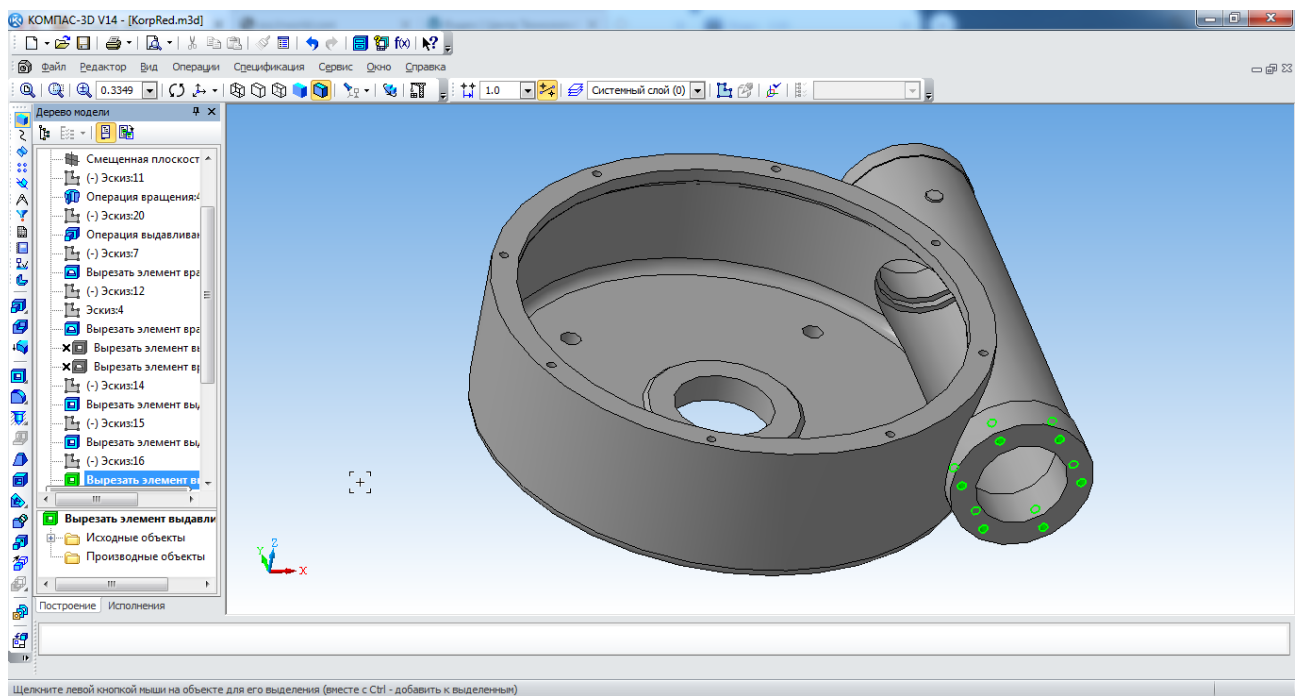


Рисунок 12 – Вирізання масиву глухих отворів

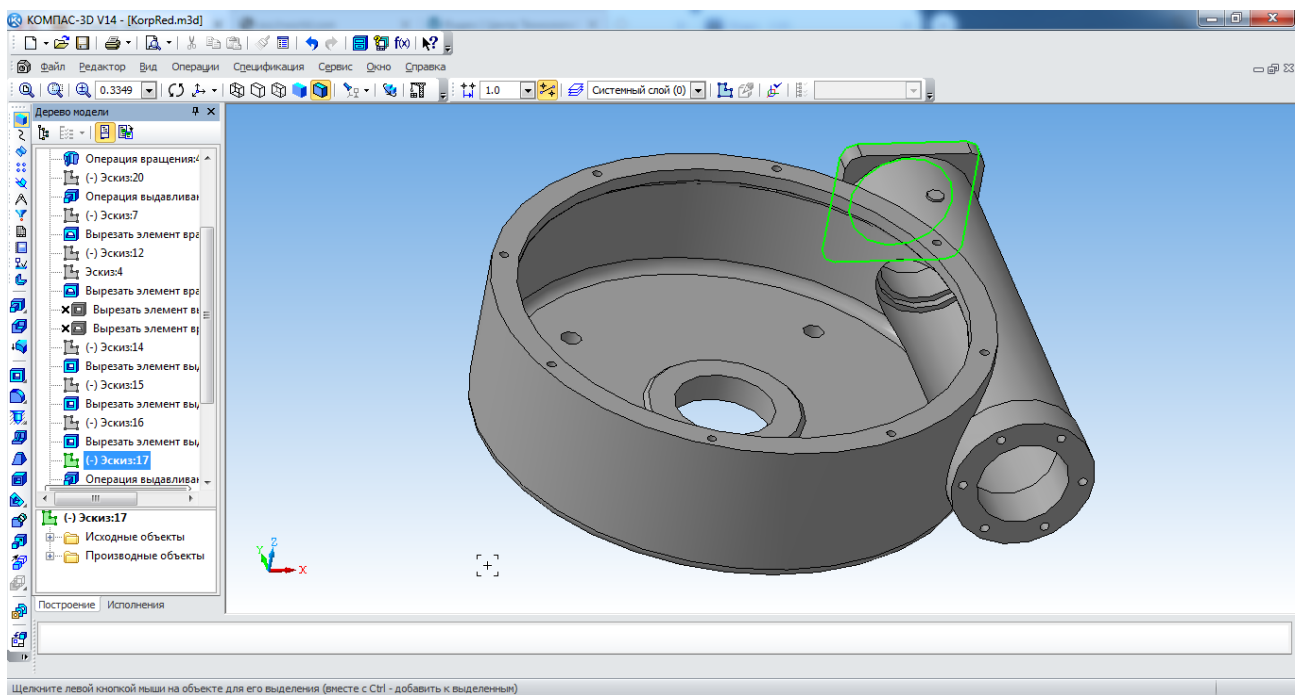


Рисунок 13 – Додавання фланця

										Арк.
										54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ

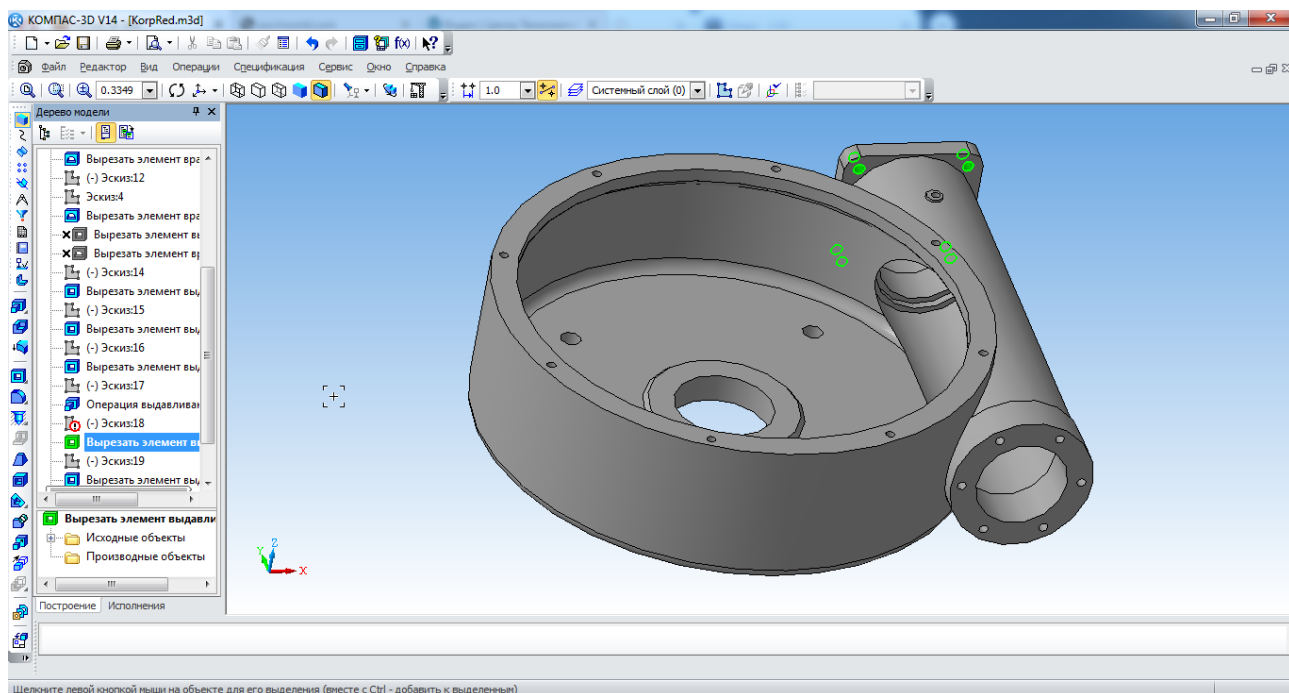


Рисунок 14 – Вирізання отворів у фланці

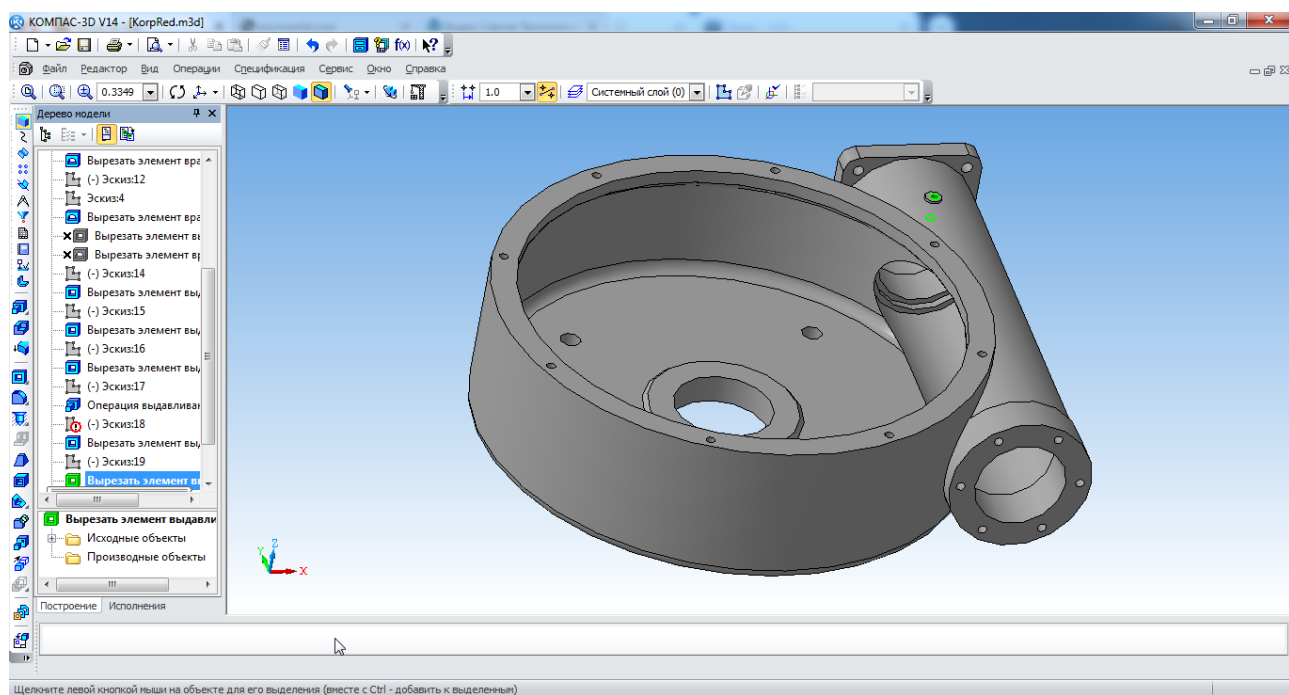


Рисунок 15 – Вирізання наскрізного отвору

Побудована 3D-модель деталі була записана в універсальному графічному форматі \*.igs. Він використовується для переносу інформації між різними системами проектування. Цей файл було імпортовано у систему Sprut-CAM (рис.16).

					MP.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

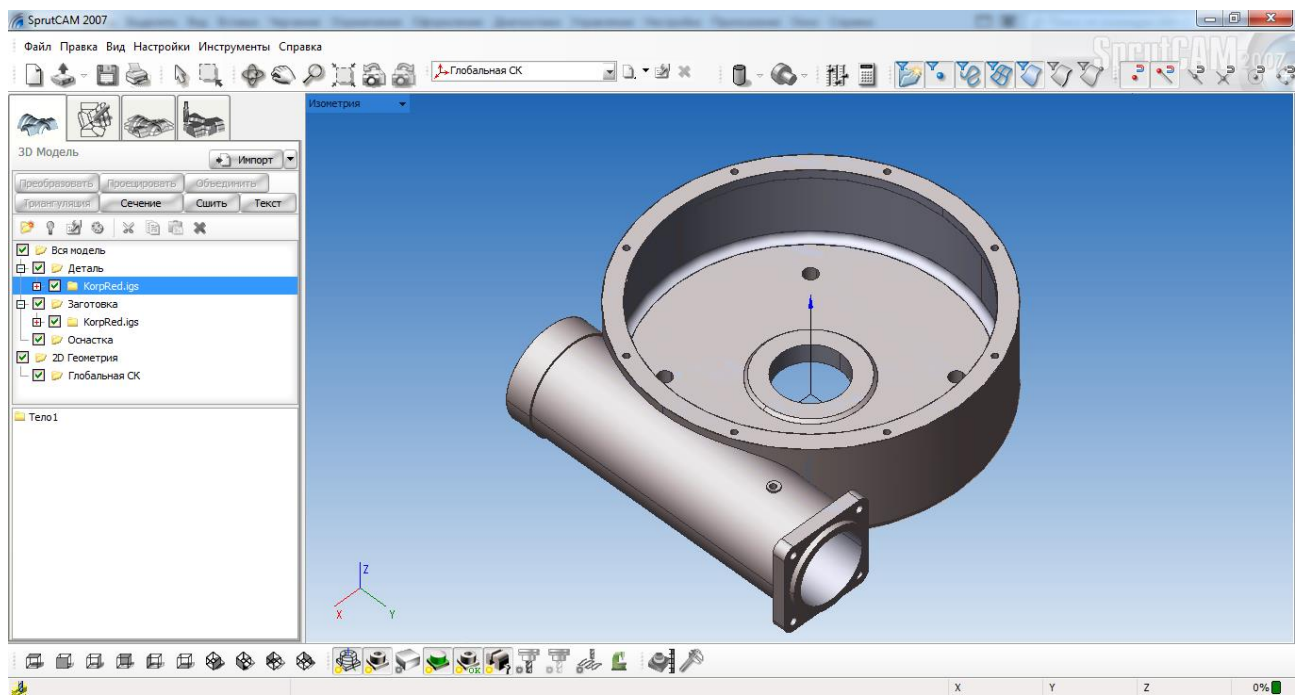


Рисунок 16 – 3D-модель корпусу, імпортована у систему Sprut-CAM

В якості заготовки імпортуємо цей самий файл моделі. На вкладці «Технологія» вибираємо верстат з ЧПК, на якому буде проводитись обробка. Далі треба спроектувати всі переходи обробки отворів. При цьому враховуємо параметри розробленого технологічного процесу, задаючи відповідні дані у робочих завданнях для кожного виду робіт (рис.17-29).

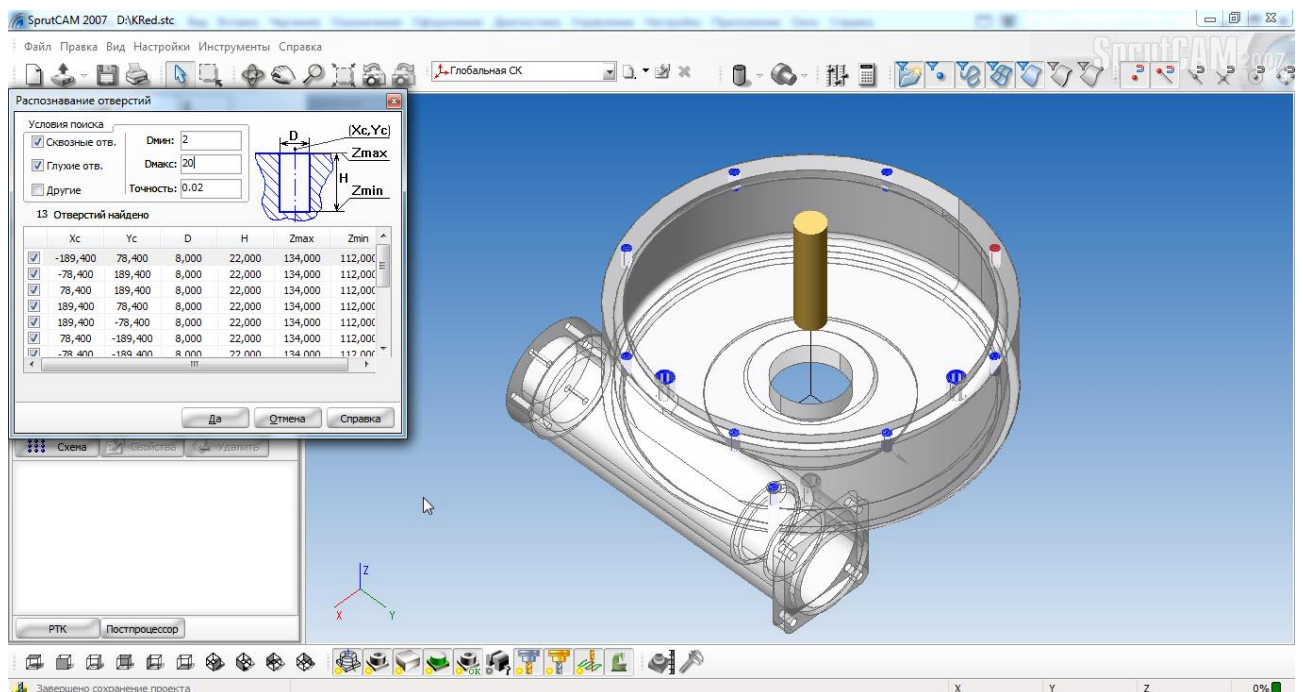


Рисунок 17 – Розпізнавання отворів

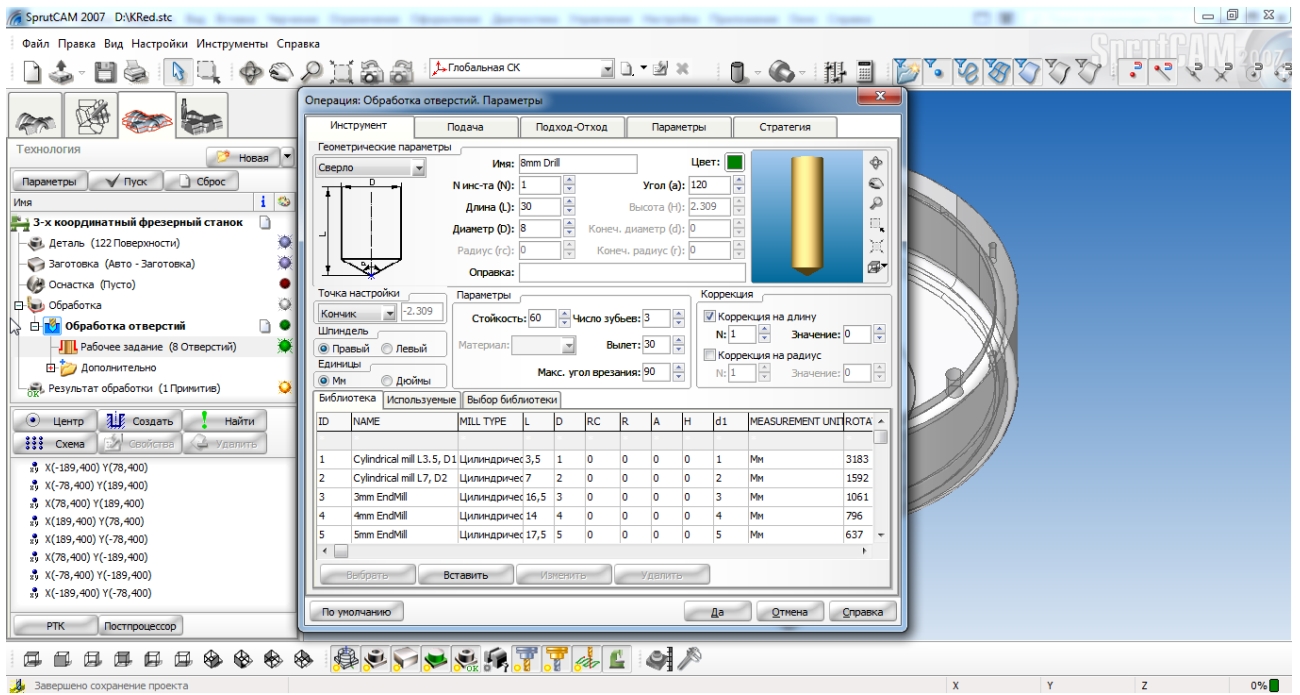


Рисунок 18 – Задавання параметрів свердління отворів  $\varnothing 8$

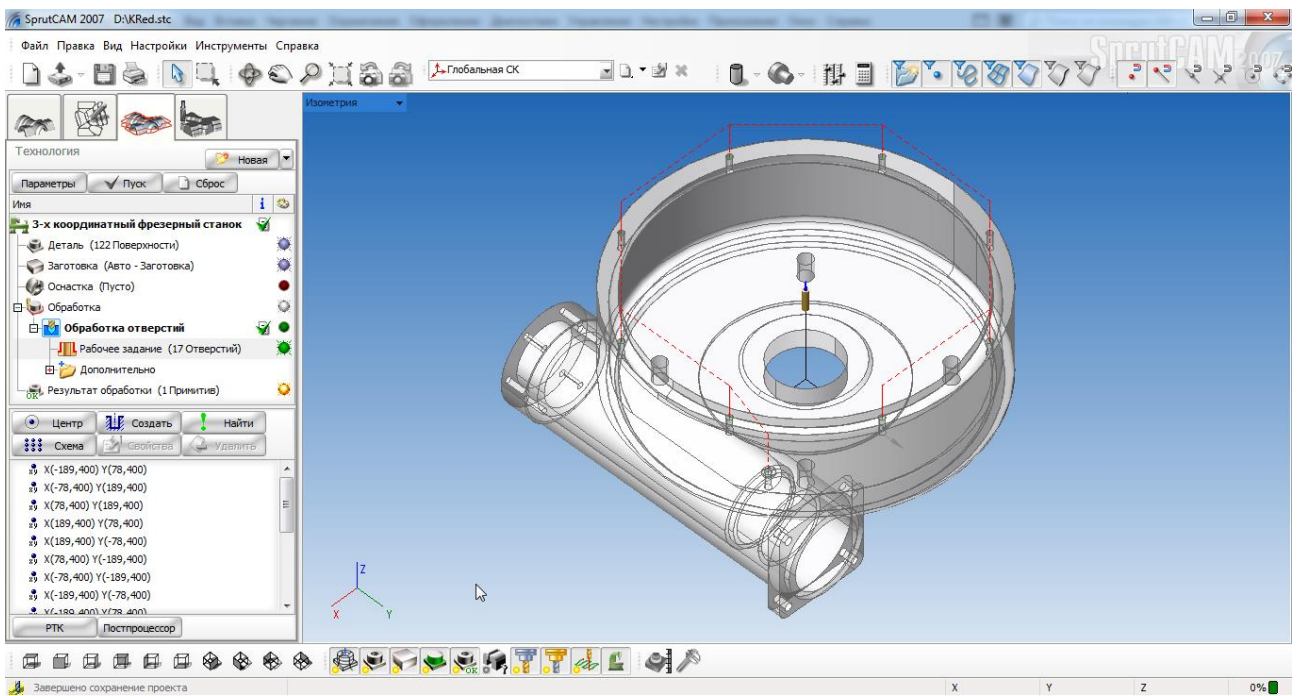


Рисунок 19 – Проектування обробки отворів  $\varnothing 8$

					MP.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

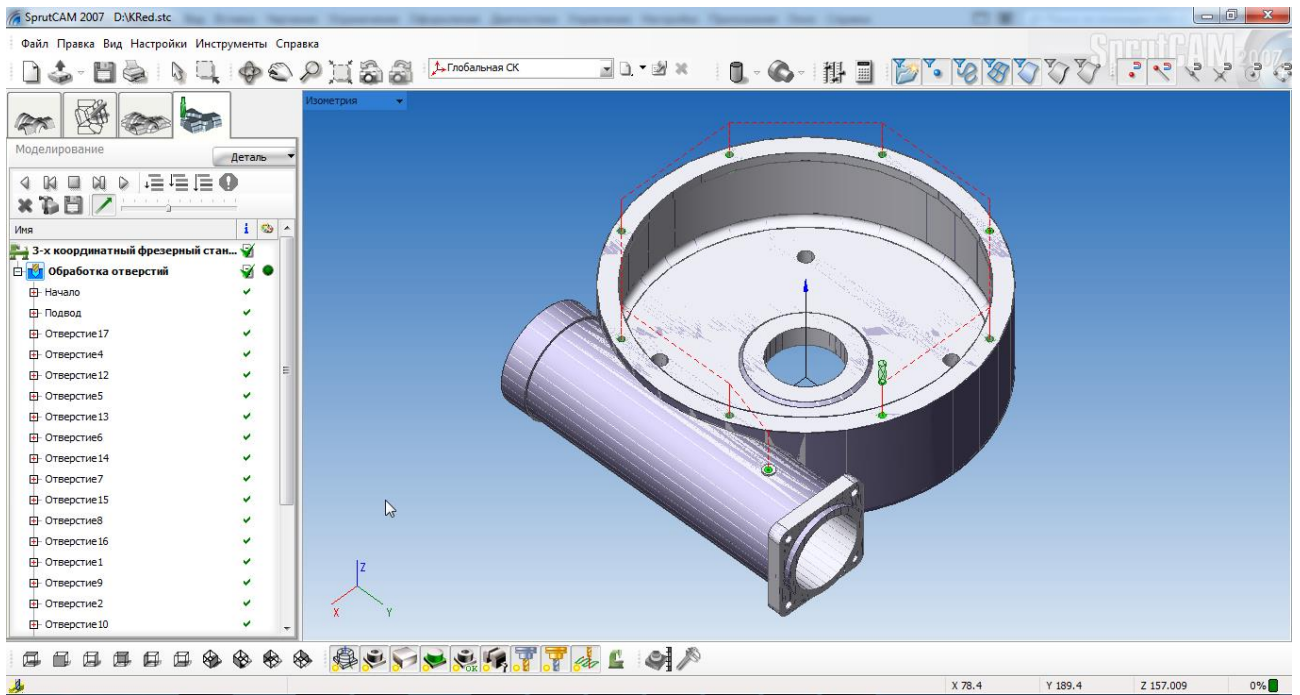


Рисунок 20 – Моделювання обробки отворів  $\varnothing 8$

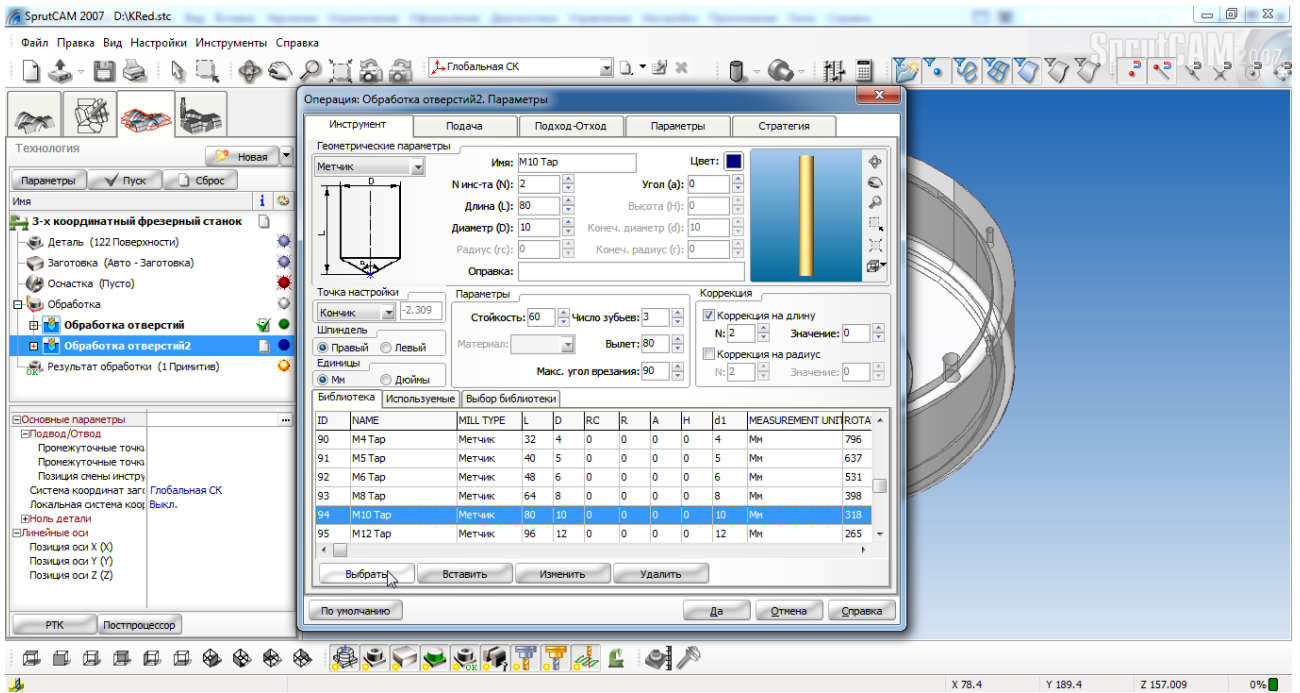


Рисунок 21 – Вибір мітчика для нарізання різьби M10

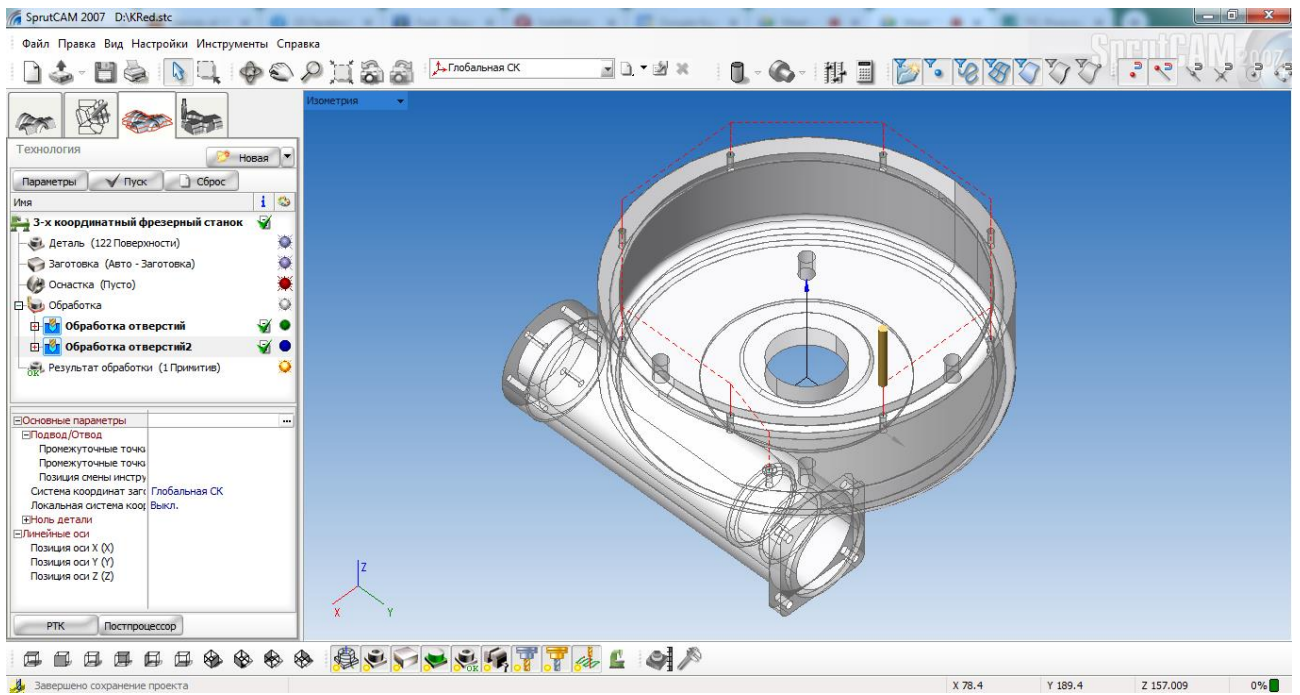


Рисунок 22 – Проектування нарізання різьби M10

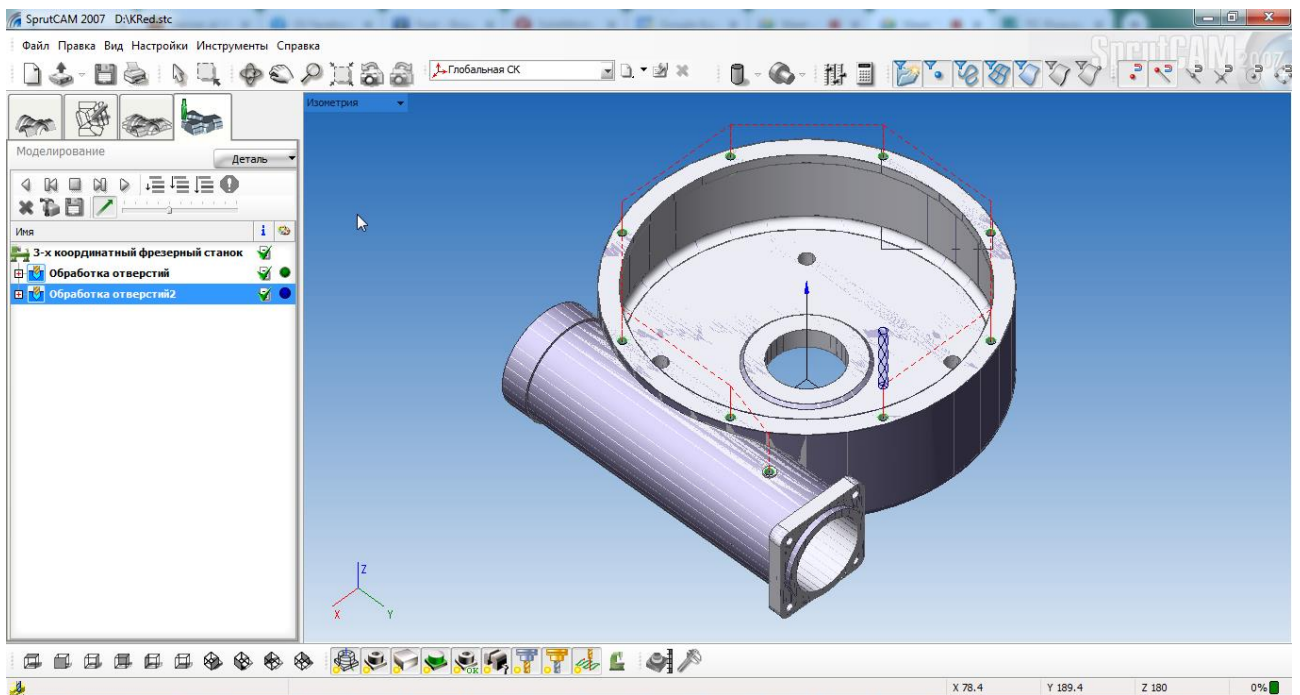


Рисунок 23 – Моделювання нарізання різьби M10

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

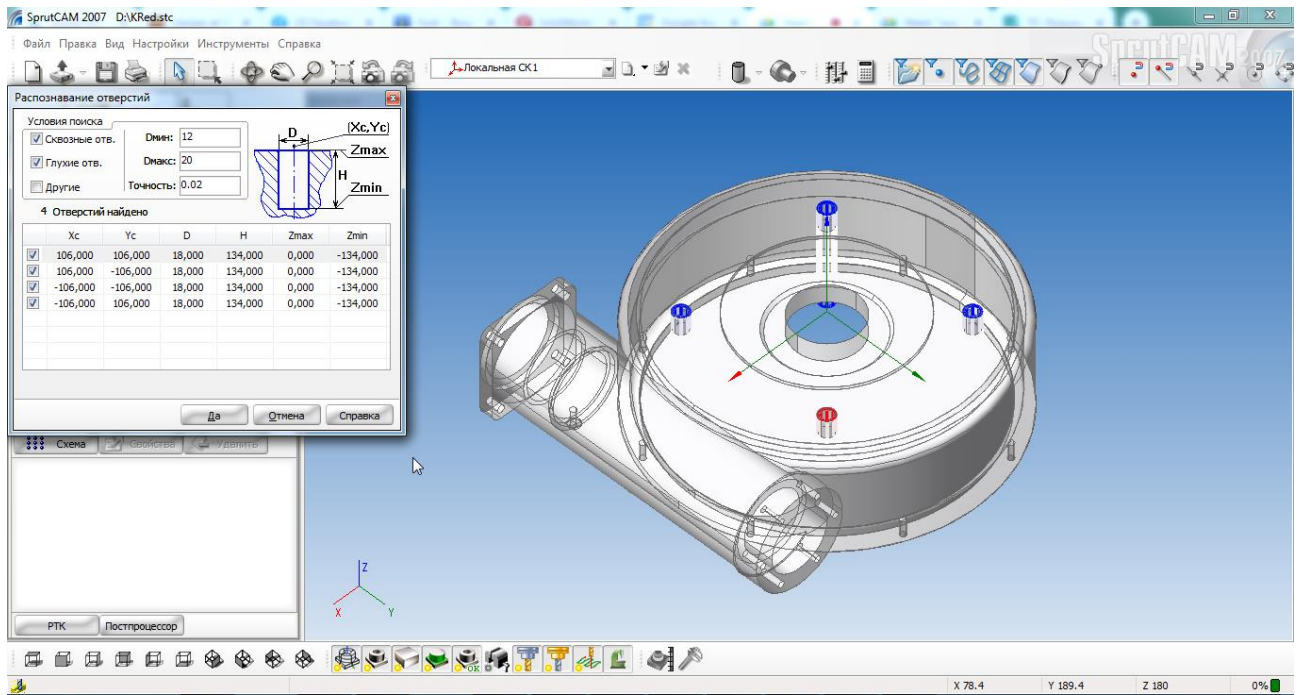


Рисунок 24 – Автоматичний пошук отворів

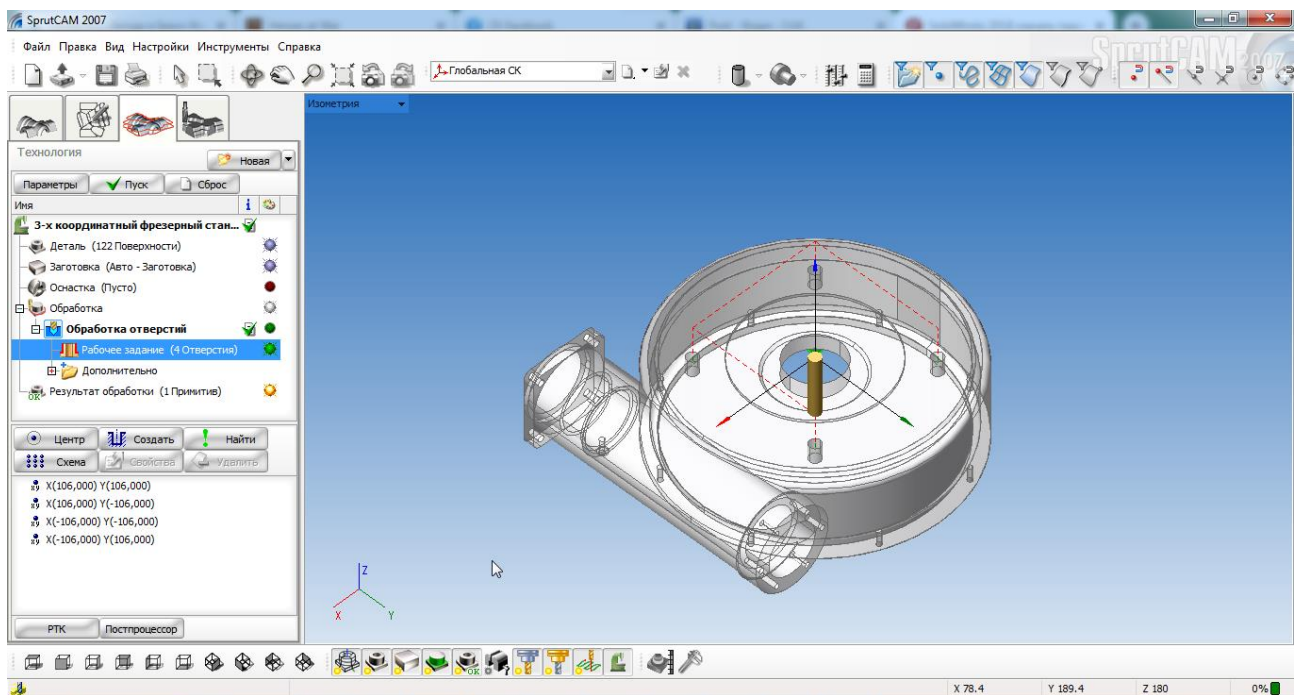


Рисунок 25 – Проектування обробки отворів  $\varnothing 18$

									Арк.
									60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ				

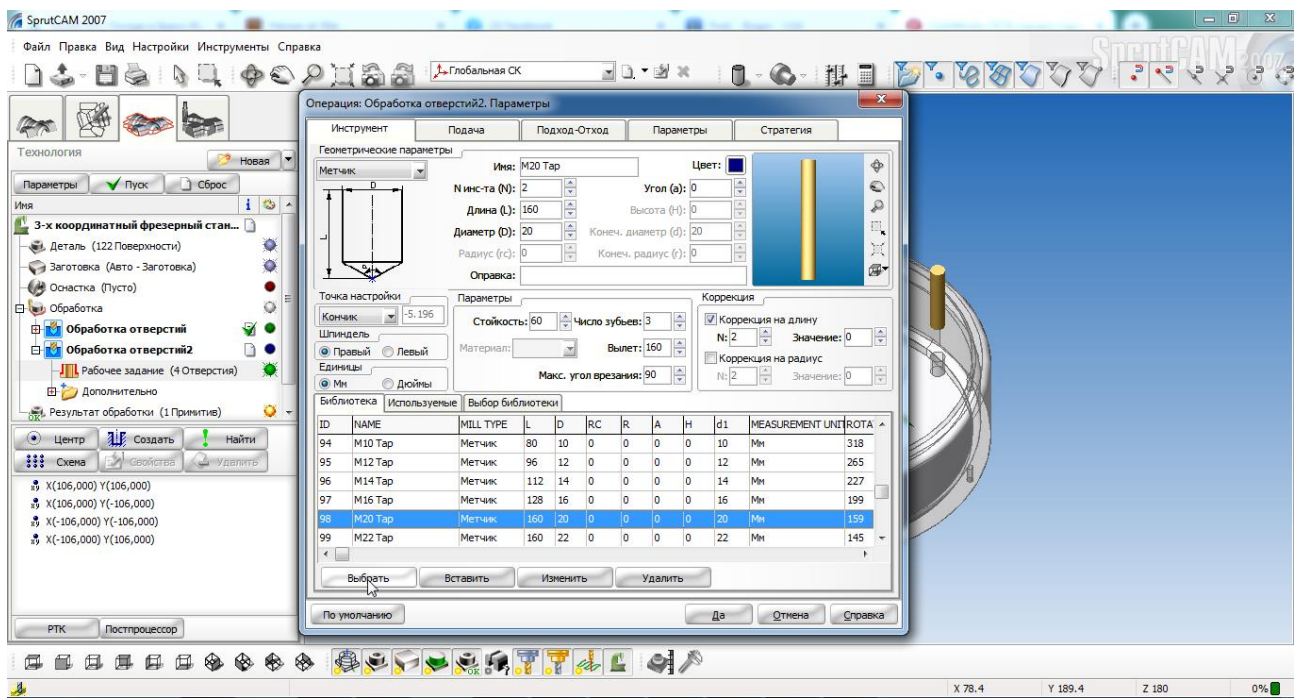


Рисунок 26– Вибір параметрів нарізання різьби M20

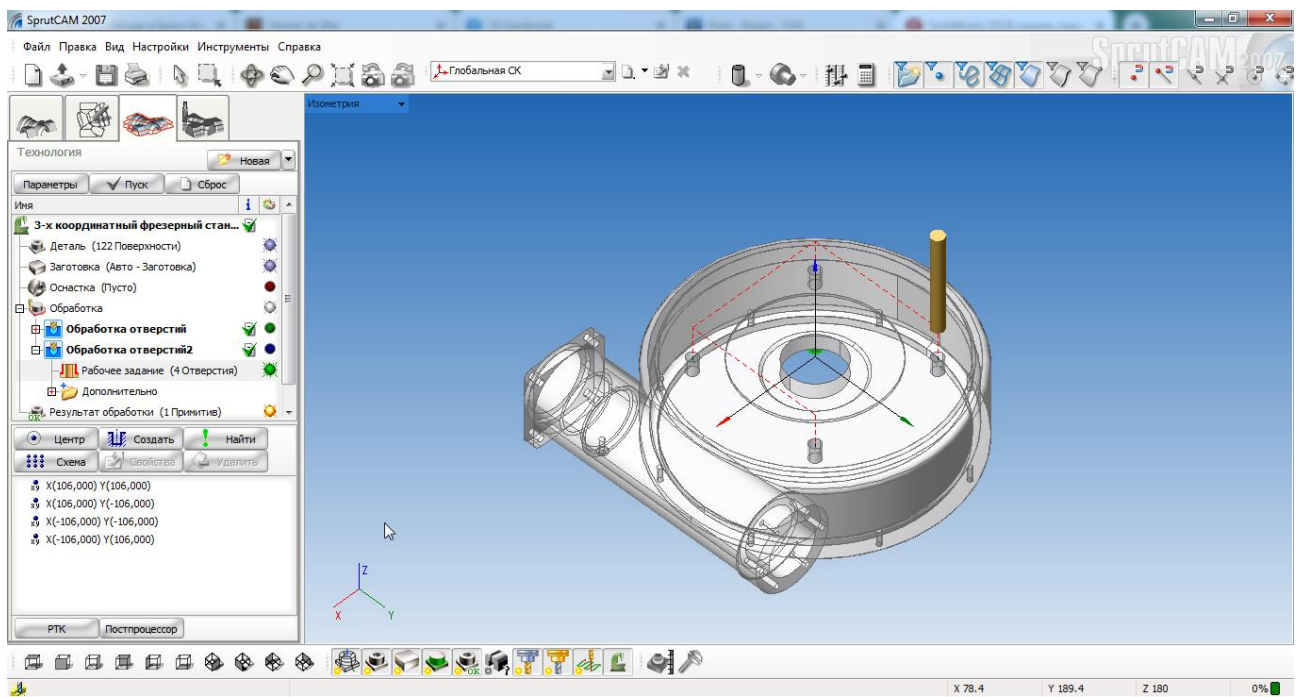


Рисунок 27 – Проектування нарізання різьби M20

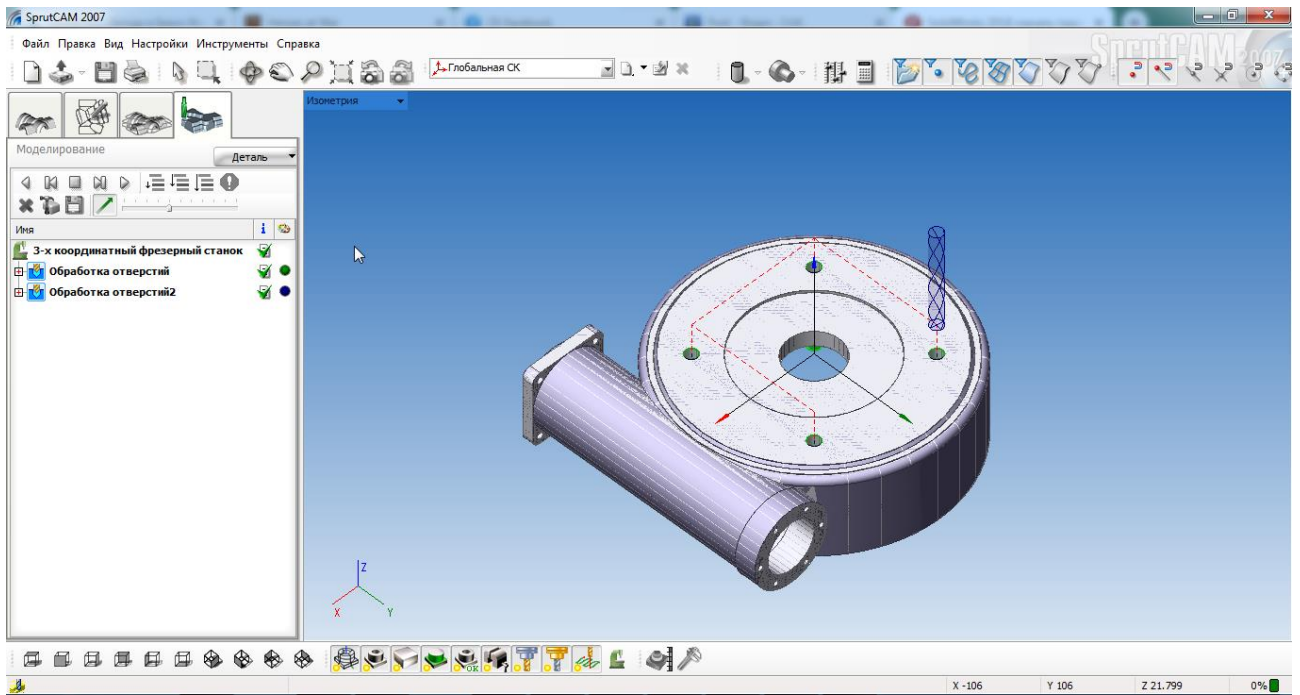


Рисунок 28 – Моделювання нарізання різьби M20

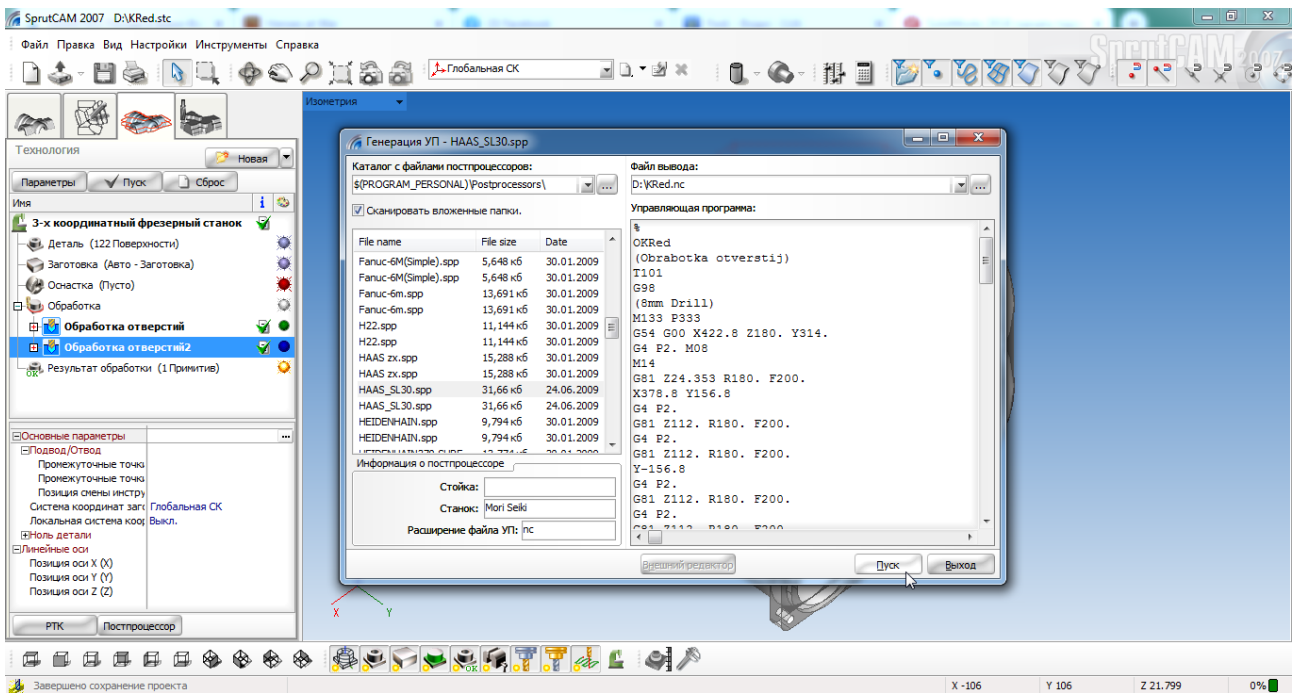


Рисунок 29 – Генерування керуючої програми для ЧПК

Текст розробленої керуючої програми для ЧПК подано у Додатку.

					Арк.
					62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

## 6 Нормування технологічного процесу

Операція 020. Горизонтально-розточна.

Початкові дані:

-обладнання: багатоцільовий горизонтальний верстат мод.2206ВМФ4;  
розміри робочої поверхні стола 400x500 мм;розміри деталі 410x490 мм;

1) Основний час

$$T_o=13,493хв;$$

2) Підготовчо-заклучний час згідно [1].с.110-111:

-встановлення пристрою на столі верстата 4-ма болтами 18хв;

-встановлення інструментів в гнізда інструментального магазину в кількості 15 штук 12хв;

-на отримання інструменту, оснастки і здача його в кінці обробки партії деталей 14хв;

-на встановлення керуючої програми 4хв;

$$T_{п.з.}=18+12+14+4=48 хв;$$

3) Час на встановлення і знімання деталі:

При установці в пристрій з пневмозатиском деталі масою 48 кг

$$T_{уст}+T_{зо}=0,5хв;$$

4) Час на прийоми керування верстатом:

- включити верстат кнопкою 0,01хв; [1].с.203

-зміна інструмента в магазині  $0,03 \cdot 15=0,45$ хв; [1].с.205

-переміщення інструменту до деталі і відведення  $0,03 \cdot 21=0,63$ хв;

$$T_{упр}=0,01+0,45+0,63=1,09хв;$$

5) Час на вимірювання:

При вимірюванні нутроміром мікрометричним розмірів  $\phi 80H11(+0,074)$   
 $t_1=0,16$ хв;  $\phi 90H14(+0,87)$   $t_2=0,16$ хв;

При вимірюванні штангенциркулем розміру  $410_{-1,3}$   $t_3=0,14$ хв; При вимірюванні скобою розміру  $\phi 108h11$   $t_4=0,11$ хв;

При вимірюванні штангенглибиноміром розмірів  $320^{+0,34}$   $t_5=0,14$ хв; При вимірюванні скобою розміру  $\phi 108h11$   $t_6=0,11$ хв;

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При вимірюванні калібр-пробками розмірів М10-7Н  $t_7=0,1$ хв; М10х1-7Н  $t_8=0,1$ хв; М12-7Н  $t_9=0,1$ хв; [1].с.209 [1].с.209 [1].с.209

При вимірюванні 50% деталей

$$T_{\text{вим}} = \frac{(0,16 + 0,16 + 0,14 + 0,11 + 0,14 + 0,11 + 0,1 + 0,1 + 0,1) \cdot 50}{100} = 0,56 \text{хв};$$

6) Допоміжний час:

$$T_{\text{доп}} = T_{\text{ус}} + T_{\text{зо}} + T_{\text{упр}} + T_{\text{вим, хв.}}$$

$$T_{\text{доп}} = 0,5 + 1,09 + 0,56 = 2,15 \text{хв};$$

7) Оперативний час:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{доп, хв.}}$$

$$T_{\text{оп}} = 13,493 + 2,15 = 15,643 \text{хв};$$

8) Час на технічне обслуговування робочого місця:

$$t_{33} = 6,8 \text{хв}; [1] \text{с.210}$$

$$T_{\text{тех}} = \frac{T_0 \cdot t_{33}}{T},$$

Де Т-період стійкості;

$$T_{\text{тех}} = \frac{13,493 \cdot 6,8}{60} = 0,92 \text{хв};$$

9) Час на організаційне обслуговування робочого місця:

$$\text{Згідно [1]с.223 } T_{\text{орг}} = \frac{1,4 \cdot T_{\text{оп}}}{100} = \frac{1,4 \cdot 15,643}{100} = 0,22 \text{хв};$$

10) Час на відпочинок і особисті потреби:

$$\text{Згідно [1]с.203 } T_{\text{відп}} = \frac{4 \cdot T_{\text{оп}}}{100} = \frac{4 \cdot 15,643}{100} = 0,63 \text{хв};$$

1) Штучний час:

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_{\text{доп}} + T_{\text{об}} + T_{\text{відп, хв.}}$$

$$T_{\text{шт}} = 13,493 + 2,15 + 0,92 + 0,22 + 0,63 = 17,413 \text{ хв.};$$

12) Штучно-калькуляційний час:

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

$$T_{\text{шт.к.}} = \frac{48}{78} + 17,413 = 18,03 \text{хв};$$

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.19 Зведена таблиця режимів різання та норм часу

	Розміри поверхні		Режими різання						Норми часу			
	D/B	L	t	So	Vн	V	n	N	То	Тд	Тшт	Тпз
	мм		мм/об	м/хв		хв <sup>-1</sup>	кВт	хв				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
005.Токарно-карусельна з ЧПК.												
1)Точити поверхню 1.	430	25	3	1	111	108,02	80	3,4	0,44			
2)Розточити отвір 14 начорно.	381	12	2,2	1	97	95,7	80	2,8	0,25			
3)Розточити отвір 14 начисто.	385	12	0,8	0,5	194	193,42	160	1,2	0,2			
4)Розточити фаску 16.	387	1	1	0,5	103	97,21	80	0,7	0,13	0,86	2,88	39
5)Точити поверхню 15 начорно.	130	25	2,2	1	111	91,85 163,28	225	2,9	0,14			
6)Точити поверхню 15 начисто.	130	25	0,8	0,12	198		335	0,5	0,6			
010. Токарно-карусельна з ЧПК.												
1)Підрізати торець 5 начорно;	370	144	2,2	1	111	92,94	80	2,8	1,93			
1)Підрізати торець 5 начисто;	370	144	0,8	0,5	194	185,89	160	1,2	1,88			
2) Розточити поверхні 6-7 начорно;	218	68	3,5	1	97	85,56	125	3,2	0,62			
4)Розточити поверхню 6 начисто;	220	4	1	0,5	194	155,43	225	2,4	0,06	1,41	6,99	39
5)Розточити поверхню 7 начисто;	220	0,5	0,5	0,5	194	172,7	250	1,4	0,03			

Продовження таблиці 1.19

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6) Розточити отвір 8 начор.;	85	25	2	0,5	97	84,07	315	2,4	0,22			
7) Розточити отвір 8 начисто;	86	25	0,5	0,5	194	90,46	335	1,2	0,18			
8) Точити фаску 9;	88	1	1	0,5	103	87,04	315	1,6	0,03			
015. Горизонтально-розточна.	125	17		0,3	83	78,5	200	1,1	0,38			
1) Точити торець 17;	125	7	2,5	0,2	65	62,8	160	1,8	0,31			
2) Точити поверхні 18; 19 начорно;	109	7	6	0,2	131	107,8	315	0,4	0,16			
3) Точити поверхню 18 начисто;	125	8,5	0,5	0,2	131	123,63	315	0,5	0,17			
4) Точити поверхню 19 начисто;	79,6 7	37 40	0,5	0,3 0,3	105 105	100,07 100,07	400 400	0,9 0,9	0,35 0,38			
5) Розточити отвори 2 і 3 начорно;	79,6 76	37 40	1,58 7 1,58	0,12 0,12	128 128	125,53 125,53	500 500	0,2 0,2	0,7 0,75			
6) Розточити отвори 2 і 3 начисто;	79,9 6	37 40	7 0,41	0,08 0,08	160 160	158,4 158,4	630 630	0,12 0,12	0,83 0,89			
7) Розточити отвори 2 і 3 тонко;	79,9 6 80,0	7	0,41 7	0,2	85	70,65	250	1,4	0,16			
8) Розточити отвір 4;	74 80,0	17	0,11	0,15	22,4	20,18	630	0,9	1,06			
9) Свердлити отвори 22-25 до Ø10,2;	74 90	1,6	0,11 5	0,15	32	26,5	630	0,3	0,21			
10) Зенкувати фаски 26-29;		17	5	1,5	4,8	4,71	125	0,3	1,11	2,1	17,	4
11) Нарізати різьбу M12-7H в отворах 22-25;	10,2 13,4	30	5,1	0,5	100	98,9	315	1,4	0,38	5	4	8
12) Фрезерувати поверхню 46;		22	1,6	0,15	22,4	20,18	800	0,9	0,24			
13) Свердлити отвір 49 до Ø10,2;	12 100	2	0,9	0,15	45	43,53	400	0,3	0,08 3			
14) Цикувати поверхні 47-48;	10,2	22	2	1,5	4,8	4,71	125	0,3	0,32			
15) Нарізати різьбу M12x1,5-7H в	22	22	5,1 2	0,3	83	78,5	200	1,1	0,47			

отворі 49; 16) Повернути стіл на 180°; 17) Точити торець 21 начорно; 18) Точити торець 21 начисто;	12  125 125	22   2	0,9  2 0,5	0,2	131	123,63	315	0,4	0,44			
19) Свердлими отвори 30-35 до Ø8,5; 20) Зенкувати фаски 36-41; 21) Нарізати різьбу М10-7Н в отворах 30-35;	8,5 10,7 10	26 1,6 20	4,25 1,6 0,75	0,15 0,15 1,25	22,4 32 4,2	21,35 31,4 3,9	800 800 125	0,95 0,4 0,3	1,7 0,25 2,15			
020. Свердлильна ЧПК. 1)Свердлими отворів 13; 2)Зенкувати фаски 12; 3)Нарізати різьбу М10-7Н в отворах 13 4)Цикувати поверхню 5)Свердлими отвір 44-45; 6)Зенкувати фаску 43; 7)Нарізати різьбу М10х1-7Н в отворі 44;	3 8 8 42; 12,1 10	12 1,6 11,7 16 10 2 15 12 8,9 12,1 10 10	4,25 1,6 1,6 0,75 2 2 6 1,6 1,6 0,55 1	0,15 0,15 0,15 1,25 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 1	22,4 30,5 30,5 4,2 24,1 22,4 30,5 4,2	21,35 29,39 23,55 22,35 29,39 3,9	800 800 500 800 800 125	0,5 0,2 0,12 0,8 0,5 0,2 0,09	1,2 0,33 2,67 0,07 0,15 0,04 0,26	1,3	6,6	3 4
025. Свердлильна з ЧПК. 1)Свердлими отвори 10 до Ø17,4 під різьбу М20-7Н. 2)Зенкувати фаски 11. 3.Нарізати різьбу М20-7Н в отворах 10;	17,4 22,4 20	25 2,5 25	7,35 2,5 1,3	0,2 0,2 2,5	28,5 32 6,4	27,32 31,4 6,28	500 500 100	0,95 0,4 0,3	1,4 0,24 1,28	0,8	4,1	3 2

## Висновок

У ході виконання магістерської роботи виконано наступні роботи.

При аналізі службового призначення були відображені основні технічні характеристики і призначення машини, вузла, деталі. Що стосується самої деталі, то був проведений аналіз усіх її поверхонь, а також функцій, виконуваних ними.

Виконано аналіз технологічності конструкції згідно єдиної системи технологічної підготовки виробництв, а також аналіз технічних вимог.

Був визначений тип виробництва – середньосерійний, зроблена його характеристика і визначена партія запуску штук.

В якості отримання заготовки для даної деталі є литво в кокіль, так як вона більш економічно-вигідна.

Розраховані припуски аналітичним способом розрахунково-аналітичним методом на внутрішню циліндричну поверхню.

Під час виконання роботи було проаналізовано заводський технологічний процес виготовлення деталі та внесено зміни спрямовані на його вдосконалення, а саме змінена послідовність операцій, замінено універсальне устаткування на обладнання з ЧПК, а також об'єднані свердлильно-фрезерно-розточувальні операції в одну комплексну з ЧПК. розроблено керуючу програму обробки отворів для верстата з ЧПК. Розраховані режими різання проведено нормування тех..процесу.

Спроектований верстатний пристрій для комплексної з ЧПК операції.

Пристрій контрольний призначений для контролю перпендикулярності торця 27 ( $\text{Ø}130 \times \text{Ø}86$ ) відносно отвору  $\text{Ø}86^{+0,22}$ .

					MP.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7 Конструкторська частина

### 7.1 Розробка верстатного пристрою

#### 7.1.1 Опис призначення, будови і роботи пристрою

Верстатний пристрій:

Початкові дані:

Пристрій призначений для свердління, зенкування і нарізання різьби в 4 отворах М20-7Н в корпусі НПО-25.08.201968.

Верстат вертикально-свердлильний з ЧПК моделі 2P135Ф2-1.

Інструмент:

Свердло (Ø17,4) 2300-2628 ГОСТ 10902-77

Схему встановлення заготовки показано на рис.5

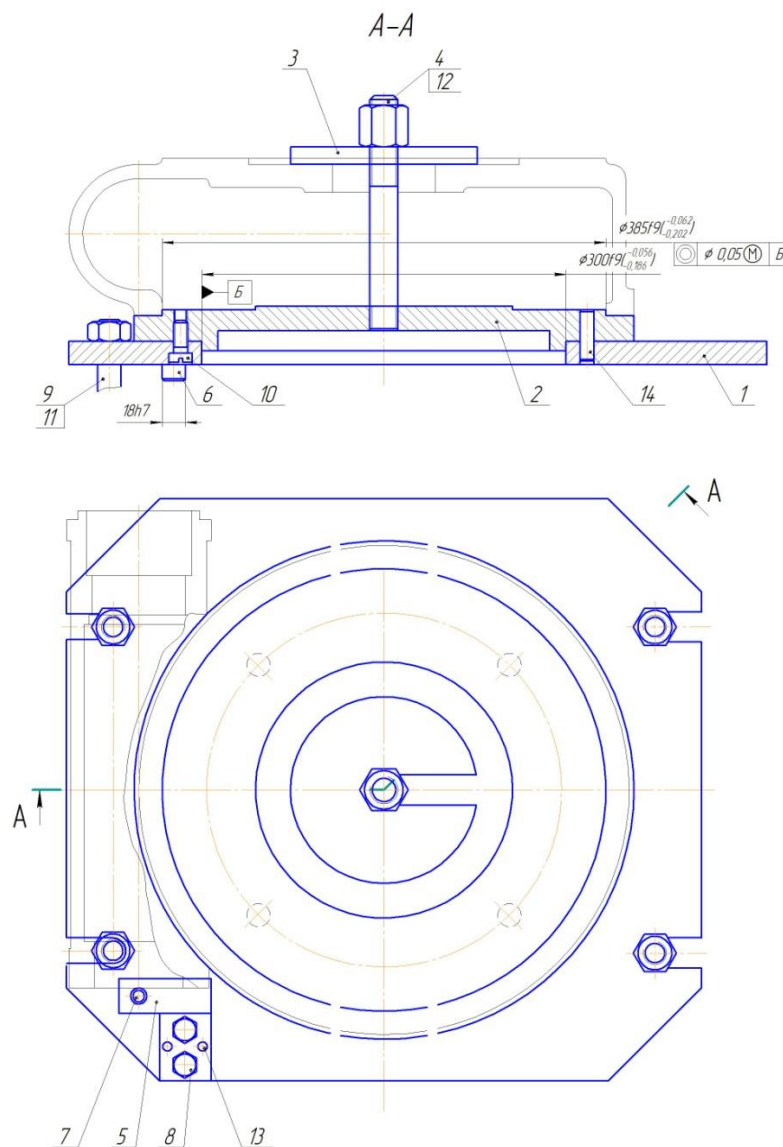


Рисунок 5 Схему встановлення заготовки

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ

Арк.

69

### ***Будова пристрою***

Пристрій складається з плити 1, на яку встановлена опора 2, яка кріпиться гвинтами 10 і штифтами 14. В плиті є 4 пази, по яких пристрій кріпиться болтами 9 з гайками 11 до стола верстата, 2 отвори Ø12мм, по яких встановлюються напрямні шпонки для орієнтації пристрою на столі верстата.

В опорі 2 є різьбовий отвір, по якому встановлена шпилька 4 для закріплення деталі гайкою 12 і шайбою 3.

### ***Пристрій працює таким чином:***

На опорі 2 встановлюється деталь поверхнею Ø385Н11 до упора торцем в опору.

На шпильку 4 встановлюється шайба до упора в деталь і закручується гайка 12 до створення необхідної сили затиску. При цьому відбувається затиск деталі.

При відкручуванні гайки 12 і зніманні шайби 3 деталь звільнюється.

Верстатний пристрій:

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7.1.2 Інженерні розрахунки для підтвердження працездатності пристрою

Верстатний пристрій:

Розрахункова схема закріплення заготовки в пристрої:

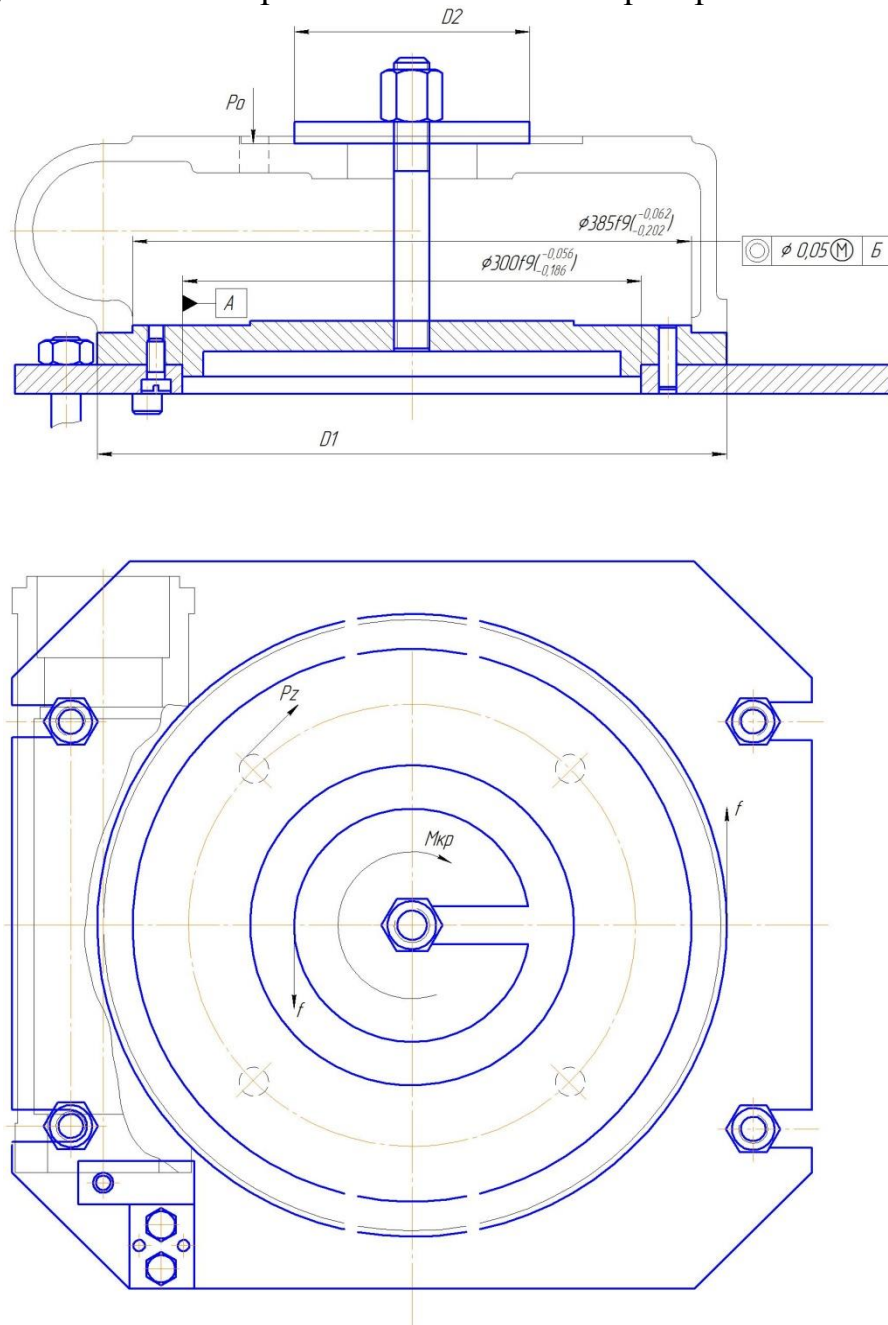


Рис.6- Схема закріплення корпусу НПО- 10.07.201962 в пристрої на вертикально-свердильному верстаті 2Р135Ф2-1.

При обробці отвору  $\phi 17,4$  осьовим інструментом на деталь діють складові сили різання: тангенційна складова  $P_z$ , яка створює крутний момент  $M_{кр}$  і осьова складова  $P_o$ . Крутному моменту протидіють сили тертя  $W \cdot f$ , які виникають внаслідок дії сили затиску  $W$ , і повинні бути більшими за сили, які створює крутний момент  $M_{кр}$ .

Необхідна сила затиску згідно [6]с.82 Табл.8

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

$$W = \frac{(2M_{кр} \cdot K - D_1 \cdot P_0 \cdot f)}{(D_2 \cdot f + D_1 \cdot f)}$$

Де  $M_{кр}$  - крутний момент, Н·м;

$K$  - коефіцієнт запасу;

$D_1$  - діаметр опори, м;

$D_2$  - діаметр затискача, м;

$f$  - коефіцієнт тертя між заготовкою і затискаючими елементами пристрою;

Згідно [6.] с.85 Табл.10  $f=0,16$ ;

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

Згідно[6] с.84-85  $k_0=1,5$ ;  $k_1=1,2$ ;  $k_2=1,6$ ;  $k_3=1$ ;  $k_4=1$ ;  $k_5=1$ ;  $k_6=1,5$ ;

$k=1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5=4,32$ ;

$$M_{кр} = \frac{9750 \cdot N}{n}, H \cdot m;$$

$$M_{кр} = \frac{9750 \cdot 0,95}{500} = 18,525 H \cdot m;$$

$$P_z = \frac{1020 \cdot 60 \cdot N}{V}, H;$$

$$P_z = \frac{1020 \cdot 60 \cdot 0,95}{27,32} = 2128,1 H;$$

$$P_0 = 0,5 \cdot P_z = 0,5 \cdot 2128,1 = 1064,05 H;$$

$$W = (2 \cdot 18,525 \cdot 4,32 - 0,43 \cdot 1064,05 \cdot 0,16) / (0,2 \cdot 0,16 + 0,43 \cdot 0,16) = 868,6 H;$$

*Розрахунок гвинтового механізму затиску:*

Номінальний діаметр гвинта:

$$d = 1,4 \cdot \sqrt{P_z / \sigma_p}, \text{ мм};$$

Де  $d$  - діаметр гвинта, мм;

$P_z$  - сила закріплення, Н;

$G_p$  - напруження розтягу матеріалу гвинта, мПа;

Матеріал гвинта Сталь45 ГОСТ 1050-88  $G_p=312$  мПа;

$$d = 1,4 \cdot \sqrt{868,6 / 312} = 2,34 \text{ мм};$$

З стандартного ряду вибираємо  $d=8$  мм;

Вибираємо торець гайки плоский;

Момент, який необхідно приложити до гайки:

$$M = 0,2 \cdot P_z \cdot d_z = 0,2 \cdot 868,6 \cdot 8 \cdot 10^{-3} = 1,39 \text{ Н·м};$$

Перевірка механізму від само відгвинчування за умовою  $\eta < 0,4$  згідно [3]с.87:

$$\eta = \operatorname{tg} \alpha / \{ \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + 0,67 \cdot f \cdot (D^3 - d^3) / [(D^2 - d) \cdot d_2] \}$$

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\eta = \operatorname{tg} 5 / \{ \operatorname{tg}(5 + 3) + 0,67 \cdot 0,16 \cdot (16^3 - 8^3) / [(16^2 - 8^2) \cdot 6,9] \} = 0,34;$$

### 7.1.3 Силовий розрахунок слабких ланок:

В спроектованому пристрої “слабкою ланкою” є шпилька 4 яка працює на розтяг (дивись графічну частину).

Умова міцності на розтяг:

$$\sigma < [\sigma],$$

де:  $[\sigma]$  – допустима напруга на розрив.

Матеріал штока – Сталь 45 ГОСТ 1050-89

Допустимі напруження на розтяг  $G_p = 312$  МПа;

$$\sigma = \frac{Q}{F} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 868,6}{3,14 \cdot 8^2} = 17,29 \text{ МПа};$$

В даному випадку  $\sigma_p \leq [\sigma_p]$  ( $17,29 < 312$ ),

Отже умова міцності на розтяг витримується.

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

### 7.1.4 Розрахунок пристрою на точність:

Точність виготовлення пристрою впливає на точність позиційного допуску 0,5 мм.

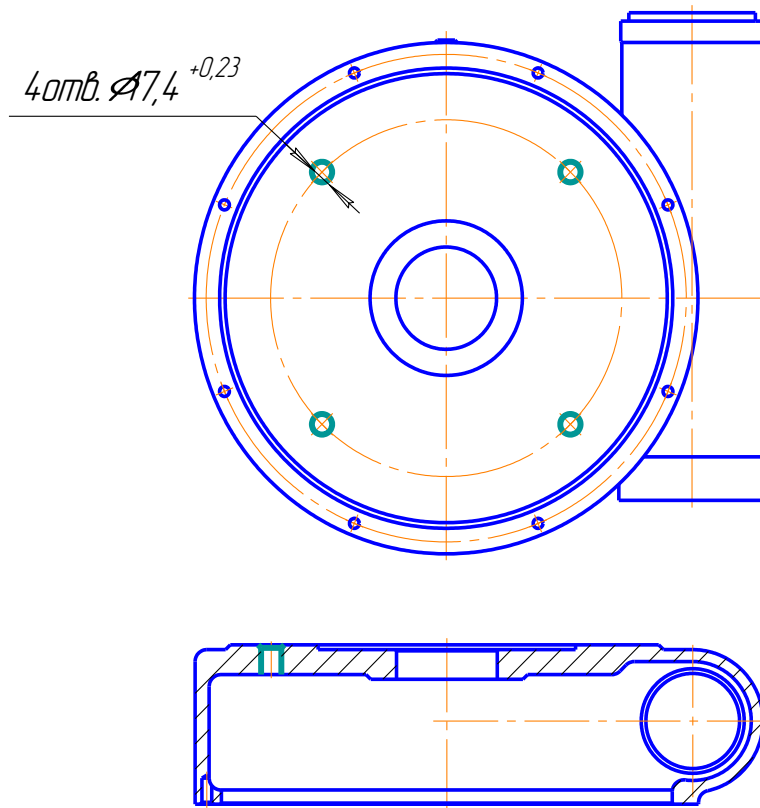


Рис.7 – Схема формування розмірів при свердлінні отворів Ø17,4 в свердлильному пристрої.

Допустима неточність виготовлення пристрою визначається за формулою:

$$T_{пр} \leq T_z - 1,2 \cdot \sqrt{(0,8 \cdot \varepsilon_0)^2 + \varepsilon_s^2 + (0,8 \cdot \omega)^2}$$

Де  $T_z$  - допуск на виконуваний при обробці заготовки розмір, мм;

$\varepsilon_0$  - похибка базування заготовки в пристрої, мм;

$\varepsilon_s$  - похибка закріплення заготовки в пристрої, мм;

$\omega$  - економічна точність обробки даним методом, мм;

Розрахунок точності для позиційного допуску 0,5 мм:  $T_z = 0,5$  мм;

Похибка базування викликана зазором між установчою поверхнею опори Ø385g9<sup>-0,007</sup><sub>-0,137</sub> і діаметром деталі Ø385H11(+0,36)

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

$$E_e = ES + ei = 0,36 + 0,137 = 0,397 \text{ мм};$$

Де  $Td$ -допуск на розмір поверхні, по якій встановлюється деталь, мм;

$ES$ -верхнє відхилення отвору деталі, мм;

$ei$ -нижнє відхилення діаметра установчої втулки, мм;

Похибка закріплення заготовки в пристрої в даному випадку  $Ez = 0$  мм;

Економічна точність обробки даним методом згідно [ 1 ] с.17  $\omega = 0,036$  мм;

$$T_{np} = 0,5 - 1,2 \cdot \sqrt{(0,8 \cdot 0,397)^2 + 0 + (0,8 \cdot 0,036)^2} = 0,117 \text{ мм}$$

Дану похибку ставимо на кресленні пристрою як позиційний допуск на діаметр розміру між віссю деталі і нульової точки (див. креслення пристрою).

Приймаємо допуск 0,11 мм.

### **Розрахунок кондукторної втулки**

Для свердління отвору  $\varnothing 17,40^{+0,23}$  мм діаметр внутрішнього отвору кондукторної втулки приймаю відхилення по F6.

Визначаю похибку пов'язану з відводом свердла:

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

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

$e$  – зазор між деталлю та кондукторною втулкою;

$$e = \left(\frac{1}{2} - 1,0\right) d_{cv} = \left(\frac{1}{2} - 1,0\right) \times 17,40 = 8,70 - 17,40 \text{ мм},$$

Приймаємо 10 мм;

$L$  – довжина свердління,  $L = 25$  мм згідно креслення;

$$d_{cv} = 17,40_{-0,04} \text{ мм.}$$

$$S_{\max} = D_{к.в.}^{\max} - d_{cv}^{\min} = 17,42 - 17,36 = 0,06 \text{ мм};$$

$$E_e = \frac{0,06}{15} (0,5 \cdot 15 + 10,0 + 25) = 0,17 \text{ мм.}$$

Згідно креслення відвід свердла не повинен перевищувати 0,23 мм.

Отже, точність забезпечена.

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Рівень стандартизації пристрою:**

Коефіцієнт застосування стандартних або уніфікованих деталей та вузлів в пристрої визначаємо за формулою:

$$K_{np} = \frac{(\sum_{заг} - \sum_0)}{\sum_{заг} \cdot 100}$$

Де  $\sum_{заг}$ =14шт-загальна кількість назв типорозмірів складових частин пристрою;

$\sum_0$ =7шт-кількість назв типорозмірів оригінальних деталей та вузлів;

$$K_{np} = (14-7)/14 \cdot 100\% = 50\%$$

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7.2 Контрольний пристрій

### 7.2.1 Опис призначення, будови і роботи пристрою

Пристрій призначений для контролю перпендикулярності торця 27 ( $\text{Ø}130 \times \text{Ø}86$ ) відносно отвору  $\text{Ø}86^{+0,22}$ .

#### *Будова пристрою*

Пристрій складається з штока 2, на який встановлюється корпус 1 з індикатором 14, який фіксується болтом 8 з гайкою 10 і шайбою 12. На шток 2 встановлені пружина 11 з шайбою 13, які фіксуються упором 7 і гвинтами 9.

В отвір штока М8 вкручена рукоятка 6. По конічній поверхні  $<6^\circ$  штока встановлене розжимне кільце 3. По різьбовій поверхні М16 встановлена гайка 5, яка фіксує шайбу 4.

#### *Пристрій працює таким чином:*

Розжимним кільцем 3 пристрій встановлюється в отвір деталі  $\text{Ø}86^{+0,22}$  до упора в торець 27. Шайба 4 встановлюється на шток, після чого наживлюється і затягується гайка 5, яка притискає шайбу до поверхні 7. Під дією сили затиску кільце 3 прилягає до отвору  $\text{Ø}86^{+0,22}$  і вибирає зазор. Під дією сили розтиску пружини 11 на корпус 1 наконечник індикатора 14 прилягає до торця 27 ( $\text{Ø}130 \times \text{Ø}86$ ). При повертанні корпусу 1 з індикатором 14 навколо вісі штока 2 різниця показів індикатора визначає контрольований параметр – допуск перпендикулярності торця 27 відносно отвору  $\text{Ø}86^{+0,22}$ .

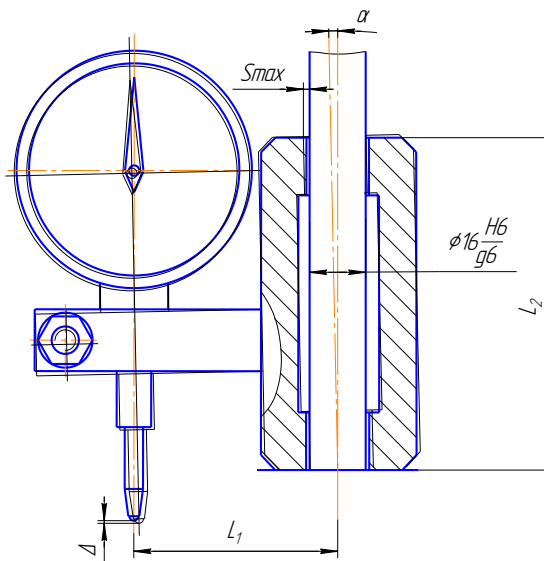


Рис.8 – Схема формування похибки вимірювання контрольного пристрою

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

На рисунку 8 зображена схема формування похибки вимірювання контрольного пристрою при контролі перпендикулярності 0,06мм між отвором  $\varnothing 86^{+0,22}$  і торцем 27 Корпус НПО-25.08.201968

Точність вимірювання пристрою залежить від зазору  $S_{max}$  між корпусом 1 і штоком 2, внаслідок чого корпус з індикатором повертається на кут  $\alpha$  відносно вісі штока.

Згідно [1]. с. 56 сумарна похибка вимірювання:

$$\varepsilon_{вим} = 1,2 \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{3\theta}^2 + \Delta_l^2 + \Delta_m^2} ;$$

Похибка, властива даному пристрою:

$$\Delta_m = \Delta$$

Де  $\Delta$  – максимальне зміщення індикатора при повороті на кут  $\alpha$  внаслідок зазору  $S_{max}$ ;

$$\Delta_m = \Delta = S_{max} \cdot L_1 / L_2;$$

$L_1=60$ мм;  $L_2=100$ мм (дивись графічну частину);

$$S_{max} = ES + ei;$$

де  $ES$  – верхнє відхилення поля допуску отвору;

$ei$  – нижнє відхилення поля допуску валу;

Для посадки  $\varnothing 16H6/g6$ :

$$ES=0,011\text{мм}; ei=0,017\text{мм};$$

$$S_{max}=0,011+0,017=0,028\text{мм};$$

$$\Delta_m = \Delta = 0,028 \cdot 60 / 120 = 0,014\text{мм};$$

Згідно [1]. с. 56:

$$\varepsilon_0 = 0; \varepsilon_3 = 0;$$

Похибка вимірювання індикатора 1МИГ згідно [7] с.562

$$\varepsilon_{3.в.} = 0,0018\text{мм}; \Delta_l = 0;$$

$$\varepsilon_{вим} = 1,2 \sqrt{0+0+0,0018^2+0+0,014^2} = 0,0141\text{мм}.$$

Отримане значення порівнюємо з допуском  $T=0,06$ мм згідно [1]. с. 56:

$$\varepsilon_{вим} \leq (0,1 \dots 0,3)T$$

В даному випадку

$$\varepsilon_{вим} = 0,235 \cdot T \quad (0,0141/0,06=0,235),$$

Отже пристрій придатний для вимірювання даного параметру.

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

***Рівень стандартизації пристрою:***

Коефіцієнт застосування стандартних або уніфікованих деталей та вузлів в пристрої визначаємо за формулою:

$$K_{np} = \frac{(\sum_{заг} - \sum_o)}{\sum_{заг} \cdot 100}$$

Де  $\sum_{заг}=14$ шт-загальна кількість назв типорозмірів складових частин пристрою;

$\sum_o=10$ шт-кількість назв типорозмірів оригінальних деталей та вузлів;

$$\sum_{заг.} = 14 \text{шт}; \sum_o = 10 \text{шт};$$

$$K_{np} = (14-10)/14 \cdot 100\% = 28,5\%$$

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 8 Науково-дослідна частина

### 8.1 Імітаційне моделювання шорсткості оброблення плоских поверхонь деталей технологічного спорядження комбінованими торцевими фрезами

Технологічне спорядження технічних систем – один з найважливіших чинників успішного здійснення технічного прогресу в машинобудуванні. Тому, забезпечити якість оброблення відповідальних поверхонь деталей технологічного спорядження, – означає підвищити ефективність існуючих технологічних процесів. Серед відповідальних поверхонь деталей технологічного спорядження, що оброблюються, значну частку складають плоскі поверхні. Обробка площин деталей технологічного спорядження з точки зору експлуатації плоских поверхонь вимагає забезпечення не тільки високої точності розмірів та форм, але й необхідних фізико-механічних параметрів поверхневого шару.

Для фінішної обробки плоских поверхонь з загартованих сталей та чавунів широко використовують способи високопродуктивного плоского фрезерування торцевими фрезами, оснащеними надтвердими матеріалами (НТМ). Разом з тим, при обробці незагартованих сталей широке застосування таких способів неможливе, що пояснюється високою інтенсивністю зношування різальних елементів, оснащених НТМ.

Для вирішення питання технологічного забезпечення якості оброблення плоских поверхонь деталей технологічного спорядження авторами, в роботі [1], було запропоновано спосіб обробки, який полягає в тому, що початкове формування зміцненого поверхневого шару оброблюваної поверхні здійснюють шляхом поверхневого пластичного деформування, причому деформуючі елементи розташовані в радіальному напрямку на більшій відстані від осі фрези відносно різальних елементів, а кінцеве зрізання частини зміцненого шару здійснюють різальними елементами, розташованими в радіальному напрямку на меншій відстані від осі фрези відносно деформуючих елементів.

Метою роботи є розробка алгоритму імітаційної моделі прогнозування якості оброблення плоских поверхонь деталей технологічного спорядження комбінованими торцевими фрезами.

					MP.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для початку формування імітаційної моделі розглянемо конструкцію комбінованої торцевої фрези, яка реалізує запропонований метод [1].

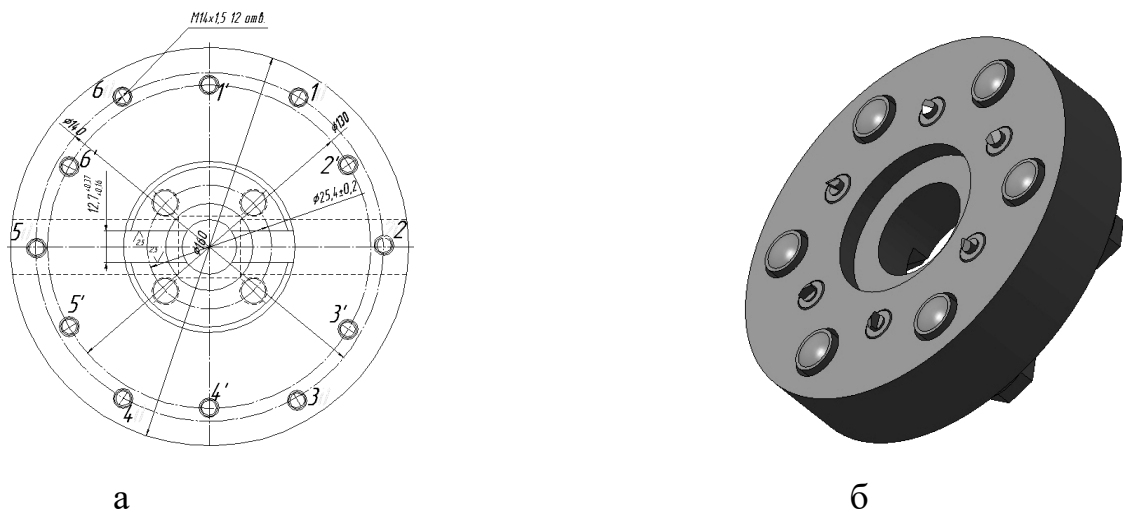


Рис.9. Схема розташування деформувальних та різальних елементів в розробленій торцевій фрезі :

а – твердотільна модель; б – створена засобами САПР «Компас-3D»

В новій конструкції усунені недоліки фрези – прототипу [11], а саме: велика металомісткість конструкції; труднощі в експлуатації та встановленні інструмента на верстат.

Були враховані також основні принципи і вимоги до прогресивних конструкцій ріжучо-деформуючих інструментів, наведені в роботах [2, 4], як основи при проектуванні більшості сучасних інструментів максимальної продуктивності і технологічності виготовлення.

Крім того особливу увагу було приділено забезпеченню безпечних умов експлуатації нового інструменту.

В процесі роботи комбінованої торцевої фрези (рис. 9) відбувається зміна положення її у просторі, що призводить до зміни положення деформувальних та різальних елементів. Зміна положення деформувальних елементів буде визначати вхідний профіль оброблюваної поверхні. Зміна положення різальних елементів буде визначати кінцевий варіант рельєфу обробленої поверхні. З роботи [2] відома залежність, що визначає зміну осьового положення і-го ножа при наявності кутового відхилення фрези  $\Theta_y$  · (поворот навколо осі OY).

$$\Delta Z_{iy} = \Theta_y \cdot R \cdot \cos \varphi_i \quad (1)$$

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

де  $\Theta_y \cdot$  – кутове відхилення торцевої фрези, викликане поворотом навколо осі OY;

$R$  – радіус розташування різальних елементів;  $\varphi_i$  – кутове розташування ножа в системі координат, зв'язаній із фрезою.

Аналогічно до (1) визначається зміна осьового положення  $i$  – ого ножа при наявності кутового відхилення фрези  $\Theta_x$  (поворот навколо осі OX) [2].

$$\Delta Z_{ix} = \Theta_x \cdot R \cdot \cos \varphi_i \quad (2)$$

де  $\Theta_x \cdot$  – кутове відхилення торцевої фрези, викликане поворотом навколо осі OX.

Враховуючи малі значення кутів відхилень фрези, загальне зміщення ножа знайдемо, як суперпозицію зміщень, обумовлених поворотом навколо осей OX та OY. Об'єднуючи формули (1) та (2), отримаємо:

$$\Delta Z_i = R(\Theta_x \cdot \sin \varphi_i + \Theta_y R \cdot \cos \varphi_i) \quad (3)$$

Розробимо алгоритм математичного моделювання якості оброблення плоских поверхонь деталей технологічного спорядження комбінованою торцевою фрезою.

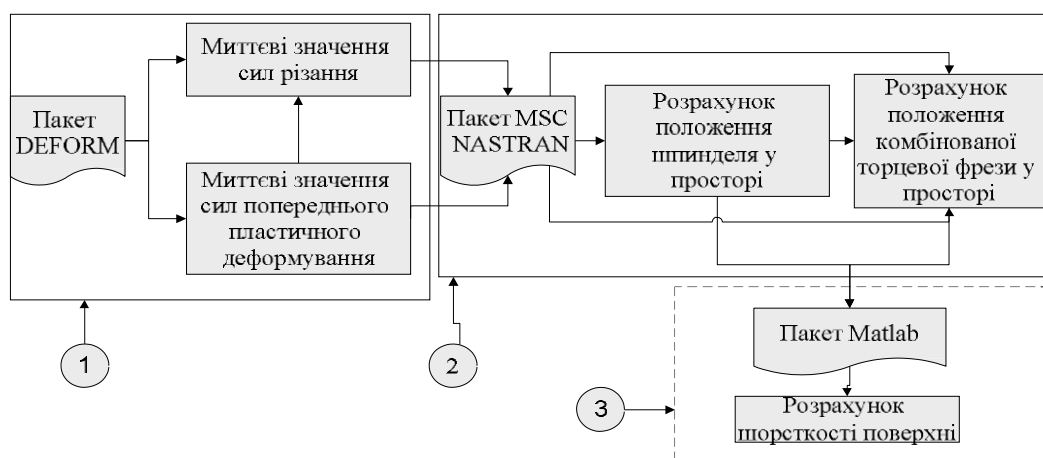


Рис. 10. Алгоритм проведення імітаційного моделювання точності оброблення площин деталей технологічного спорядження комбінованою торцевою фрезою

Імітаційна модель (рис. 2) складається з трьох блоків. Блок 1 в пакеті Deform визначає миттєві значення складових вектора сил попереднього пластичного деформування та різання. Сформований масив миттєвих значень з блоку 1 передається в блок 2, який розроблений на основі пакету MSC Nastran, де відбувається розрахунок положення шпинделя та торцевої фрези у просторі.

Розраховані миттєві значення кутів нахилу торцевої фрези та шпинделя від осей X,Y,Z передаються в пакет Matlab, де по залежностям (1–3) відбувається розрахунок значень відхилення ножа від оброблюваної поверхні, що визначає миттєве значення висоти мікронерівності обробленої поверхні.

Пакет Deform, по закладеним внутрішнім алгоритмам, дозволяє провести детальне імітаційне моделювання утворення сил різання за рахунок врахування властивостей оброблюваного та інструментального матеріалів, процесу зношування інструмента та ін. Врахування таких процесів важливе, оскільки формування сили різання є визначальним для аналізу нового або вдосконаленого технологічного процесу.

Проведемо аналіз розподілення сил різання при традиційній обробці та комбінованому торцевому фрезеруванні [1] плоских поверхонь деталей технологічного спорядження в системі Deform.

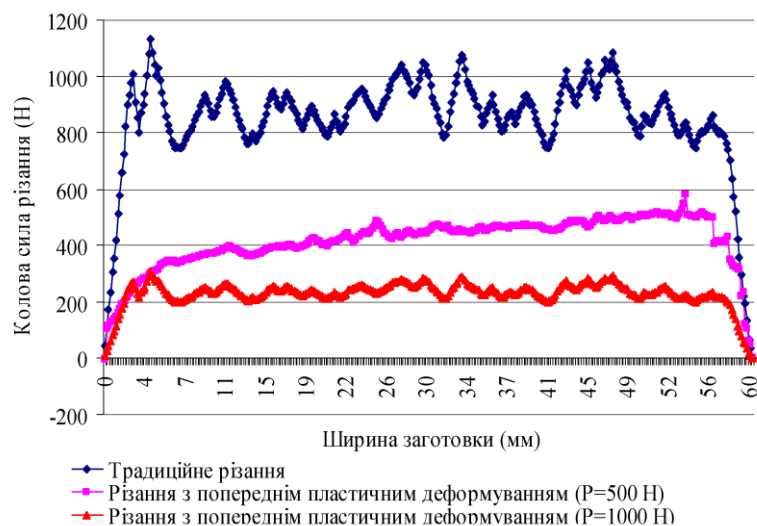


Рис. 11. Імітаційне моделювання миттєвого розподілення сили різання по результатам, отриманим в системі Deform  $V = 190$  м/хв;  $S = 0,15$  мм/об;  $t = 0,1$  мм. Результати імітаційного моделювання (рис. 11) показують, що реалізація процесу попереднього пластичного деформування дає можливість знизити силу різання до 52 %. Зниження сили різання буде позначатись на продуктивності запропонованого технологічного процесу обробки, тобто відбуватиметься підвищення стійкості різального інструмента та якості оброблення площини.

Розрахунок положення комбінованої торцевої фрези у просторі, по раніше визначеним значенням сили різання (рис. 12) проводиться у системі MSC Nastran.

					MP.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

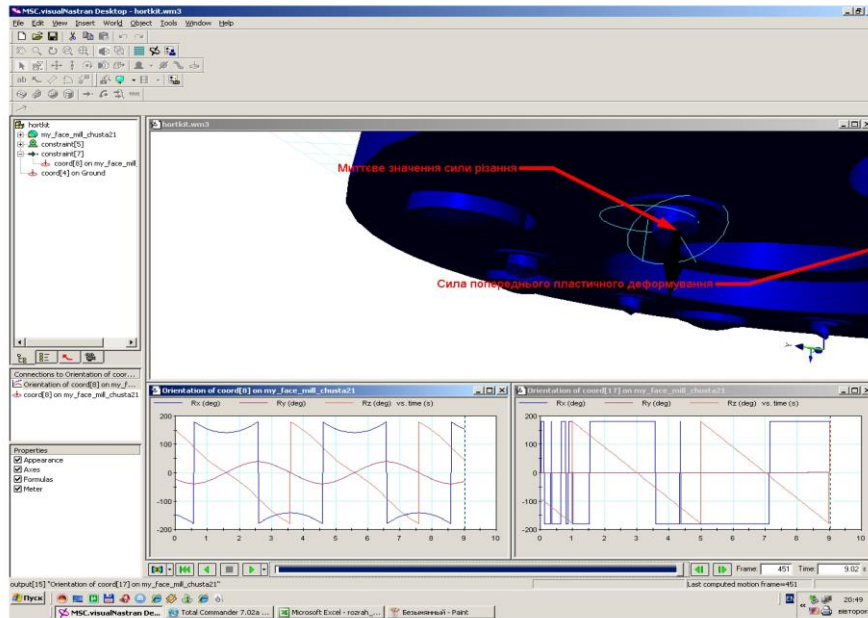


Рис. 12. Розрахунок положення комбінованої торцевої фрези у просторі  
 Розроблена імітаційна модель (рис. 2) дає можливість будувати графіки залежності висоти мікронерівності від ширини заготовки для різних способів обробки (рис. 13–14).

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

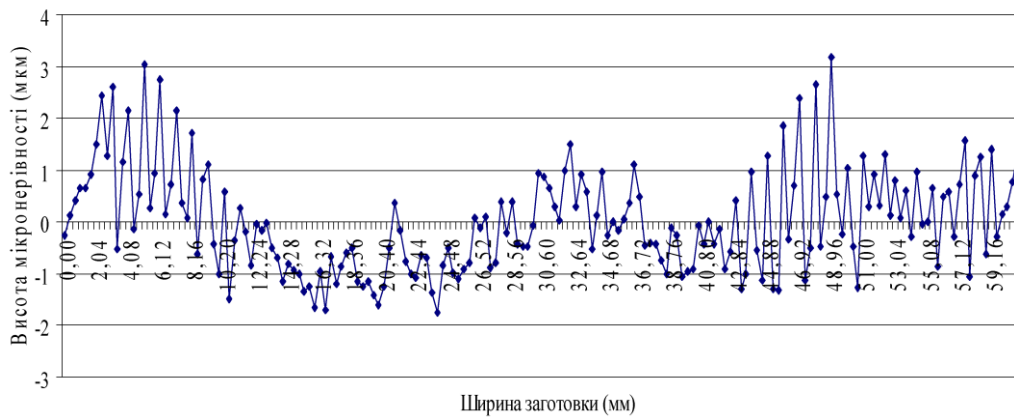


Рис. 13. Результати імітаційного моделювання утворення шорсткості оброблення плоскої поверхні зі сталі 40 (ділянка 0 – 60 мм) традиційною торцевою фрезою ( $V = 190$  м/хв;  $S = 0,15$  мм/об;  $t = 0,1$  мм;  $P = 1000$  Н)



Рис. 14. Результати імітаційного моделювання утворення шорсткості оброблення плоскої поверхні зі сталі 40 (ділянка 0 – 60 мм) комбінованою торцевою фрезою ( $V = 190$  м/хв;  $S = 0,15$  мм/об;  $t = 0,1$  мм;  $P = 1000$  Н)

Таким чином, реалізація процесу попереднього пластичного деформування дає можливість підвищити якість обробленої поверхні максимально на 97,5 %.

### Висновки

Розроблений метод технологічного забезпечення якості оброблення площин деталей технологічного спорядження та комбінована торцева фреза, для його реалізації, дозволяє зменшити висоту мікронерівностей до 97 %, що підтверджується розробленими математичними та імітаційними моделями. З метою технологічного забезпечення якості оброблення плоских поверхонь деталей технологічного спорядження та для визначення раціональних режимів комбінованої обробки запропонованим інструментом, в подальших дослідженнях слід розробити методику експериментальних досліджень та провести перевірку адекватності отриманих теоретичних результатів.

## Висновок

У ході виконання магістерської роботи виконано наступні роботи.

При аналізі службового призначення були відображені основні технічні характеристики і призначення машини, вузла, деталі. Що стосується самої деталі, то був проведений аналіз усіх її поверхонь, а також функцій, виконуваних ними.

Виконано аналіз технологічності конструкції згідно єдиної системи технологічної підготовки виробництв, а також аналіз технічних вимог.

Був визначений тип виробництва – середньосерійний, зроблена його характеристика і визначена партія запуску штук.

В якості отримання заготовки для даної деталі є литво в кокіль, так як вона більш економічно-вигідна.

Розраховані припуски аналітичним способом розрахунково-аналітичним методом на внутрішню циліндричну поверхню.

Під час виконання роботи було проаналізовано заводський технологічний процес виготовлення деталі та внесено зміни спрямовані на його вдосконалення, а саме змінена послідовність операцій, замінено універсальне устаткування на обладнання з ЧПК, а також об'єднані свердлильно-фрезерно-розточувальні операції в одну комплексну з ЧПК. розроблено керуючу програму обробки отворів для верстата з ЧПК. Розраховані режими різання проведено нормування тех..процесу.

В конструкторській частині спроектований верстатний пристрій для комплексної з ЧПК операції. Пристрій контрольний призначений для контролю перпендикулярності торця 27 ( $\text{Ø}130 \times \text{Ø}86$ ) відносно отвору  $\text{Ø}86^{+0,22}$ . Проведені інженерні розрахунки для підтвердження працездатності пристроїв.

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Список використаної літератури:

1. Панчук В. Г., Карпик Р. Т., Пітулей Л. Д., Лукань Т. В., Панчук А. Г. Магістерська робота П - 14. Магістерська робота: методичні вказівки. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2018.- 35 с..
2. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск.: Высшая школа, 1983 – 256 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А. Н. Малова – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1973, 656 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. А. Г. Косило-вой и Р. К. Мещерякова – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985 – 496 с.
5. Обработка металлов резанием: Справочник технолога . Под ред. А. А. Панова – М.: Машиностроение, 1988 – 736 с.
6. Косилова А. Г. Мещеряков Р. К. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справ очник технолога. М. Машиностроение, 1976.
7. Руденко П. А. и др. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. – К., Висш. школа, 1991, 247 с.
8. Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений. – М.: Машиностроение, 1983, 277 с.
9. Сторож Б. Д., Карпик Р. Т. Розрахунок пристроїв на точність: навч. Посібник/Під ред.. Карпика Р. Т. – Івано-Франківськ, «Факел», 1999. 216 с., іл.
10. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. – Л.: Машиностроение, 1975, 656 с.
11. Станочные приспособления. Справочник в 2 томах. Том 2. Под ред. Н. Вардашкина, М.: машиностроение, 1984, 592 с.
12. Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений. – М.: Машиностроение, 1983, 277 с.
13. Кузнецов Ю. И. и др. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. – М.:Машиностроение, 1990, 512 с.
14. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник.-М.: Машиностроение, 1979.-303 с.
15. Петраков Ю. В. Оптимізація режиму різання при торцевому фрезеруванні. Процеси механічної обробки в машинобудуванні / Ю. В. Петраков, Н. В. Гуріна . – Ж. : ЖДТУ, 2005. – Вип. 2
16. Білявський М. Л. Вдосконалення методу обробки незагартованих сталей комбінованими торцевими фрезами, оснащеними ПНТМ / М. Л. Білявський// Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. – Вип. 23. – 2008.

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# Додатки

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

# Додаток1 – Керуюча програма для верстату з ЧПК

%  
OKRed  
(Obrabotka otverstij)  
T101  
G98  
(8mm Drill)  
M133 P333  
G54 G00 X422.8 Z180. Y314.  
G4 P2. M08  
M14  
G81 Z24.353 R180. F200.  
X378.8 Y156.8  
G4 P2.  
G81 Z112. R180. F200.  
G4 P2.  
G81 Z112. R180. F200.  
Y-156.8  
G4 P2.  
G81 Z112. R180. F200.  
G4 P2.  
G81 Z112. R180. F200.  
X156.8 Y-378.8  
G4 P2.  
G81 Z112. R180. F200.  
G4 P2.  
G81 Z112. R180. F200.  
X-156.8  
G4 P2.  
G81 Z112. R180. F200.  
G4 P2.  
G81 Z112. R180. F200.  
X-378.8 Y-156.8  
G4 P2.  
G81 Z112. R180. F200.  
G4 P2.  
G81 Z112. R180. F200.  
Y156.8  
G4 P2.  
G81 Z112. R180. F200.  
G4 P2.  
G81 Z112. R180. F200.  
X-156.8 Y378.8  
G4 P2.  
G81 Z112. R180. F200.

					MP.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

G4 P2.  
 G81 Z112. R180. F200.  
 X156.8  
 G4 P2.  
 G81 Z112. R180. F200.  
 G4 P2.  
 G81 Z112. R180. F200.  
 G80  
 M15  
 M09  
 M135  
 (Obrabotka otverstij2)  
 T202  
 M154  
 G00 C0.  
 (M10 Tap)  
 M133 P318  
 G00 X422.8 Y314.  
 G4 P2. M08  
 M14  
 G81 Z24.353 R180. F200.  
 X378.8 Y156.8  
 G4 P2.  
 G81 Z112. R180. F200.  
 G4 P2.  
 G81 Z112. R180. F200.  
 Y-156.8  
 G4 P2.  
 G81 Z112. R180. F200.  
 G4 P2.  
 G81 Z112. R180. F200.  
 X156.8 Y-378.8  
 G4 P2.  
 G81 Z112. R180. F200.  
 G4 P2.  
 G81 Z112. R180. F200.  
 X-156.8  
 G4 P2.  
 G81 Z112. R180. F200.  
 G4 P2.  
 G81 Z112. R180. F200.  
 X-378.8 Y-156.8  
 G4 P2.  
 G81 Z112. R180. F200.  
 G4 P2.  
 G81 Z112. R180. F200.

					МР.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

Y156.8  
 G4 P2.  
 G81 Z112. R180. F200.  
 G4 P2.  
 G81 Z112. R180. F200.  
 X-156.8 Y378.8  
 G4 P2.  
 G81 Z112. R180. F200.  
 G4 P2.  
 G81 Z112. R180. F200.  
 X156.8  
 G4 P2.  
 G81 Z112. R180. F200.  
 G4 P2.  
 G81 Z112. R180. F200.  
 G80  
 M15  
 M09  
 M135  
 M155  
 G28  
 M30  
 %  
  
 %  
 ONoName  
 (Obrabotka otverstij)  
 T101  
 G98  
 (18mm Drill)  
 M133 P333  
 G54 G00 X212. Z50. Y212.  
 G4 P2. M08  
 M14  
 G81 Z-134. R50. F200.  
 Y-212.  
 G4 P2.  
 G81 Z-134. R50. F200.  
 X-212.  
 G4 P2.  
 G81 Z-134. R50. F200.  
 Y212.  
 G4 P2.  
 G81 Z-134. R50. F200.  
 G80  
 M15

					MP.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

M09  
M135  
(Obrabotka otverstij2)  
T202  
M154  
G00 C0.  
(M20 Tap)  
M133 P159  
G00 X212.  
G4 P2. M08  
M14  
G81 Z-134. R50. F200.  
Y-212.  
G4 P2.  
G81 Z-134. R50. F200.  
X-212.  
G4 P2.  
G81 Z-134. R50. F200.  
Y212.  
G4 P2.  
G81 Z-134. R50. F200.  
G80  
M15  
M09  
M135  
M155  
G28  
M30  
%

					MP.ПМК-35.00.00.000 ПЗ	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ескіз обробки поверхні  $\phi 80H9(+0,074)$

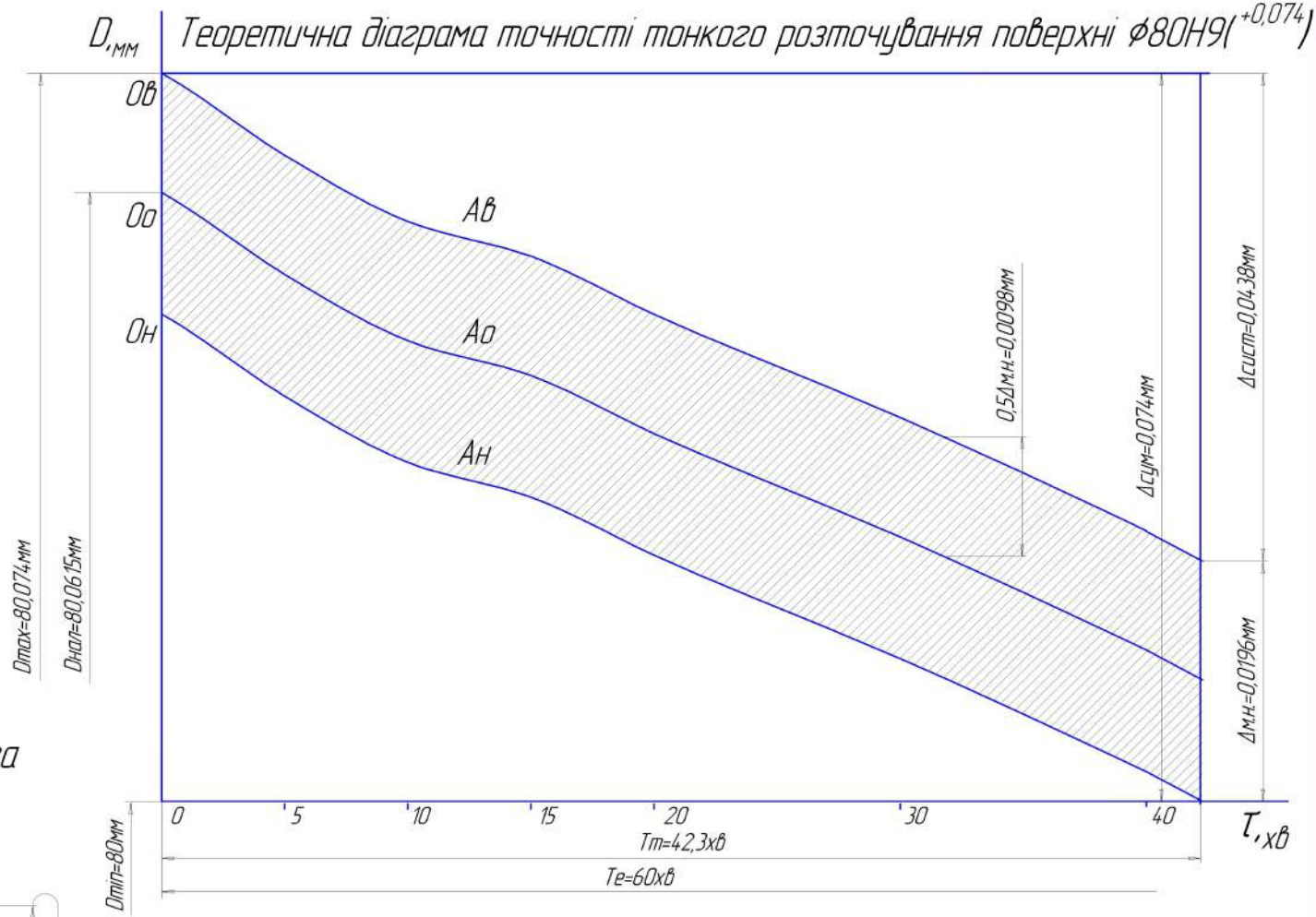
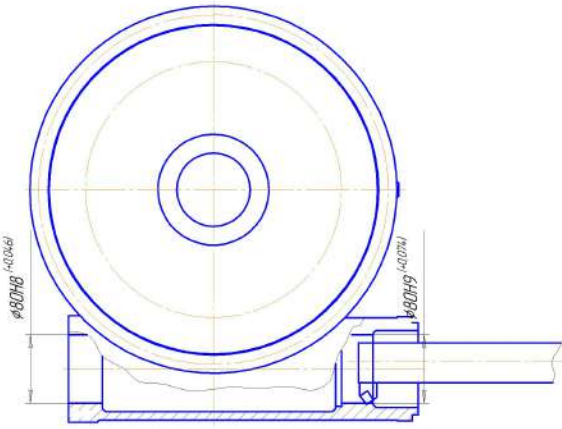
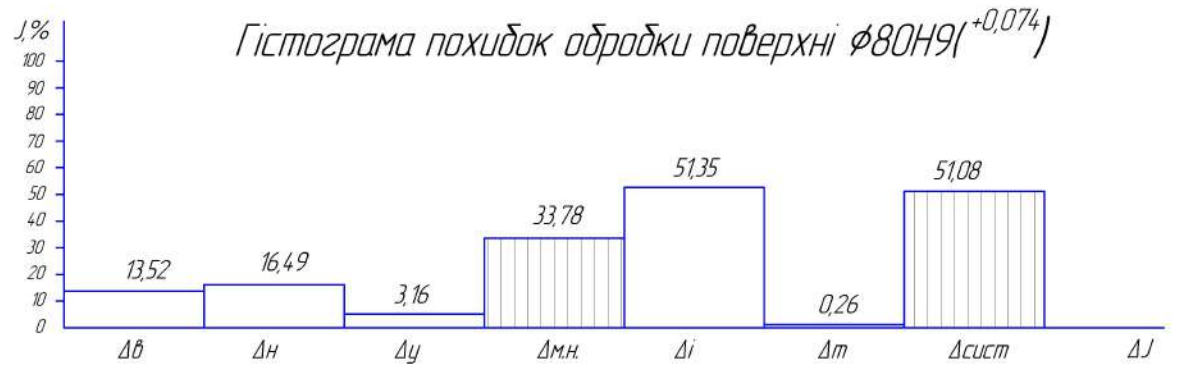
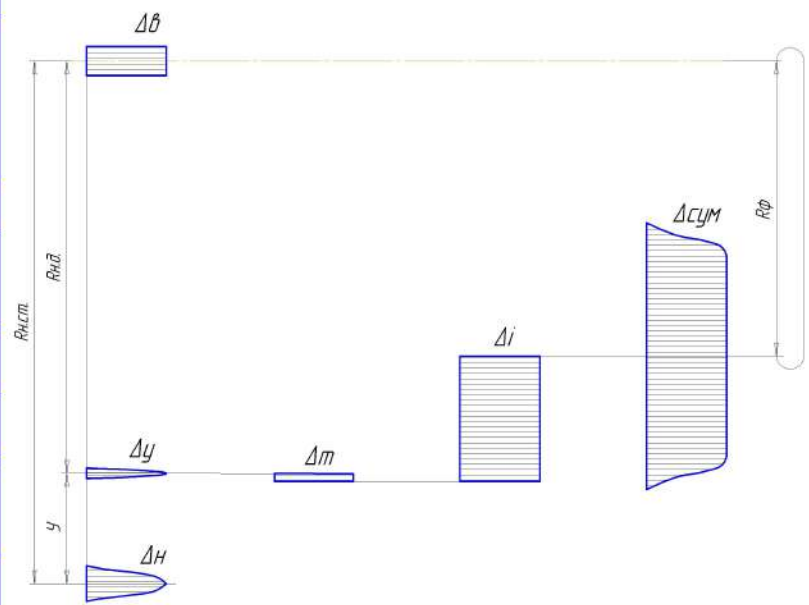


Схема технологічного розмірного ланцюга обробки поверхні  $\phi 80H9(+0,074)$



МР.ПМК-135.00.00.000 Сх				Лист	Класифікація
Аналіз точності тонкого розточування поверхні $\phi 80H9(+0,074)$				11	
І.п. Лист	Р. Висновок	Гроби	Лист	Лист	Лист
Розроб	Чудоваров В.В.				
Проєкт	Петушенко Л.В.				
Виконав	Петушенко Л.В.				
Перевірив	Петушенко Л.В.				
Начальник	Петушенко Л.В.				
Зам.	Петушенко В.Г.				

ІФНТЗНГ  
ПМК-20-1

# Імітаційне моделювання шорсткості оброблення плоских поверхонь деталей технологічного спорядження комбінованими торцевими фрезами

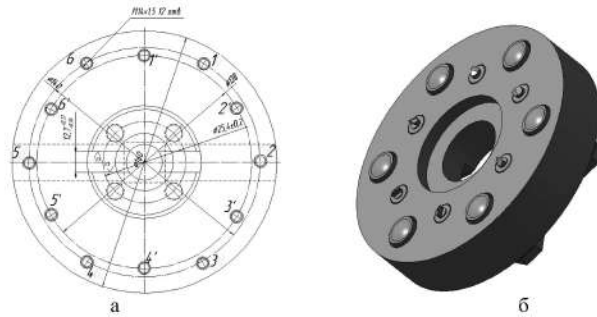


Рис. 1. Схема розташування деформувальних та різальних елементів в розробленій торцевій фрезі : а - твердотільна модель; б - створена засобами САПР «Компас-3D»

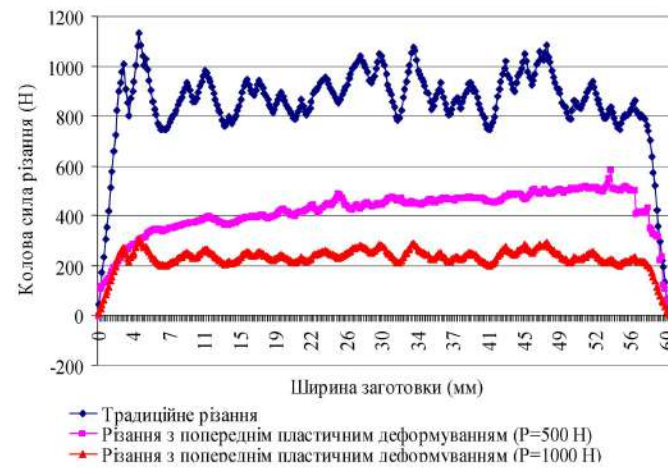


Рис. 3. Імітаційне моделювання миттєвого розподілення сили різання по результатам, отриманим в системі Deform  $V = 190$  м/хв;  $S = 0,15$  мм/об;  $t = 0,1$  мм

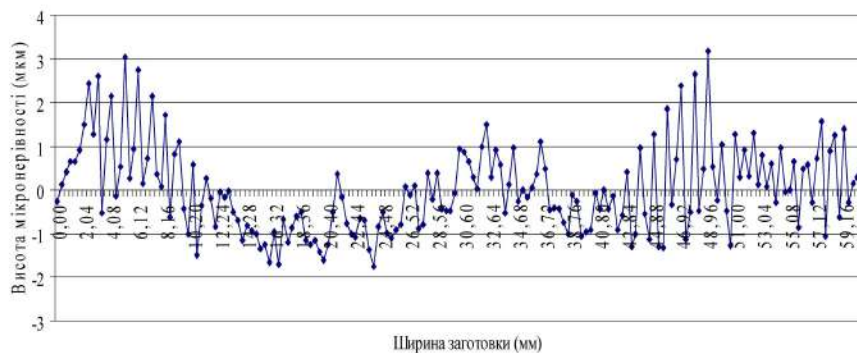


Рис. 5. Результати імітаційного моделювання утворення шорсткості оброблення плоскої поверхні зі сталі 40 (ділянка 0-60 мм) традиційною торцевою фрезою ( $V=190$  м/хв;  $S=15$  мм/об;  $t=1$  мм;  $P=1000$ Н)



Рис. 2. Алгоритм проведення імітаційного моделювання точності оброблення площини деталей технологічного спорядження комбінованою торцевою фрезою

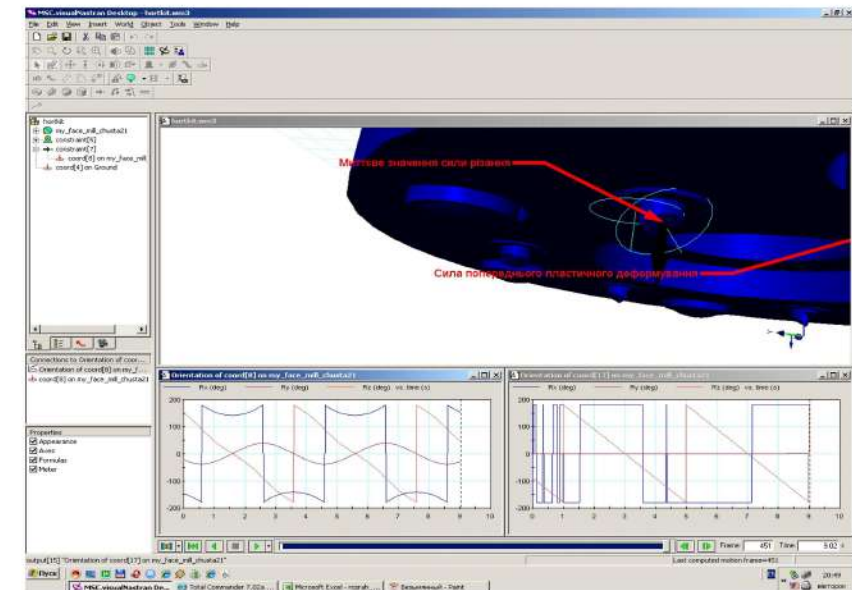
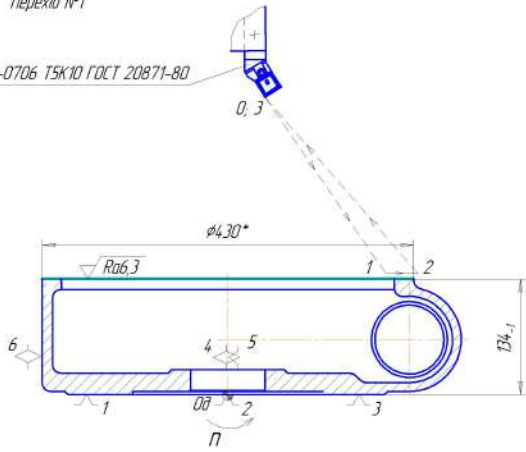


Рис. 4. Розрахунок положення комбінованої торцевої фрези у просторі

					MP.ПМК-135.00.00.000 Сх		
Дир. АРК	№ докум.	Дата	Лист	Кол-во	Лист	Листів	Місця
Розроб.	Відобрано В.В.				Н		11
Перев.	Відобрано Л.Д.						
Начальн.	Відобрано Л.Д.						
Затв.	Відобрано В.Г.						
					Імітаційне моделювання шорсткості оброблення плоских поверхонь деталей технологічного спорядження комбінованими торцевими фрезами		
					АРК		
					АРК		
					ІФНТУНГ		
					ПМК-20-1		

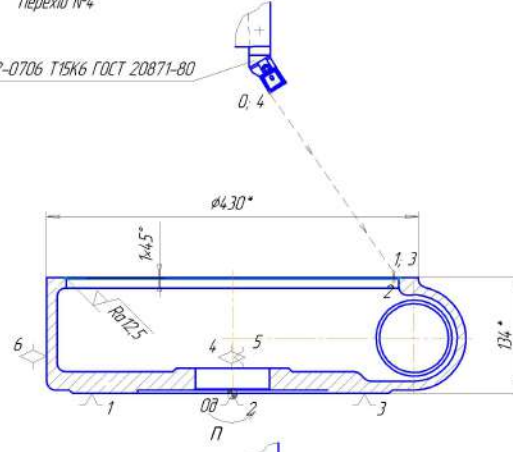
Перехід №1

Різець 2102-0706 Т5К10 ГОСТ 20871-80



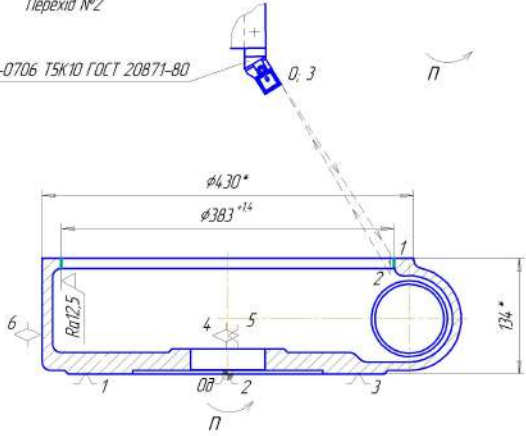
Перехід №4

Різець 2102-0706 Т5К6 ГОСТ 20871-80



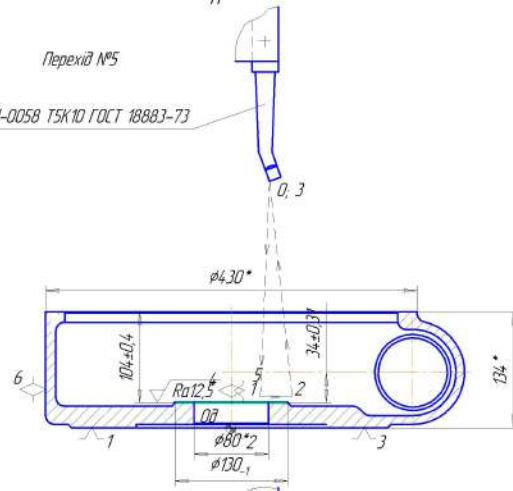
Перехід №2

Різець 2102-0706 Т5К10 ГОСТ 20871-80



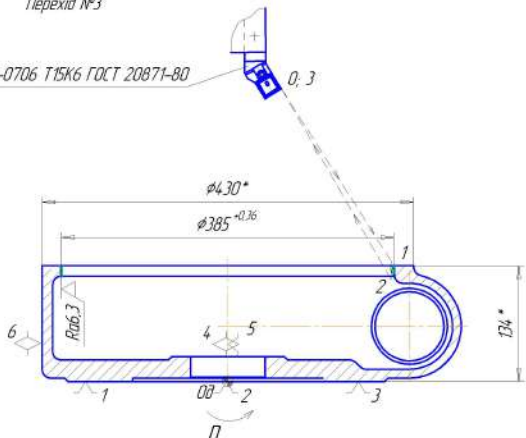
Перехід №5

Різець 2141-0058 Т5К10 ГОСТ 18883-73



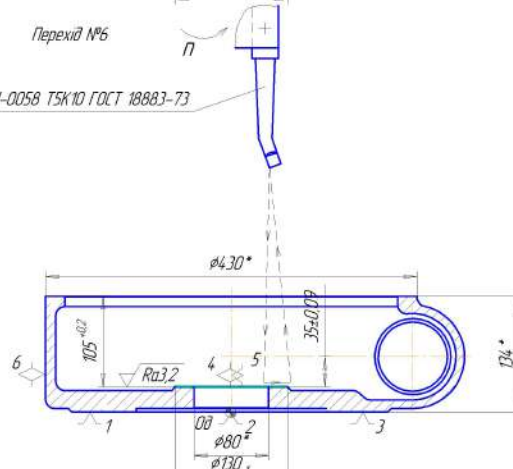
Перехід №3

Різець 2102-0706 Т5К6 ГОСТ 20871-80



Перехід №6

Різець 2141-0058 Т5К10 ГОСТ 18883-73



МАО1017-200А		УРС Токмак 2-УК		16К30Ф3		НС 2П32-3									
Геометричні параметри						Технологічні параметри									
Відсоток шліфування	X, мм	Y, мм	L, мм	K, мм	t, мм	S, мм/об	S <sub>н</sub> , мм/хв	V, м/хв	D-1, хв	Напрямок обертання	Охолодження	№ інструмента	L, № коректора		
0	500	500	0	0			500								
1	94	72	406	12	2	0,3	75	108	250	Пр.	+	1	101		
2	94	72	0	0	2	0,3	75	108	250	Пр.	+				
3	500	500	406	12			500								
0	500	500	0	0			500								
1	93	72	407	12	1	0,2	100	95,7	500	Пр.	+	2	102		
2	93	72	0	0	1	0,2	100	95,7	500	Пр.	+				
3	500	500	407	12			500								
0	500	500	0	0			500								
1	96	33	406	16	2	0,2	50	193,4	250	Пр.	+	3	103		
2	89	33	0	0	2	0,2	50	193,4	250	Пр.	+				
3	89	15	406	18	2	0,2	50	193,4	250	Пр.	+				
0	500	500	411	18			500								
1	500	500	0	0			500					4	104		
2	96	34	404	16	1	0,2	14,2	97,21	710	Пр.	+				
3	88	34	7	0	1	0,2	14,2	97,21	710	Пр.	+				
4	500	500	412	19	1	0,2	14,2	97,21	710	Пр.	+				
0	500	500	0	0			500								
1	96	10	404	19			500					5	105		
2	45	10	51	0	2	0,3	360	91,85	1200	Пр.	+				
3	88	7	3	3	2	0,3	360	91,85	1200	Пр.	+				
0	500	500	402	19			500								
1	500	500	0	0			500					6	106		
2	96	7,5	402	19	1	0,2	80	163,2	1600	Пр.	+				
3	500	500	402	19	1	0,2	80	163,2	1600	Пр.	+				

МР.ПМК-135.00.00.000 Сх

Карта налагодження на токарно-карусельну операцію з ЧПК

Верстат мод. 1512Ф1

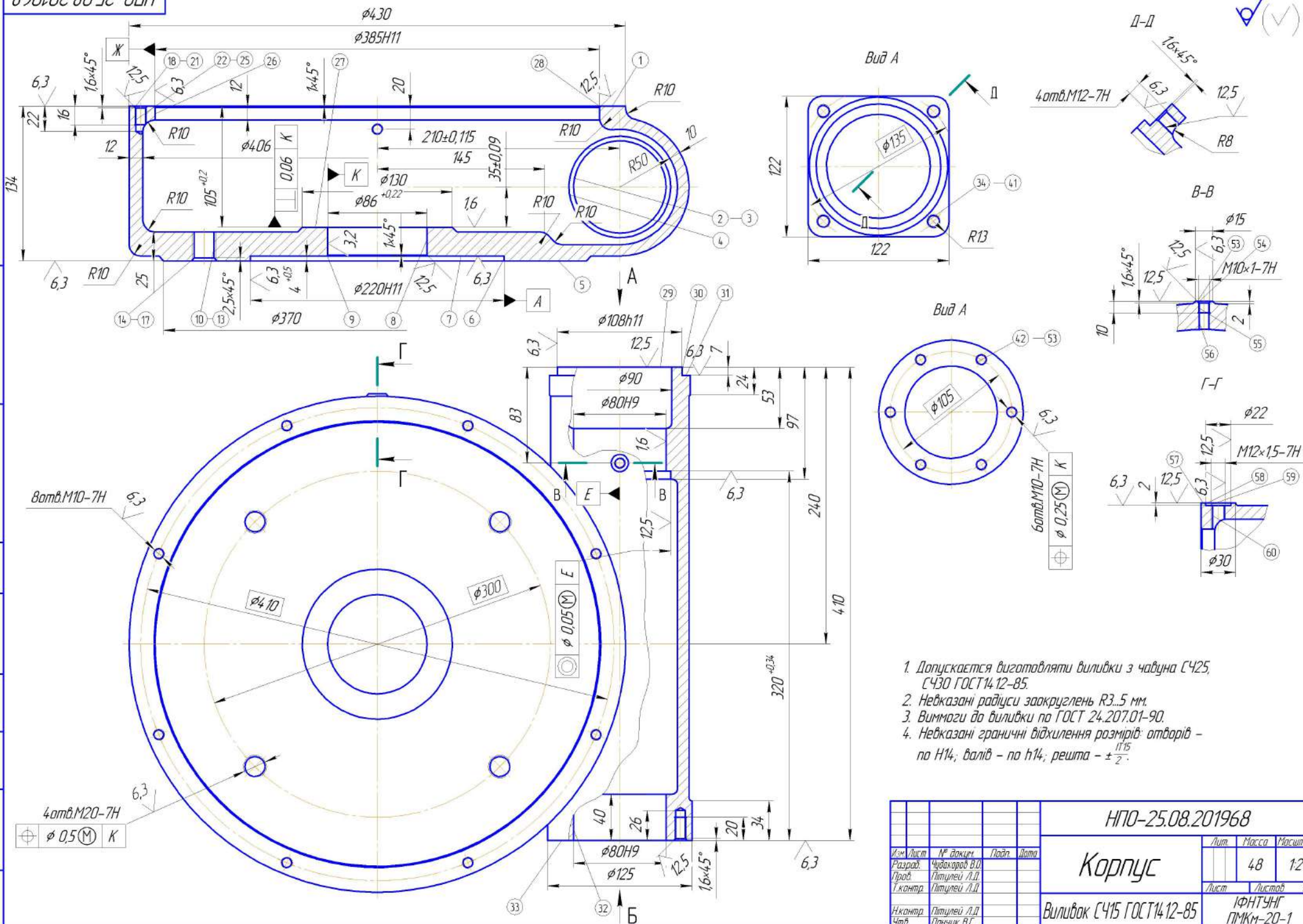
ІФНТЗНГ ПМКМ-20-1

Лист 11

Листів 11

Формат А1

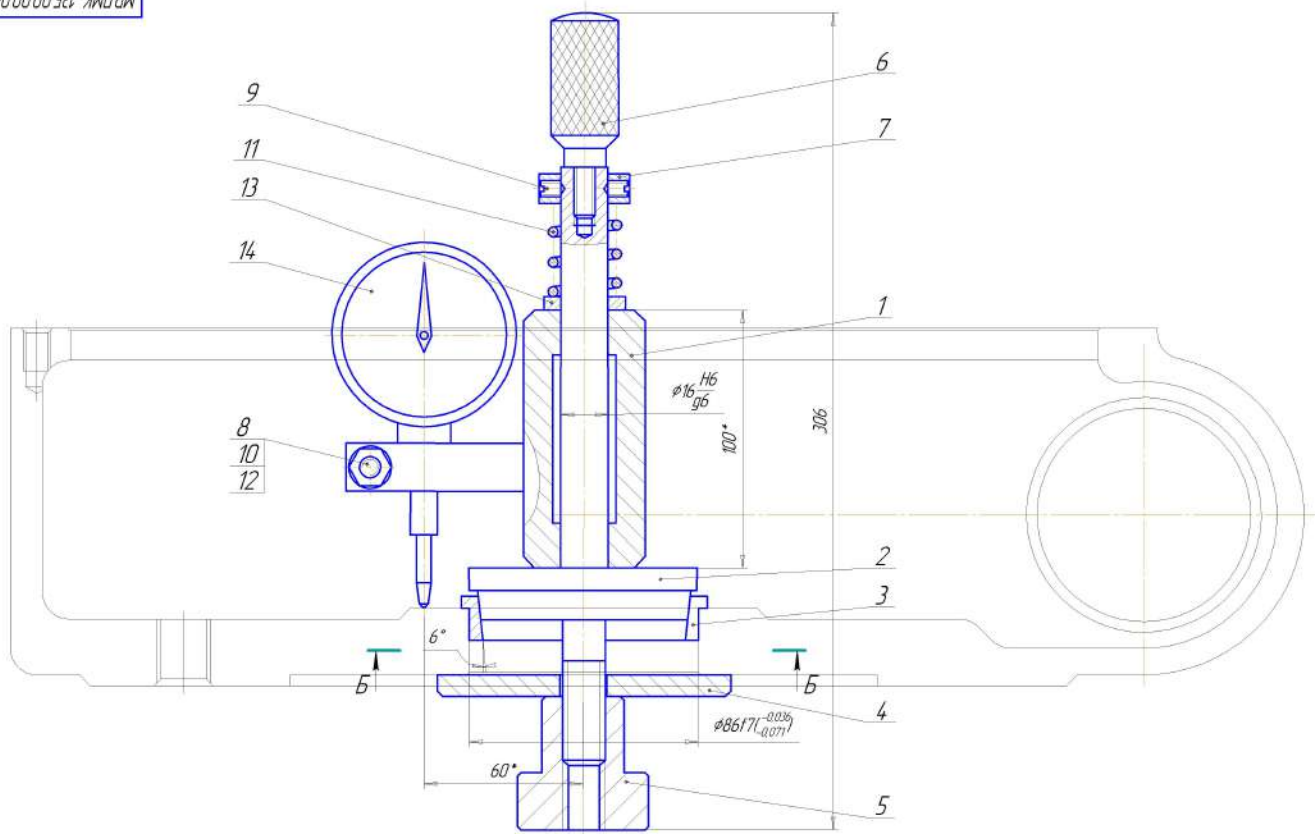
896107.08.201968



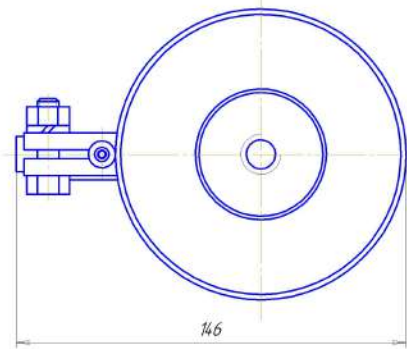
1. Допускається виготовляти виливки з чавуна СЧ25, СЧ30 ГОСТ14-12-85.
2. Невказані радіуси заокруглень R3..5 мм.
3. Вимоги до виливки по ГОСТ 24.207.01-90.
4. Невказані граничні відхилення розмірів: отворів - по Н14, валів - по h14; решта - ± 2<sup>115</sup>.

				НПО-25.08.201968		
				<b>Корпус</b>		
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Чудакоряд В.О.				4,8	1:2
Проб.	Питцелей Л.Д.			Лист		Листов 1
Т.контр.	Питцелей Л.Д.					
Н.контр.	Питцелей Л.Д.			Виливок СЧ15 ГОСТ14-12-85		
Утв.	Панчик В.Г.			ФНТУНГ ПМКМ-20-1		

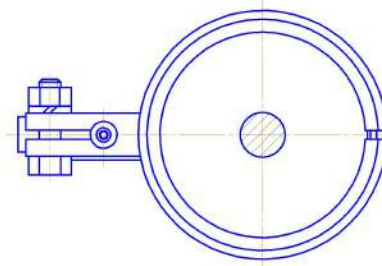
Вид № паяла: Паял у ділянці: Взам. шиф. №: Вид № докум.: Штук. у ділянці: Сторінк. №: Дов. шифер: №:010009-1000



Вид А



Б-Б

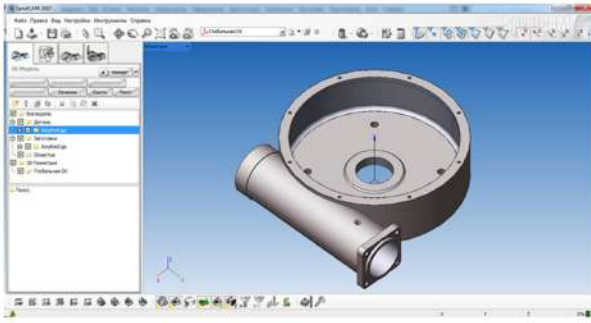


Пристрій призначений для контролю перпендикулярності торця  $\varnothing 130 \pm \varnothing 86$  відносно отвору  $\varnothing 86^{+0.022}$  корпусу НПО-25.08.201968.  
 Похибка мікрометра 0,0018 мм.  
 Похибка вимірювання пристроєм 0,021 мм.

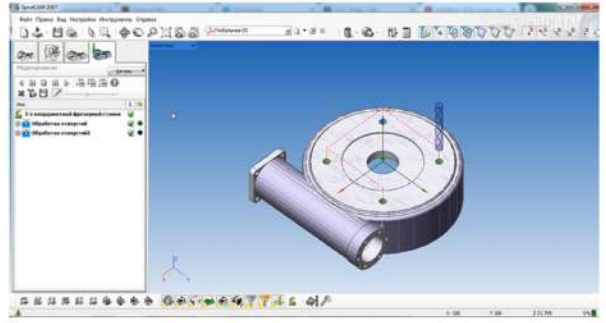
1. \*Розміри для довідок.  
 2. Маркування.

				МР.ПМК-135.00.00.000 СК		
				Пристрій контрольний		
				Лист	14	11
				ІФНТЗНГ		
				ПМКМ-20-1		
				Формат А1		

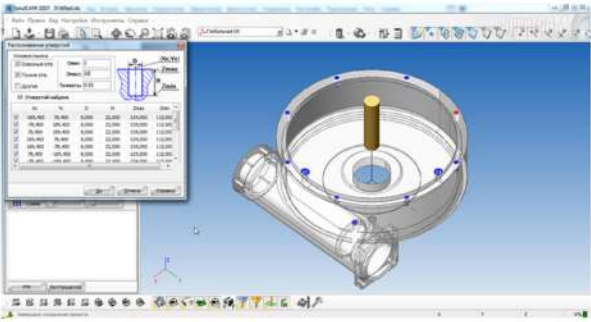
Лист 14 з 11  
 Стор. 11  
 Лист 14 з 11



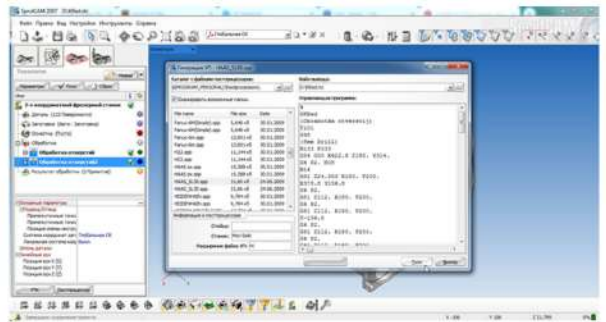
3D-модель деталі, імпортована у систему Sprut-CAM



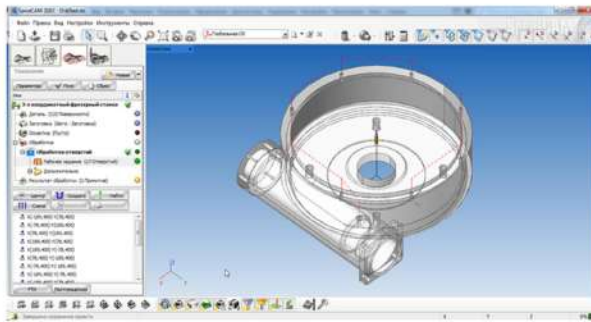
Моделювання нарізання різьби M20



Програмне визначення координат отворів  $\varnothing 8$

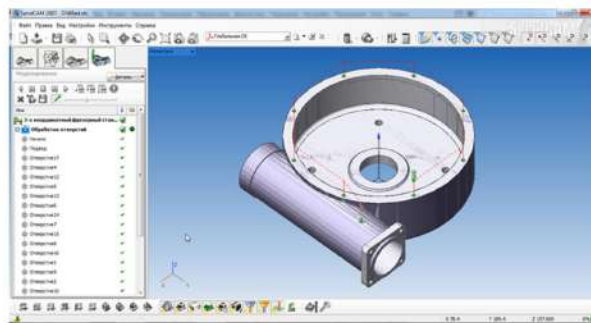


Генерація керуючої програми для ЧПК

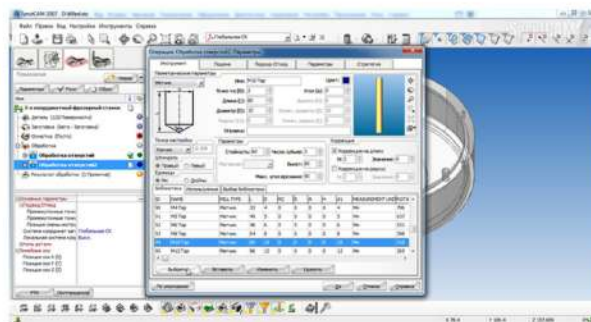


Проектування свердління отворів  $\varnothing 8$

Керуюча програма для ЧПК



Моделювання свердління отворів  $\varnothing 8$



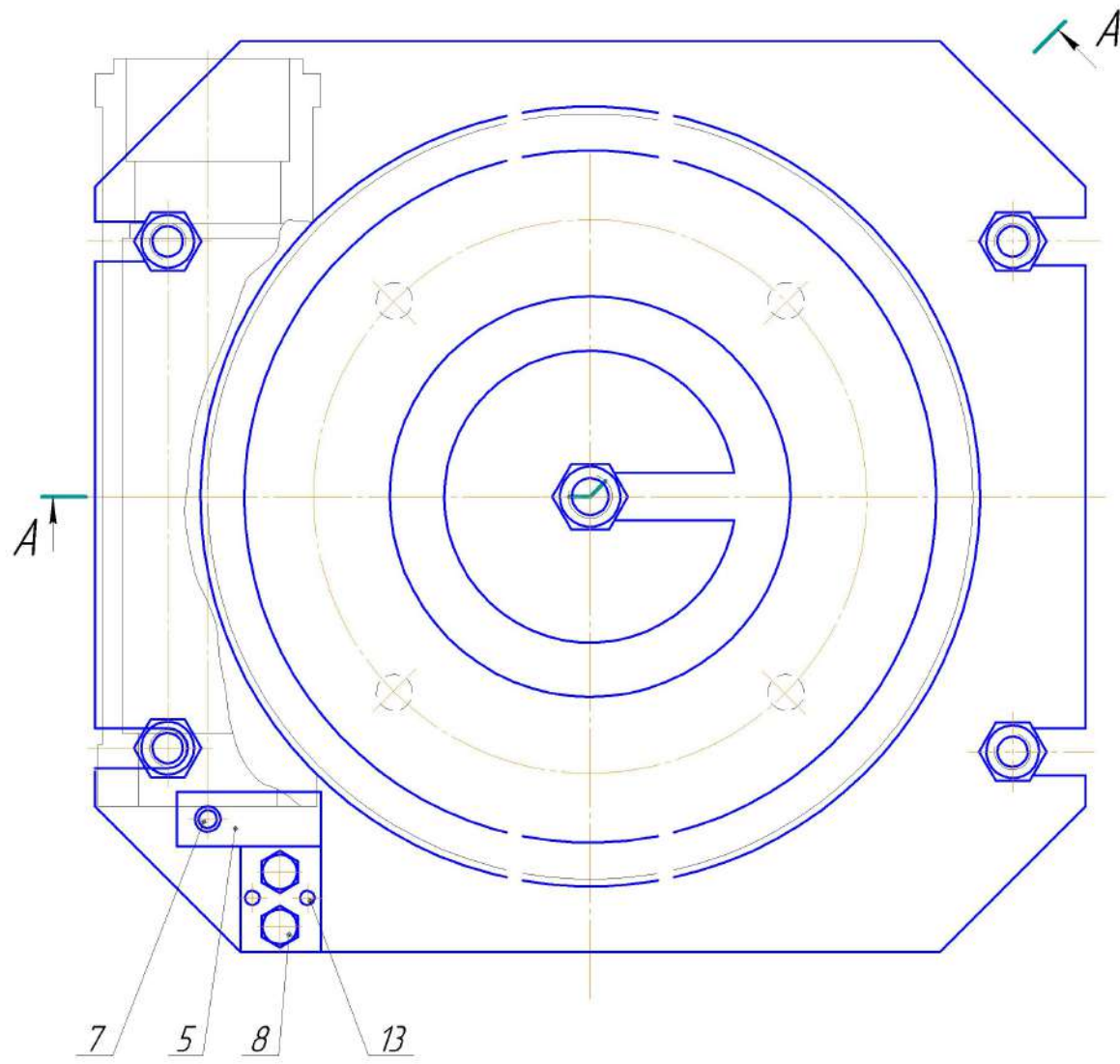
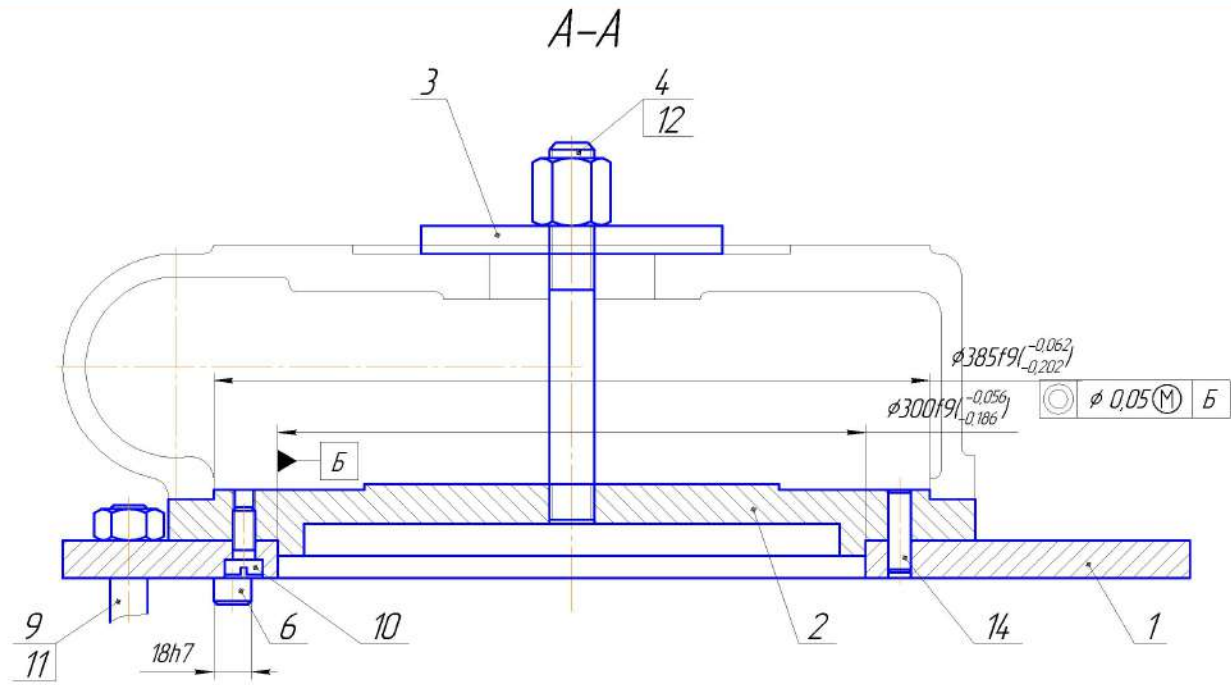
Задання параметрів нарізання різьби

```

%
OKRed
(Obrabotka otverstij)
T101
G98
(8mm Drill)
M133 P333
G54 G00 X422.8 Z180. Y314.
G4 P2. M08
M14
G81 Z24.353 R180. F200.
X378.8 Y156.8
G4 P2.
G81 Z112. R180. F200.
G4 P2.
G81 Z112. R180. F200.
Y-156.8
G4 P2.
G81 Z112. R180. F200.
G4 P2.
G81 Z112. R180. F200.
X156.8 Y-378.8
G4 P2.
G81 Z112. R180. F200.
G4 P2.
G81 Z112. R180. F200.
X-378.8 Y-156.8
G4 P2.
G81 Z112. R180. F200.
G4 P2.
G81 Z112. R180. F200.
Y156.8
G4 P2.
G81 Z112. R180. F200.
G4 P2.
G81 Z112. R180. F200.
X-156.8 Y378.8
G4 P2.
G81 Z112. R180. F200.
G4 P2.
G81 Z112. R180. F200.
X156.8
G4 P2.
G81 Z112. R180. F200.
G4 P2.
G81 Z112. R180. F200.
G80
M15
M09
M135
M155
G28
M50
%

(Obrabotka otverstij2)
T101
G98
(18mm Drill)
M133 P333
G54 G00 X212. Z50. Y212.
G4 P2. M08
M14
G81 Z-134. R50. F200.
Y-212.
G4 P2.
G81 Z-134. R50. F200.
X-212.
G4 P2.
G81 Z-134. R50. F200.
Y212.
G4 P2.
G81 Z-134. R50. F200.
G80
M15
M09
M135
(Obrabotka otverstij2)
T202
M154
G00 C0.
(M20 Tap)
M133 P339
G00 X212.
G4 P2. M08
M14
G81 Z-134. R50. F200.
Y-212.
G4 P2.
G81 Z-134. R50. F200.
X-212.
G4 P2.
G81 Z-134. R50. F200.
Y212.
G4 P2.
G81 Z-134. R50. F200.
G80
M15
M09
M135
M155
G28
M50
%
    
```

Лист 11 з 11



Лист № докум. Дата и форма  
 Лист № докум. Дата и форма  
 Лист № докум. Дата и форма  
 Лист № докум. Дата и форма  
 Лист № докум. Дата и форма

				<b>МР.ПМК-135.00.00.000 СК</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит	Масса	Масштаб
							1:1
Разработ.	Чудаков В.В.				Лист	Листов	1
Проб.	Плутелей Л.Д.				ИФНТУНГ ПМКМ-20-1 Формат А2		
Т.контр.	Плутелей Л.Д.						
Реценз.							
Н.контр.	Плутелей Л.Д.						
Утв.	Панчик В.Г.				Верстат 2Р135Ф2-1 Копировал		