

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

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Понайда Борис Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9

(індекс)

**БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА**

Технологія виготовлення деталі “Кришка 224.30.10.114 зап”

(назва роботи)

**Прикладна механіка**

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Борушак Л.О., доцент кафедри КМВ

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

**Допущено до захисту**

Завідувач кафедри

професор

(посада)

(підпис)

(дата)

Пангчук В.Г.

(ініціали та прізвище)

**Рецензент**

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

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

м.Івано-Франківськ-2023 рік

# Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень - бакалавр

Спеціальність 131-Прикладна механіка

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## **ЗАВДАННЯ**

### **НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Попаді Борису Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія виготовлення деталі “Кришка 224.30.10.114 зап”

керівник роботи доцент кафедри КМВ Борушак Л.О.

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

затвержені наказом закладу вищої освіти від “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом роботи 15 червня 2023 р.

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

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

Технологічна частина (аналіз деталі, вибір заготовки, розробка маршруту виготовлення, розрахунок припусків, режимів різання та нормування техпроцесу). Конструкторська частина (проекування верстатного пристрою). Розробка операції на верстат з ЧПК та складання керуючої програми

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

Креслення деталі та заготовки, 3D модель деталі, складальне креслення

верстатного пристрою, карта налагодження на свердлильну операцію з ЧПК, кадри обробки деталі на верстаті з ЧПК та керуюча програма

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
	Доцент кафедри КМВ Борушак Л.О.		

7. Дата видачі завдання 15 березня 2023 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Конструкторсько-технологічний аналіз	28.03.2023	
2	Проектування технології виготовлення деталі	20.04.2023	
3	Проектування технологічного оснащення	20.05.2023	
4	Розробка технології автоматизованої обробки	01.0.2023	
5	Пояснювальна записка	04.06.2023	
	Графічна частина	15.06.2123	

Студент \_\_\_\_\_

Понайда Б.В.

Керівник \_\_\_\_\_

Борушак Л.О.

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної бакалаврської роботи: Технологія виготовлення деталі  
“Кришка 224.30.10.114 зап”

Розрахунково-пояснювальна записка: 50 сторінок, 16 рисунків, 9 таблиць, 10 посилань, 10 аркушів формату А4 додатків.

Графічна частина: 4 аркушів формату А1.

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження – деталь “ Кришка 224.30.10.114 зап ”.

Мета роботи – розробити оптимізований технологічний процес механічної обробки кришки 224.30.10.114 зап, який повинен скоротити вартість виготовлення деталі порівняно з базовим техпроцесом, а також розробити конструкцію спеціального верстатного пристрою та керуючу програму для верстата з ЧПК.

Відповідно поставленій задачі у роботі проведений аналіз конструкції деталі, базового методу отримання заготовки та маршруту механічної обробки. За результатами проведеного аналізу та рекомендаціях літературних джерел розроблено більш сучасний маршрут механічної обробки даної деталі для заданого типу виробництва, відповідно до якого пораховано припуски, розраховано режими різання та нормування операцій. Для встановлення і закріплення деталі на фрезерно-свердлильних операціях спроектовано спеціальний верстатний пристрій із пневматичним приводом, працездатність якого підтверджено розрахунками, наведеними в конструкторській частині пояснювальної записки. Додатки містять технологічну документацію – маршрутний опис процесу, операційні ескізи.

Результати роботи можуть бути використані у виробництві на базовому підприємстві.

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

Студент: Понайда Б.

## **ABSTRACT**

of qualifying bachelor's thesis: Technology of manufacturing the part "Adapter 0735 405344 712"

Calculation and explanatory note: 50 pages, 16 figures, 9 tables, 10 links, 10 sheets of A4 enclosures.

Graphic part: 5 sheets of A1 format.

The object of study is the technological process of machining.

The subject of research is the detail "Adapter 0735 405344 712".

The purpose of the work is to develop an improved technological process of mechanical processing of the adapter 0735 405344 712, which will reduce manufacturing costs compared to the basic technical process, as well as to develop designs of special machine tools and control program for CNC machine.

In accordance with the task in the work a detailed analysis of the design of the part, the basic method of obtaining the workpiece and the route of machining was made. Based on the conclusions of the analysis and the recommendations of the literature, a more optimal route of machining of this part for a given type of production is developed, according to which allowances are calculated, cutting modes and rationing of operations are calculated. To install and secure the part on machining operations, a special machine tool with a pneumatic drive is designed, the efficiency of which is confirmed by the calculations given in the 2nd section of the explanatory note. The design of the control device is engineered. The appendices contain all the necessary technological documentation.

The results can be used in the engineering industry.

Keywords: workpiece, detail, technological process, cutting modes, cutting speed, cutting force, operation, tool, equipment, device, clamping power.

Student: B.Ponaida

## Зміст

Вступ.....		
1	Технологічна частина.....	
1.1	Опис призначення та конструкції деталі.....	
1.2	Аналіз конструкції деталі на технологічність .....	
1.3	Визначення ключових статистичних показників виробництва.....	
1.3	Заготовка деталі та обґрунтування її вибору .....	
1.4	Базовий варіант технологічного процесу виготовлення кришки та його аналіз.....	
1.5	Проектування технології обробки кришки.....	
1.6	Розрахунок припусків на токарну обробку.....	
1.7	Аналітичний розрахунок режимів різання.....	
1.8	Зведена таблиця режимів різання.....	
1.9	Проектування технології свердління отворів у програмі Sprut CAM.....	
2	Конструкторська частина Проектування верстатного пристрою для свердлильної операції 010.....	
2.1	Призначення, конструкція та опис роботи пристрою .....	
2.2	Розрахунок пневмоприводу пристрою.....	
2.3	Розрахунок на міцність найбільш навантажених та рухомих елементів пристрою.....	
2.4	Перевірка пристрою на точність.....	
	Висновок.....	
	Перелік використаних літературних джерел	
	Додатки	

					БР.ПМ-099.00.000 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Понайда Б.В.			<b>Пояснювальна записка</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Борущак Л.О					3	
<i>Реценз.</i>						<b>ІФНТУНГ ПМ-21-1К</b>		
<i>Н. Контр.</i>		Борущак Л.О						
<i>Затверд.</i>		Панчук В.Г.						

## Вступ

Сучасне машинобудування потребує ерудованих фахівців, які повинні мати не тільки підготовку інженера-механіка, а також володіти комп'ютерними технологіями автоматизованого проектування виробів машинобудування, технологічних процесів а також їх дослідження.

Саме тому спеціальність “Прикладна механіка” стає все більш потрібною. Очевидно, що ця потреба буде ще більшою в умовах післявоєнної відбудови України. Багато машинобудівних підприємств південно-східної частини країни стоять в руїнах, тому проблема їх відновлення та створення нових постане як першочергова у народному господарстві.

Одним із завдань інженера у проектуванні технологічних процесів машинобудування є вміння грамотно застосувати для обробки сучасні високопродуктивні і точні верстати з програмним керуванням. Це найбільш актуально в умовах серійного виробництва деталей.

Дана бакалаврська робота є проектом, у якому поряд з класичним підходом до технологічних розрахунків застосоване сучасне металорізальне обладнання – токарні і фрезерно-свердлильні верстати з ЧПК. Автор сподівається, що ця розробка буде корисною для виробника цієї продукції – ВАТ Івано-Франківський локомотиворемонтний завод.

					БР.ПМ-099.00.000 ПЗ	Арк.
						4
			с	а		







**Продовження табл.1.3**

24	Циліндричний отвір. Виконавча поверхня	Ø6	14	14	Rz 40
25	Циліндричний отвір. Виконавча поверхня	Ø8,5	14	14	Rz 40
26	Різьбова поверхня. Виконавча поверхня	M10	7H	14	Rz 40
27	Внутрішня фаска. Вільна поверхня.	1x45°	14	14	Rz 40
28	Циліндричний отвір. Виконавча поверхня	Ø13	14	14	Rz 40

Ескіз кришки з номерами поверхонь наведений на рис.1.1



## 1.2 Аналіз конструкції деталі на технологічність

Заготовка кришки 224.30.10.114 зап отримується литвом в у разові піщані форми з машинним формуванням із сталі марки 20Л.

Деталь має порівняно просту конфігурацію і досить жорстка, виходячи з креслення. За базовим технологічним процесом поверхні на універсальних верстатах – фрезерному, токарному та свердлильному.

Площину торця (пов. 12) обробляють на вертикально-фрезерному верстаті мод. 6P12, щоб зняти залишки ливників, кріпильні отвори свердлять на радіально-свердлильному верстаті 2M55, решту отворів та різьбу обробляють на радіально-свердлильному верстаті мод.2M55, торці деталі та поверхні обертання обробляють на токарно-гвинторізних верстатах мод. 1M63 та ТТ163705. Обробку вказаних поверхонь виконують з вільним доступом різального та вимірного інструменту, осі отворів перпендикулярні або ж паралельні до поверхонь технологічних баз. Обробку отворів виконують у пристрої з кондуктором і поворотним фіксуючим механізмом.

Єдиним порівняно складним технологічним моментом є обробка торцевих маслоуловлюючих канавок, яка вимагає застосування спеціальних канавкових різців і відповідального призначення режимів різання.

Жорсткість деталі в процесі обробки зумовлюється її конструкцією - наявністю канавок та осесиметричністю форми..

Таким чином, деталь в цілому технологічна.

					БР.ПМ-099.00.000 ПЗ	Арк.
						10
			с	а		

Згідно ГОСТ 14.202-73 проводимо кількісний аналіз технологічності по

трьох коефіцієнтах:

- коефіцієнту уніфікації  $K_y$
- коефіцієнту точності  $K_T$
- коефіцієнту шорсткості  $K_{ш}$ .

Загальна кількість поверхонь – 28

з них механічну обробку проходять – 28

уніфікованих поверхонь – 20

Поверхонь по 14-му квалітету точності – 22

Поверхонь по 11-му квалітету точності – 5

Поверхонь по 8-му квалітету точності – 1

Поверхонь по 5 класу шорсткості – 20

Поверхонь по 7 класу шорсткості – 2

Поверхонь по 8 класу шорсткості – 6

Визначаємо коефіцієнт уніфікації за формулою

$$K_{y\Sigma} = \frac{Q_{y\Sigma}}{Q_{\Sigma}}$$

де  $Q_{\Sigma}$  - загальна кількість оброблюваних поверхонь

$Q_{y\Sigma}$  - кількість уніфікованих поверхонь

$$K_y = 20/28 = 0,714$$

За коефіцієнтом уніфікації деталь вважається технологічна, оскільки,  $K_y$  більший від допустимого 0,6.

					БР.ПМ-099.00.000 ПЗ	Арк.
						11
			с	а		

Визначаємо коефіцієнт точності за формулою  $k_m = 1 - \frac{1}{Ac}$

де  $Ac$  – середній клас точності

$$Ac = \frac{1 \cdot n_1 + 2n_2 + \dots + 19n_{19}}{n_1 + n_2 + \dots + n_{19}}$$

$$Ac = \frac{22 \cdot 14 + 5 \cdot 11 + 1 \cdot 8}{28} = 12,65$$

$$k_m = 1 - \frac{1}{12,65} = 0,92$$

Оскільки  $k_m > 0,8$ , то по цьому параметру деталь технологічна.

					БР.ПМ-099.00.000 ПЗ	Арк.
						12
			с	а		



Такт випуску деталей:

$$t_g = k_3 \cdot T_{ум.сер} = 15 \cdot 14 = 210 \text{ хв,}$$

де  $k_3$  – коефіцієнт закріплення операцій для заданого типу виробництва:

$$10 < k_3 < 20. \text{ Приймаємо } k_3 = 15.$$

Річна програма випуску деталей:

$$N = \frac{F_d \cdot 60}{t_g} = \frac{3900 \cdot 60}{210} = 331 \text{ шт,}$$

де  $F_d$  – дійсний річний фонд робочого часу устаткування.

$$F_d = 3900 \text{ год.}$$

Розрахункова кількість деталей у партії:

$$n_{\bar{a}} = \frac{N \cdot a}{F} = \frac{331 \cdot 12}{251} = 15,8 \text{ шт,}$$

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

$F$  – кількість робочих днів у році,  $F = 251$  день.

Розрахункове число змін на обробку партії деталей:

$$C = \frac{T_{\text{од.пад}} \cdot n_{\bar{a}}}{480 \cdot 0,8} = \frac{47,1 \cdot 15}{480 \cdot 0,8} = 1,84 \text{ змін,}$$

де 480 – дійсний фонд часу роботи устаткування за зміну, хв.

0,8 – нормативний коефіцієнт завантаження верстатів у серійному

виробництві.

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

Прийнята кількість деталей в партії:

$$n_{\bar{a}} = \frac{C_{\text{ід.пад}} \cdot 480 \cdot 0,8}{T_{\text{од.пад}}} = \frac{2 \cdot 480 \cdot 0,8}{47,1} = 16,3 \text{ шт.}$$

Приймаємо  $n_d = 16$  шт.

Уточнюємо програму випуску для кратності її до партії запуску:

$$\text{Число запусків } i = \frac{N}{n_{\bar{a}}} = \frac{331}{16} = 20,7.$$

Приймаємо  $i = 20$ ;  $N = i \cdot n_{\bar{a}} = 20 \cdot 16 = 320$  шт.

					БР.ПМ-099.00.000 ПЗ	Арк.
						14
			$C$	$a$		

## 1.4 Заготовка деталі та обґрунтування її вибору

Вихідні дані:

Тип виробництва – середньосерійний.

Деталь - Кришка 224.30.10.114зап.

Матеріал деталі – Сталь 20Л ГОСТ 977-88.

Габаритні розміри деталі – Ø480x30 мм.

Маса деталі – 33,5 кг.

Правильність вибору заготовки впливає на число операцій, трудомісткість процесу та вартість обробки деталі. Отже, вибір заготовки проводиться з врахуванням всіх вищеперерахованих факторів, які взаємопов'язані.

При середньо-серійному виробництві розрізняють наступні методи одержання заготовок:

- з прокату;
- литво в металеві форми (кокіль);
- литво в оболонкові форми;
- гаряче штампування на молотах, пресах, ГКМ.

Найбільш ефективні способи одержання заготовок зі сталі 20Л:

- литво у земляні форми, за витопними моделями, в кокіль;
- одержання з прокату;
- штампування.

Ці способи одержання заготовки є відносно не дорогими і дозволяють максимально наблизити розміри заготовки до розмірів деталі.

					БР.ПМ-099.00.000 ПЗ	Арк.
						15
			с	а		

Згідно базової технології деталь виготовляють способом литва у піщані разові форми. Для дрібносерійного типу виробництва така заготовка є оптимальною для нашої деталі.

Згідно завдання, тип виробництва кришки – середньо серійний. Це передбачає широке застосування автоматизованого обладнання – верстатів з ЧПК, які характеризуються високою продуктивністю, жорсткістю та можливістю оперативного переналагодження на різні деталі. Водночас бажано брати більш точні заготовки, що зменшить витрати металу в стружку та відсоток браку.

Вибираємо вилівок II класу точності з машинною формовкою опок (у базовому варіанті – III клас). У такому разі підвищується точність форми поверхонь вилівка, їх розміри і, відповідно, можна зменшити припуски на обробку.

Обґрунтуємо наш вибір. Задану точність форми і розмірів вільних поверхні деталі згідно технічних вимог вказаний спосіб дає змогу отримати.

Механічній обробці заготовки підлягають практично всі поверхні – як зовнішні поверхні обертання та торці, так і отвори. Припуски під обробку можна призначати порівняно незначними - 3 - 4,5 мм. Отже, відхід матеріалу у стружку буде незначний. Згідно розрахунків маси за 3D –моделями деталі і заготовки маса стружки становитиме 4,2 %.

Отримувати потрібну заготовку іншими технологічними способами вкрай недоцільно – кування та зварювання нераціональні для даного типу деталей. а хоча і забезпечить мінімальні припуски на обробку.

Отримання заготовки литвом за витоппними моделями або ж у кокіль є дуже дорогим, вказані методи литва дозволять дещо зменшити припуски на механічну

					БР.ПМ-099.00.000 ПЗ	Арк.
						16
			с	а		

обробку поверхонь, але в цілому металоємність конструкції не зміниться.

Показники міцності матеріалу будуть практично такими ж, зате ціна заготовки зросте на. 26 - 40 %.

Отже, литво заготовки кришки у піщані разові форми з машинною формовкою є у нашому випадку найбільш прийнятним.

					БР.ПМ-099.00.000 ПЗ	Арк.
						17
			<i>с</i>	<i>а</i>		





## 1.5 Проектування технології обробки деталі

### “Кришка 224.30.10.114 зап”

Вихідними даними для розробки нового технологічного процесу є:

- робоче креслення деталі;
- тип виробництва;
- службове призначення деталі.

У проектуванні нового технологічного маршруту рекомендовано досягти мінімуму затрат на виготовлення деталі з одночасним (бажаним) підвищенням її якості.

Керуючись тим, що заданий тип виробництва – середньо серійний, деталь відноситься до класу дисків і має значні габарити та вагу, для обробки поверхонь обертання підбираємо вертикальний токарний верстат з ЧПК мод. VDL 800 CNC, для свердлильної обробки – вертикальний фрезерно-свердлильний верстат з ЧПК мод. Vector 650 M HDH фірми KNUTH. Для обробки отворів та нарізання різьби у трьох радіальних отворах залишаємо без змін радіально-свердлильний верстат мод. 2M55. Це зумовлено тим, що поверхні не складні, їхня кількість невелика, тому можна застосувати швидкозмінні патрони, що набагато дешевше, ніж верстат з ЧПК. Першу операцію—фрезерування приливі – залишаємо без змін, що дасть нам змогу підвищити точність встановлення деталі на токарній операції і, крім того, зменшити припуски на токарну обробку.

Застосування вказаних верстатів та сучасних інструментів із змінними пластинами дасть змогу підвищити продуктивність обробки і її точність за рахунок зменшення числа переустановлень деталі.

Нижче наведемо рисунки з виглядом верстатів та таблиці з їхніми параметрами.

					БР.ПМ-099.00.000 ПЗ	Арк.
						20
			с	а		



Продовження табл.. 1.6

3	Прискорений хід	
	Прискорений хід по осі X/Y	36000 мм/хв
	Прискорений хід по осі Z	15000 мм/хв
4	Подача	
	Робоча подача, вісь X	10000 мм/хв
	Робоча подача, вісь Y	10000 мм/хв
	Робоча подача, вісь Z	10000 мм/хв
5	Потужність двигуна головного руху	7.5 кВт
6	Розміри і маса	
	Габарити	2,42x2,2x2,7 мм
	Маса верстата	4000 кг



Рис. 1.3 - Вертикально-токарний верстат VDL 800 CNC

**Таблиця 1.7 – Параметри вертикального токарного верстата мод. VDL  
800 CNC**

	Характеристика верстата	Числове значення
1	Робоча зона	
	Макс. діам. обробки над станиною	800 мм
	Макс. діам. обробки	700 мм
	Макс. маса заготовки	600 кг
2	Технологічний хід	
	Технологічний хід, вісь X	520 мм
	Технологічний хід, вісь Z	700 мм
3	Головний шпіндель	
	Число обертів шпинделя	0 – 300 об/хв
	Діаметр токарного патрона	500 мм
	Кількість позицій інструмента	4 шт
	Розміри хвостовика	40мм x 40 мм
4	Точність позиціювання	±0,04 мм
	Точність повтору	±0,02 мм
5	Потужність двигуна головного руху	11 кВт
6	Розміри і маса	
	Габарити	2,1x1,8x2,81 мм
	Маса верстата	3880 кг

Опис розробленого технологічного маршруту покажемо як таблицю 1.7.

Технологічні схеми обробки показані в картах операційних ескізів (див. Додатки). З карти ескізів видно, що схеми базування заготовки практично не змінені, бо є на нашу думку найбільш правильними.



Продовження табл..1.8

015	4,5,22	Фрезерно-свердлильна з ЧПК	Вертикальний фрезерно-свердлильний верстат з ЧПК мод. Vector 650 M HDH  Пристрій з пневмозатиском
		Установ 1 1.Свердлити 8 отв. Ø17 мм пов. 5 на прохід по Ø450 мм 2. Цекувати 8 отв. Ø36 мм пов.4 до розміру 9 <sub>-0,5</sub> мм 3. Свердлити 3 отв. Ø13 мм пов. 28 на прохід по Ø450 мм	
		Установ 2 1. Свердлити 3 отв. Ø6 мм пов. 24 на глибину 14 <sup>+2,0</sup> мм по Ø371±0,3 мм	
020	25,26,27	Радіально-свердлильна 1.Свердлити 3 отв. Ø8,43 мм пов. 25 на прохід 2.Зенкувати 3 фаски під кутом 120° пов. 27 на глибину 1,5 мм 3.Нарізати різьбу M10-7H пов 26 на глибину 20 мм	Радіально-свердлильний 2M55, Пристрій ділильний кондукторний

## 1.6 Розрахунок припусків на токарну обробку зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 400_{-0,1}$ .

Для отримання потрібного розміру та якості поверхні з вилівка шляхом механічної обробки знімається шар металу – припуск.

Припуски повинні мати таку величину, щоб не було зайвої витрати матеріалу, з обного боку, та щоб забезпечити необхідні характеристики поверхневого шару матеріалу деталі, з іншого.

Розрахунок припусків аналітичним методом проведемо на механічну обробку точінням зовнішньої циліндричної поверхні 17 –  $\varnothing 400_{-0,1}$ .

Спосіб отримання заготовки – литво у піщані форми з машинним формуванням опок.

Клас точності заготовки Т2.

Точність оброблюваної поверхні h8.

Габарити оброблюваної поверхні  $\varnothing 400 \times 8,5$  мм.

Схема базування та закріплення деталі при обробці показана в картах операційних ескізів (див. додаток 1).

Технологічний маршрут обробки:

- Чорнове точіння (h12);
- Півчистове точіння (h10);
- Чистове точіння (h8).

Двосторонній мінімальний припуск при обробці:

					БР.ЛІМ-099.00.000 ПЗ	Арк.
						26
			с	а		

$$2Z_{i\min} = 2 \left[ (R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\rho_{0i-1}^2 + E_i^2} \right], \text{ мкм}$$

Де  $R_{zi-1}$  – висота мікро нерівностей профілю на попередньому переході, мкм

$h_{i-1}$  – глибина дефектного шару на попередньому переході, мкм

$\rho_{0i-1}$  – сумарне відхилення розміщення поверхні ( від паралельності, соосності, симетричності, позиційне...), мкм.

$E_i$  – похибка установки деталі на операції, мкм.

Маршрут обробки, дані для розрахунків та результати розрахунків заносимо в таблицю 1.9

Заготовка: вилівок другого класу точності.

$R_z + T = 500$  мкм;  $h = 250$  мкм ([5], табл. 1 с.180);

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{ц}}^2}, \text{ мкм}$$

Короблення заготовки в місці обробки:

$$\rho_{\text{кор}} = L \times \Delta k, \text{ мкм};$$

де  $D = 488$  мм розмір заготовки;;

$\Delta k$ - питома кривизна, мкм/м;

$\Delta k = 2$  мкм/мм ( [5], табл. 4 с.180);

$$\rho_{\text{кор}} = 488 \times 0,002 = 0,976 \text{ мкм.}$$

Похибка встановлення в патроні:

- на першому переході  $\epsilon_{\text{ц}} = 400$  мкм;

- на другому переході  $\epsilon_{\text{ц}} = 120$  мкм;

- на третьому переході  $\epsilon_{\text{ц}} = 40$  мкм.

					БР.ПМ-099.00.000 ПЗ	Арк.
						27
			с	д		

На послідуєчих переходах механічної обробки, після:

- чорнового точіння  $R_z=80\text{мкм}$ ;  $h=100\text{мкм}$  ([5],табл. 5 с.181);
- півчистового точіння:  $R_z=40\text{мкм}$ ;  $h=50\text{мкм}$  ([5],табл. 5 с.181);
- півчистового точіння  $R_a=2,5\text{мкм}$ ;  $h=10\text{ мкм}$  ([5],табл. 5 с.181);

Для визначення  $\Delta \rho_i$  та  $\varepsilon_i$  використовуємо довідкові дані і результати записуємо в таблицю.

Розрахунок мінімальних припусків:

$$2Z_{1\min} = 2[500 + \sqrt{976^2 + 400^2}] = 2 \cdot 1555 = 3110 \text{ мкм};$$

$$2Z_{2\min} = 2[(80 + 100) + \sqrt{300^2 + 120^2}] = 2 \cdot 0?503 = 1006 \text{ мкм};$$

$$2Z_{3\min} = 2[(10 + 10) + \sqrt{20^2 + 40^2}] = 2 \cdot 64,5 = 129 \text{ ;мкм}$$

Розрахункові припуски:

$$2Z_1 = 3110 + 1600 + 890 = 5600 \text{ мкм};$$

$$2Z_2 = 1006 + 890 + 360 = 2256 \text{ мкм};$$

$$2Z_3 = 129 + 360 + 89 = 578 \text{ мкм}$$

Максимальні припуски на обробку:

$$2Z_{\max}^{zp} = 2Z_{\min i} + Td_{(i-1)} + Td_i, \text{ мм};$$

$$2Z_{1\max} = 3100 + 3200 + 890 = 7200 \text{ мкм};$$

$$2Z_{2\max} = 1006 + 890 + 360 = 2256 \text{ мкм};$$

$$2Z_{3\max} = 129 + 360 + 89 = 578 \text{ мкм.}$$

					БР.ПМ-099.00.000 ПЗ	Арк.
						28
			с	а		

Розрахункові розміри  $d_{p3}=d_{\min}=34,961\text{мм}$ ;

$d_{p2}=d_{p3}+2Z_{3\min}=34.961+0.150=355.111\text{мм}$ ;

$d_{p1}=d_{p2}+2Z_{2\min}=35.081+0.349=35.430\text{мм}$ ;

$d_{\text{зар}}=d_{p1}+2Z_{1\min}=37.180+1.794=38.974\text{мм}$ ;

Мінімальні розміри - заокруглені  $d_{pi}$ ;

Максимальні розміри -  $d_{\max i-1} = d_{i\min-1} + T_{di-1}$ , мм.

Граничні припуски:

Значення граничних розмірів та припусків наводимо в таблиці 1.9

**Табл. 1.9 - Значення граничних розмірів та припусків**

					$2Z_{\text{роз}}$ р	d р	$\Delta$ мкм	Граничні розміри		Граничні припуски	
	R z	T	$\Delta$	$\epsilon$				$D_{\min}$	$D_{\max}$	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$ х
Заготовка	500		97	-			320	404,14	407,47		
			6				0	5	4		
Точіння											
Чорнове	80	10	30	40	5600		890	401,03	402,05	3,11	7,20
		0	0	0				5	4	0	0
Півчистов	40	50	60	12	2256		360	400,02	400,51	1,00	2,25
е				0				9	8	6	6
Чистове	10	10	20	40	578		89	399,9	400	0,12	0,57
										9	8

Нижче наведена схема розміщення припусків та розмірів деталі по переходах.

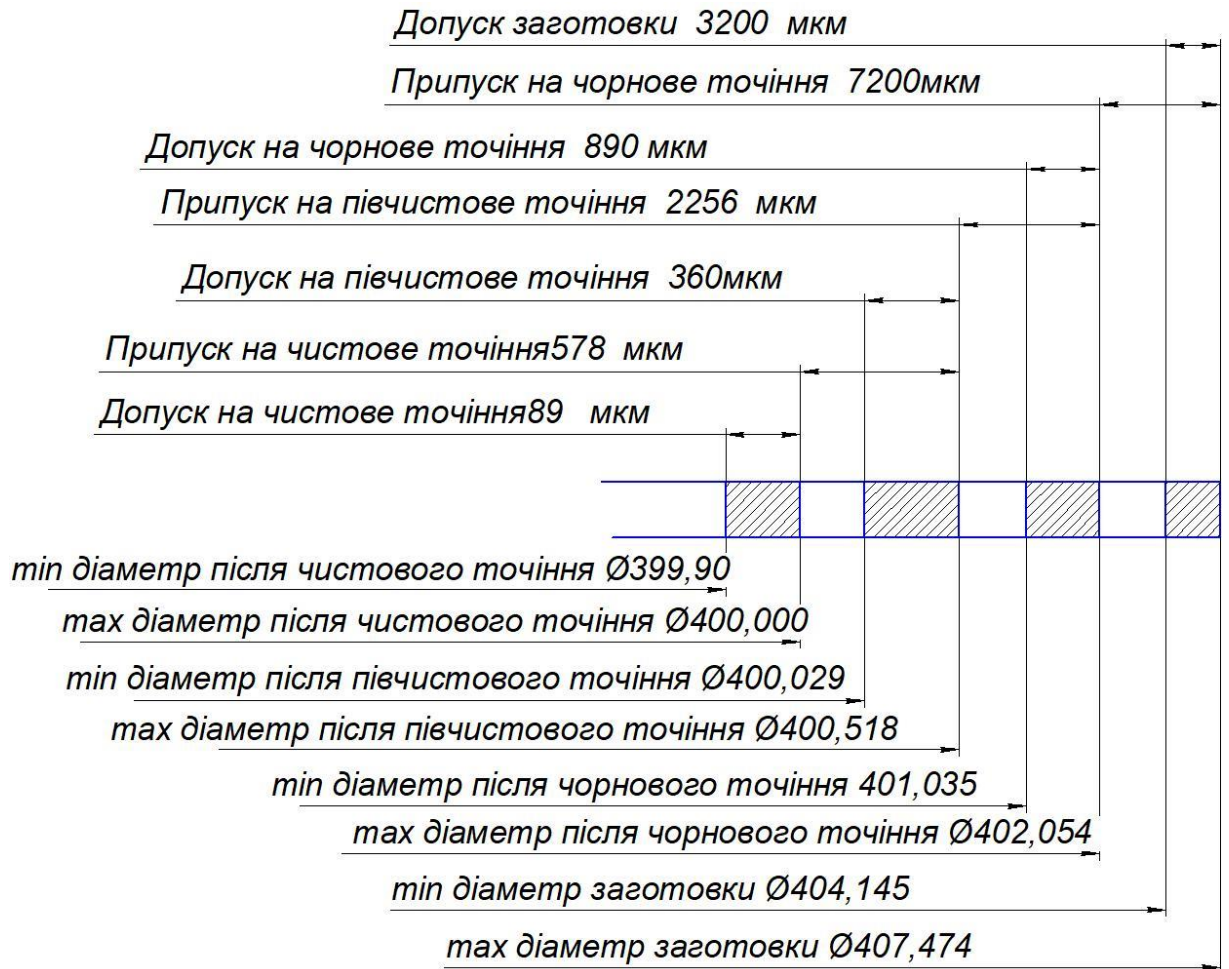


Рисунок 1.4 – Схема розміщення міжопераційних припусків та розмірів на поверхню  $\varnothing 400h$

			с	а

## 1.7 Аналітичний розрахунок режимів різання.

Операція:Вертикально-токарна з ЧПК

Перехід: Чорнове точіння напрохід зовнішньої циліндричної поверхні Ø480 мм.

Вибираємо ріжучий інструмент, його матеріал та геометричні параметри.

Різець фірми Takimsas (Туреччина)типу PTJN 93° R з перерізом державки 32x25 мм з тригранною пластинкою TNM 1604. Матеріал пластинки – твердий сплав марки CERABIT SZ200/

Глибина різання  $t$ , мм – прийняти за максимальним міжопераційним припуском на одну сторону (№ 4 [10,с.16-26]).

Подача  $S$ , мм/об. – нормативне значення  $S_n$  : за [3], с.646–647, табл.7  
прийняти подачу за паспортом верстата

Стійкість інструмента  $T$ , хв.

нормативне значення  $T_n$  – за [3], с.647, 680 .

Швидкість різання  $V$ , м/хв. :

Частота обертання шпинделя  $n$ , хв.-1 :

розрахункове значення  $n_p$ .

Глибина різання  $t=2,8$  мм

Подача  $S_n=0.7$ мм, приймаємо  $S=0.7$ мм.

Стійкість інструмента  $T$ , хв

$T=60$ хв, показник відносної стійкості 0.2

Швидкість різання  $V$ , м/хв.

					БР.ПМ-099.00.000 ПЗ	Арк.
						31
			с	а		

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2 \cdot 8^{0,15} \cdot 0,7^{0,35}} \cdot 1,58 = 236,3 \text{ м/хв.};$$

де  $C_v$ ,  $m$ ,  $x$ ,  $y$  – показники степенем і коефіцієнти при точінні;

$T = 60$  – період стійкості в хв.;

$t = 2,8$  – глибина різання мм;

$S = 0,7$  – подача.

$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 1,58$  – поправочний коефіцієнт швидкості різання, який

враховує вплив механічних властивостей, стану поверхні заготовки, марки

матеріалу і ін. на швидкість різання

Частота обертання шпинделя верстата

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 236}{3,14 \cdot 484} = 185 \text{ об/хв}$$

Тангенційну силу визначимо за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$C_p = 300$ ,  $x = 1,0$ ,  $y = 0,75$ ,  $n = -0,15$

$$K_{\mu p} = \left( \frac{475}{759} \right)^{0,75} = 0,709$$

$$K_{\phi p} = 0,89$$

$$K_{\gamma p} = 1,0 \text{ табл.23 с.275,}$$

$$K_{\lambda p} = 1,0$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,8^{1,0} \cdot 0,7^{0,75} \cdot 236^{-0,15} \cdot 0,709 = 2004 \text{ Н}$$

$$N = \frac{P_z \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{2004 \cdot 236}{3,14 \cdot 484} = 7,73$$

					БР.ПМ-099.00.000 ПЗ	Арк.
						32
			с	а		

Операція: Фрезерно-свердлильна.

Перехід: Свердління напрохід восьми отворів Ø17 мм.

Вибираємо свердло фірми серії В4215 типорозміру F25.17 Z1.085 R-2

(двохкромкове, оснащене пластинкою твердого сплаву, праве)

Швидкість різання визначимо за формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv} = 1,38 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,38$$

$$V = \frac{7 \cdot 17^{0,4}}{20^{0,2} \cdot 0,32^{0,7}} \cdot 1,38 = 36,63 \text{ м/хв}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 36,03}{3,14 \cdot 17} = 686 \text{ об/хв}$$

Визначимо крутний момент при свердлінні за формулою:

$$M = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_m = 10 \cdot 0,0345 \cdot 17^{2,0} \cdot 0,32^{0,8} \cdot 0,709 = 28,4 \text{ Н/м}$$

$C_m=0,0345$ ,  $q=2,0$ ,  $y=0,8$  табл. 32 с.281, т2

Осьова сила при свердлінні за формулою

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_m = 10 \cdot 0,0345 \cdot 17^{2,0} \cdot 0,32^{0,8} \cdot 0,709 = 369 \text{ Н}$$

$C_p=0,0345$ ,  $q=1,0$ ,  $y=0,7$  табл. 32 с.281, т2

Силкові параметри нам будуть потрібні при розрахунку приводу верстатного пристрою.

					БР.ПМ-099.00.000 ПЗ	Арк.
						33
			с	а		

## 1.8 Проектування технології свердління отворів у програмі Sprut CAM

Для нашого завдання доцільно використати САПР ТП Sprut CAM 2007.

Роботу виконуємо в такій послідовності:

- створюємо в програмі Solid Works 2016 тривимірну модель деталі;
- створюємо в програмі Solid Works 2016 тривимірну модель заготовки;
- імпортуємо створені моделі у форматі STEP в програму Sprut CAM через категорію команд «Модель»);
- правильно орієнтуємо імпортовану модель у глобальній системі координат, щоб прив'язати її до системи координат верстата;
- заходимо у категорію команд «Технологія» і проектуємо технологічну операцію, для чого;
  - 1 вибираємо поверхні отворів, які потрібно просвердити\$
  - 2 задаємо верстат для обробки;
  - 3 вибираємо інструмент – свердло;
  - 4 встановлюємо стратегію обробки – підвід – відвід інструменту, врізання – перебіг, траєкторії допоміжних рухів;
  - 5 запускаємо проектування процесу обробки, при потребі коректуємо окремі переходи;
  - 6 в режимі анімації вмикаємо процес імітації технології обробки.

В редакторі Solid Works створимо модель деталі для фрезерно-свердлильної

					БР.ПІМ-099.00.000 ПЗ	Арк.
						34
			с	а		







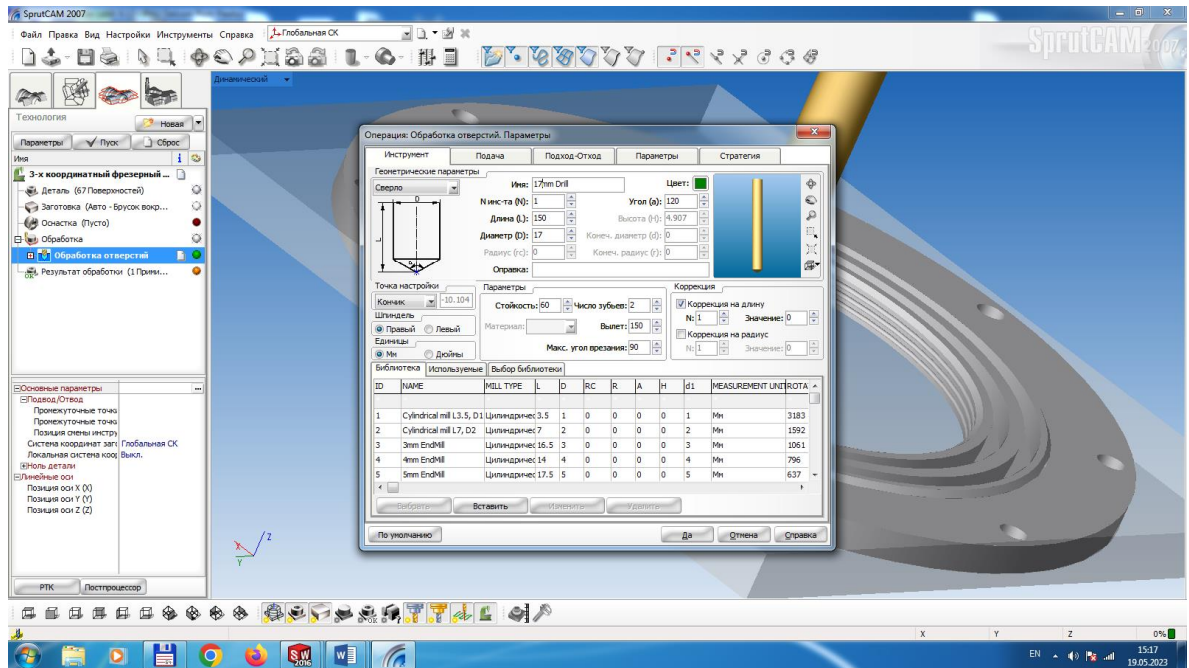


Рис. 1.9– Вибір різального інструмента

Задімо величину підводу інструмента (рис. 1.10)

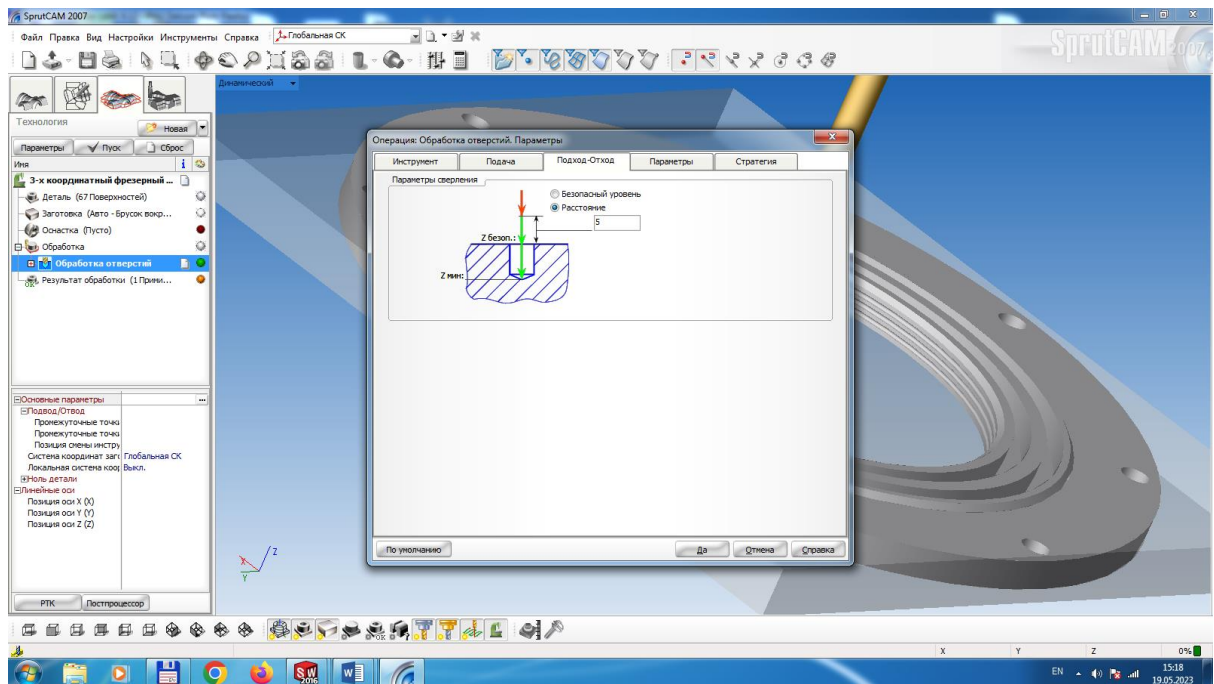


Рис. 1.10 – Встановлення підводу інструмента



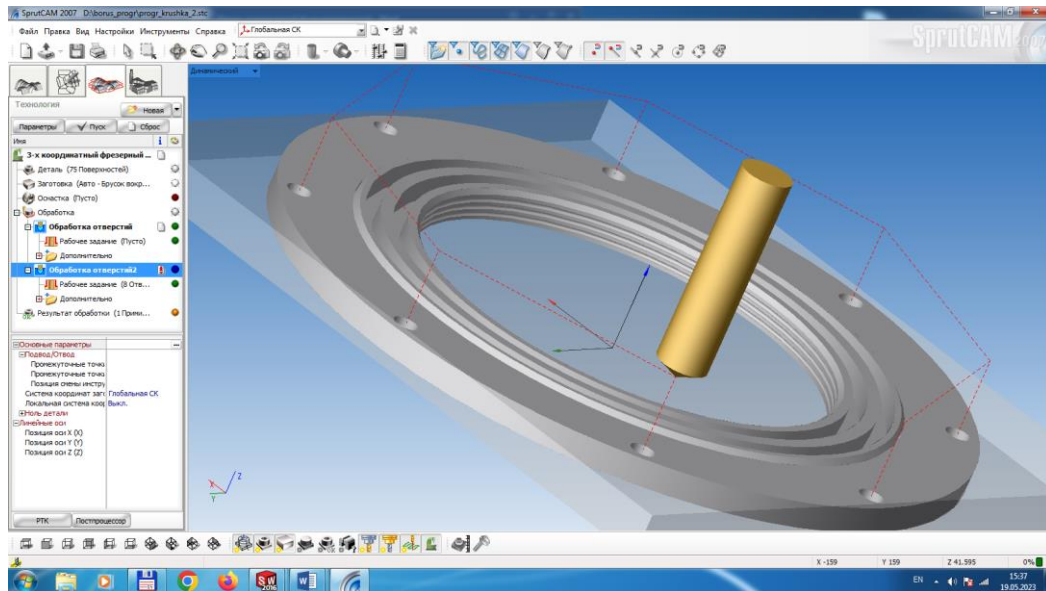



Рис. 1.13 – Схема обробки і траєкторія інструмента

Запустивши анімацію, побачимо послідовність обробки отворів (рис.1.14)

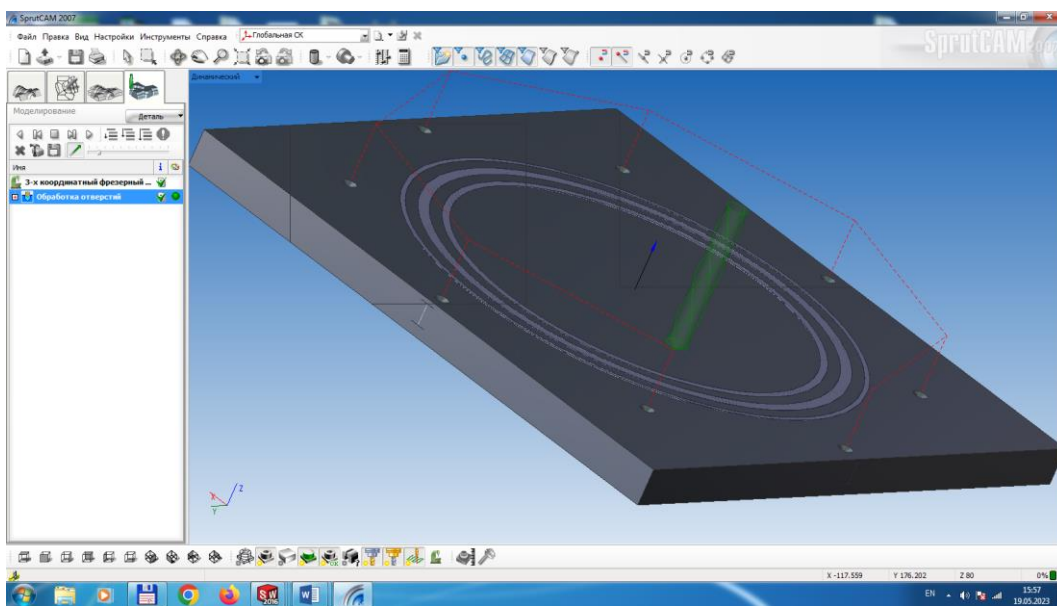


Рис. 1.14 – Кадр імітації обробки отворів Ø17 мм

Запускаємо постпроцесор і згенеруємо керуючу програму для верстата (рис. 1.15).

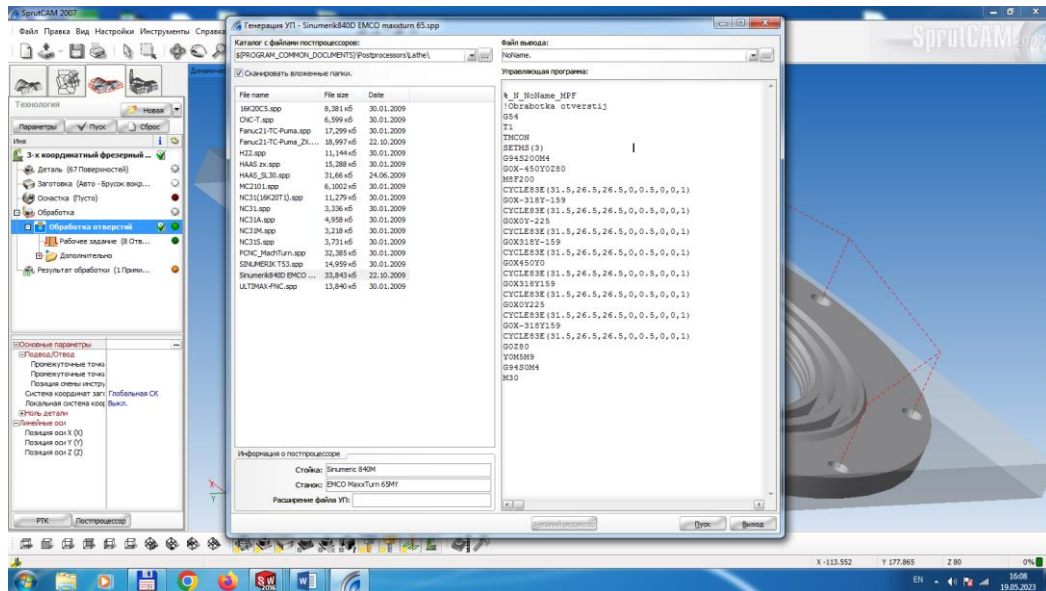



Рис. 1.15 – Генерування керуючої програми постпроцесором

```

%_N_NoName_MPF
!Obrabotka otverstij
G54
T1
TMCON
SETMS(3)
G94S200M4
G0X-450Y0Z80
M8F200
CYCLE83E(31.5,26.5,26.5,0,0.5,0,0,1)
G0X-318Y-159
CYCLE83E(31.5,26.5,26.5,0,0.5,0,0,1)
G0X0Y-225
CYCLE83E(31.5,26.5,26.5,0,0.5,0,0,1)
G0X318Y-159
CYCLE83E(31.5,26.5,26.5,0,0.5,0,0,1)
G0X450Y0
CYCLE83E(31.5,26.5,26.5,0,0.5,0,0,1)
G0X318Y159
CYCLE83E(31.5,26.5,26.5,0,0.5,0,0,1)
G0Z80
Y0M5M9
G94S0M4
M30

```


## 2.Конструкторська частина

### Проектування верстатного пристрою для свердлильної операції 010

#### 2.1. Призначення, конструкція та опис роботи пристрою

Пристрій призначений для встановлення і закріплення кришки при свердлінні отворів та фрезеруванні уступів на фрезерно-свердлильному верстаті з ЧПК моделі VECTOR 650 M HDH.

Конструкція пристрою зображена на четвертому аркуші графічної частини роботи.

Основою пристрою є плита 1, якою він встановлюється на столі верстата і базується в пазах шпонкою 27 з посадкою H8/g9. До плити болтами 17 кріпиться пневмоциліндр. Останній складається з нижньої 2 та верхньої 4 кришок, між якими знаходиться власне циліндр 3. Ці деталі з'єднані між собою болтами 5. Герметичність з'єднань забезпечується манжетами 11. У циліндрі рухається поршень 6 із штоком 7, поршень фіксується спецгайкою 12 і гвинтом 13. Герметичність у з'єднаннях забезпечується манжетами 8, 9 і 10.

У кришках горизонтально зроблені отвори з конічною різьбою для під'єднання штуцерів повітропроводів.

На штоці над циліндром гайкою 12закріплений натискний диск 14, а над ним горизонтальне коромисло 18. Коромисло отвором здіймається з штока при встановленні деталі. Зусилля на коромисло передається від штока гайкою 22, шайбою 28, пружинними тарільчастими шайбами 21 та прорізною шайбою 25.

На верхню кришку пневмоциліндра насаджена планшайба 29,у якій на

					БР.ПМ-099.00.000 ПЗ	Арк.
						42
			с	а		

вісях 16 встановлені Г-подібні важелі 15. Осі зафіксовані штифтами 24. На верхньому кільцевому торці планшайби під кутом  $120^\circ$  змонтовані три установчі пластини 19 за допомогою болтів 20.

Працює пристрій таким чином. Поворотом ручки пневморозподільника запускають повітря у нижню порожнину пневмоциліндра і підіймають шток. Знімають шайбу 25, коромисло 18 і на пластини 19 встановлюють кришку нижнім торцем фланця. У зворотньому порядку збирають пристрій і подають повітря у верхню порожнину пневмоциліндра. Натискний диск 14 діє на довші кінці важелів 15, які центрують і одночасно затискають деталь у пристрої в горизонтальному напрямі. Синхронно створюється затиск деталі зверху коромислом 18. Набір тарільчастих пружинних шайб забезпечує регулювання зусилля затиску деталі по вертикалі.

## 2.2 Розрахунок пневмоприводу пристрою

Проаналізуємо силові фактори, що виникають у процесі обробки деталі на пристрої. Під час свердління отворів та фрезерування западин на деталь діють осьова сила вертикально вниз та крутний момент від свердла або фрези у горизонтальній площині. Таким чином, нам треба усунути провертання заготовки крутним моментом, оскільки осьова сила притискатиме деталь до установчих поверхонь пристрою. Силовий розрахунок полягає у визначенні результуючого моменту тертя від сил затиску важелями, і, в кінцевому результаті, діаметра пневмоциліндра.

					БР.ПМ-099.00.000 ПЗ	Арк.
						43
			<i>c</i>	<i>a</i>		



діаметром 17 мм. Щоб утримати заготовку під час обробки, треба прикласти момент тертя по поверхні Ø400 мм через Г-подібні важелі. Це виконує пневмоциліндр. Вихідними даними є:

- момент свердління  $M_{св}=28,4$  Нм (з попередніх розрахунків);
- коефіцієнт тертя між поверхнями заготовки і важелями  $f = 0.16$ ;
- довжини плечей важелів короткого  $l =$  мм, довшого  $L =$  мм;
- діаметр затискної поверхні деталі  $D = 400$  мм;
- тиск у пневмомережі  $p = 0,63$  МПа.

Коефіцієнт запасу приймаємо  $k = 1,5$ .

Рівняння рівноваги запишеться таким чином:

$$M_{св} \cdot K = \sum M_T;$$

де  $M_{св} = 28,4$  Нм – крутний момент при свердлінні отвору;

$\sum M_T$  – сумарний момент сил тертя по поверхні затиску.

Рівняння моменту від сил тертя запишеться так:

$$3 \cdot F_t \cdot R = 3 \cdot W \cdot f_t \cdot R$$

Рівняння для визначення сил  $W$  на нижніх кінцях важелів буде таким:

$$W = \frac{K \cdot M_{св}}{3 \cdot f_t \cdot R} = \frac{1.4 \cdot 28.4}{3 \cdot 0.16 \cdot 0.2} = 4142H;$$

Визначимо притискаючі сили  $Q$  на верхніх кінцях важелів.

$$3 \times W \times l = Q \times L,$$

Де  $Q$  – тягове зусилля на штоці пневмоциліндра,

$L = 0,14$  м,  $l = 0,03$  м – довжини плечей важелів, тоді

$$Q = \frac{3 \cdot W \cdot l}{L} = \frac{3 \cdot 4142 \cdot 0.03}{0.14} = 2662H;$$

					БР.ПМ-099.00.000 ПЗ	Арк.
						45
			с	а		

Тягове зусилля на штоці пневмоциліндра буде рівне

$$Q = 0.785 \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta,$$

Де  $d = 0.038 \text{ м}$  – діаметр штока,

$p = 6300 \text{ Па}$  – тиск в пневмомережі,

$\eta = 0,9$  – к.к.д. пневмоциліндра.

$$D = \sqrt{\frac{Q}{0.785 \cdot p \cdot \eta} + d^2} = \sqrt{\frac{2662}{0.785 \cdot 6300 \cdot 0.9} + 0.038^2} = 0.079 \text{ м}.$$

Прийmemo діаметр рівним 150 мм.

Тоді дійсна сила на штоці циліндра буде рівна

$$Q = 0.785 \cdot (0.15^2 - 0.04^2) \cdot 0.63 \cdot 10^6 \cdot 0.9 = 9300 \text{ Н}$$

Для даної сили затиску при подачі стиснутого повітря  $p = 0,4 \text{ МПа}$  в штокову порожнину з стандартного ряду згідно [2] с.91, табл. 17 вибираем пневмоциліндр двохсторонньої дії з діаметром поршня  $D = 150 \text{ мм}$ , діаметром штока  $d = 40 \text{ мм}$ , довжина робочого ходу поршня  $L = 30 \text{ мм}$ .

### 2.3 Розрахунок на міцність та точність найбільш навантажених та рухомих елементів пристрою

В спроектованому пристрої “слабкою ланкою” є різьба  $M14 \times 1,5$  на верхньому кінці штока, яка працює на зминання (дивись креслення верстатного пристрою).

Умова міцності на розрив:

$$\sigma < [\sigma_{зм}],$$

де:  $[\sigma_{зм}]$  – допустиме напруження на розрив.

					БР.ПМ-099.00.000 ПЗ	Арк.
						46
			с	а		

Матеріал штока — Сталь 40 ГОСТ 1050-89

допустиме напруження на розтяг  $G_p=265$  МПа;

$$\sigma = \frac{Q}{F} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 10851}{3,14 \cdot 40^2} = 86,4 \text{ МПа};$$

В даному випадку  $\sigma_p \leq [\sigma_p]$  ( $86,4 < 312$ ), отже умова міцності на розтяг витримується.

## 2.4 Розрахунок пристрою на точність

Точність виготовлення пристрою впливає на точність розміру деталі 133-0,32.

Допустима неточність виготовлення пристрою визначається за формулою:

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

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

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

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

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

$T_z=2$  мм;

Похибка викликана неточністю розміру між робочими поверхнями опор і віссю обертання пристрою.

Похибка базування при співпаданні конструкторської і технологічної бази  $\epsilon_b=0$ ;

Похибка закріплення заготовки в пристрої в даному випадку  $\epsilon_z=0,25$  мм;

Економічна точність обробки даним методом згідно [ 2 ] с.17  $\omega=0,3$ мм;

$$T_{пр}=2 - 1,2 \cdot \sqrt{0 + 0,05^2 + (0,8 \cdot 0,3)^2} = 1,7 \text{ мм};$$

Розмір щупа 2-0,006.

Похибка  $1,7-0,006=1,694$  мм

					БР.ПМ-099.00.000 ПЗ	Арк.
						47
			с	а		

### Висновок

В бакалаврській роботі ми проаналізували існуючу технологію обробки деталі “ Кришка 224.30.10.114 зап ” та виявили основні недоліки для умов середньо серійного виробництва.

Розробили новий, на нашу думку, більш прогресивний технологічний процес обробки деталі з використанням вертикально-токарного та фрезерно-свердлильного верстатів з ЧПК.

Спроекували операцію з ЧПК у середовищі Sprut CAM та створили керуючу програму.

Для вказаної операції розробили верстатний пристрій з пневмозатиском.

Сподіваємось, наша розробка буде корисною для впровадження на машинобудівному підприємстві.

					БР.ПМ-099.00.000 ПЗ	Арк.
			с	а		48

## Перелік використаних літературних джерел:

1. Справочник технолога-машиностроителя. Т.1. Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова. - Москва: "Машиностроение", 1985.
2. Справочник технолога-машиностроителя. Т.2. Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова. - Москва: "Машиностроение", 1985.
3. Справочник инструментальщика под. ред. И.А. Ординарцева – Ленинград «машиностроение» Ленинградское отделение 1987
- 4.Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть II. – Москва: "Машиностроение", 1974.
5. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть I. – Москва: "Машиностроение", 1974.
6. Справочник техника-конструктора. Под ред. М.Я.Левицкого. – Киев: "Техника", 1978.
7. М.А.Ансеров „Приспособления для металлорежущих станков”– М.: Машино-строение, 1987.
8. Основы конструирования приспособлений в машиностроении. В.С.Корсаков. – М: Машиностроение 1971.
- 9.Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Под. Ред. А. Ф. Горбацевича. – Минск: Высш. школа, 1976.
- 10.Анурьев В.Н. Справочник конструктора – машиностроителя: В 3-х т. М.: Машиностроение, 1982.

					БР.ПМ-099.00.000 ПЗ	Арк.
						49
			с	а		

# ДОДАТКИ

					БР.ПМ-099.00.000 ПЗ	Арк.
						50
			с	а		



Дубл.													
Взамін.													
Підпис									Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

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

				<i>ІФНТУНГ</i>	<i>224.30.10.114 зап</i>								
--	--	--	--	----------------	--------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

<i>Кришка</i>													
---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**КОМПЛЕКТ  
технологічної  
документації**

*Технологічний процес  
механічної обробки деталі*

Розробив: ст.гр. ПМ-21-1К  
Понайда Б..  
Перевірив:  
Борушак Л.О.

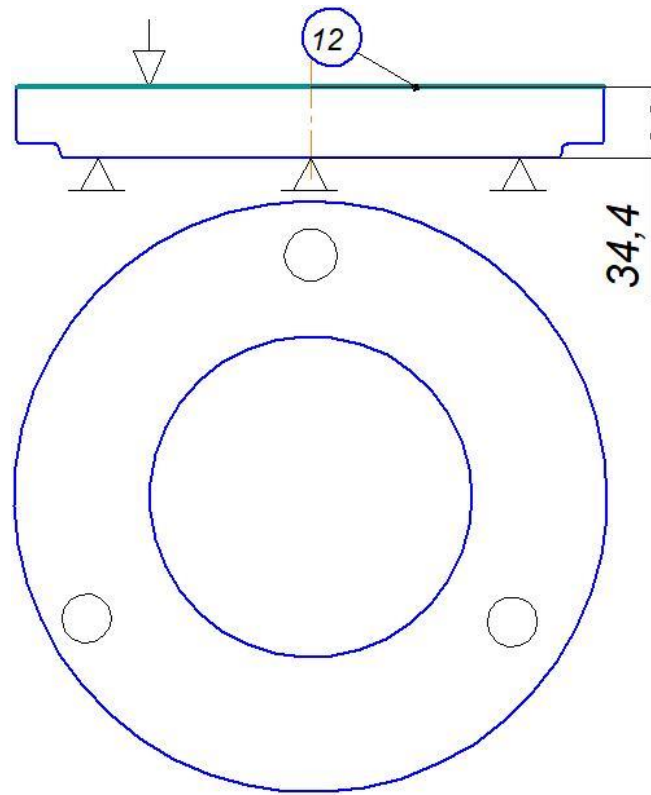
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



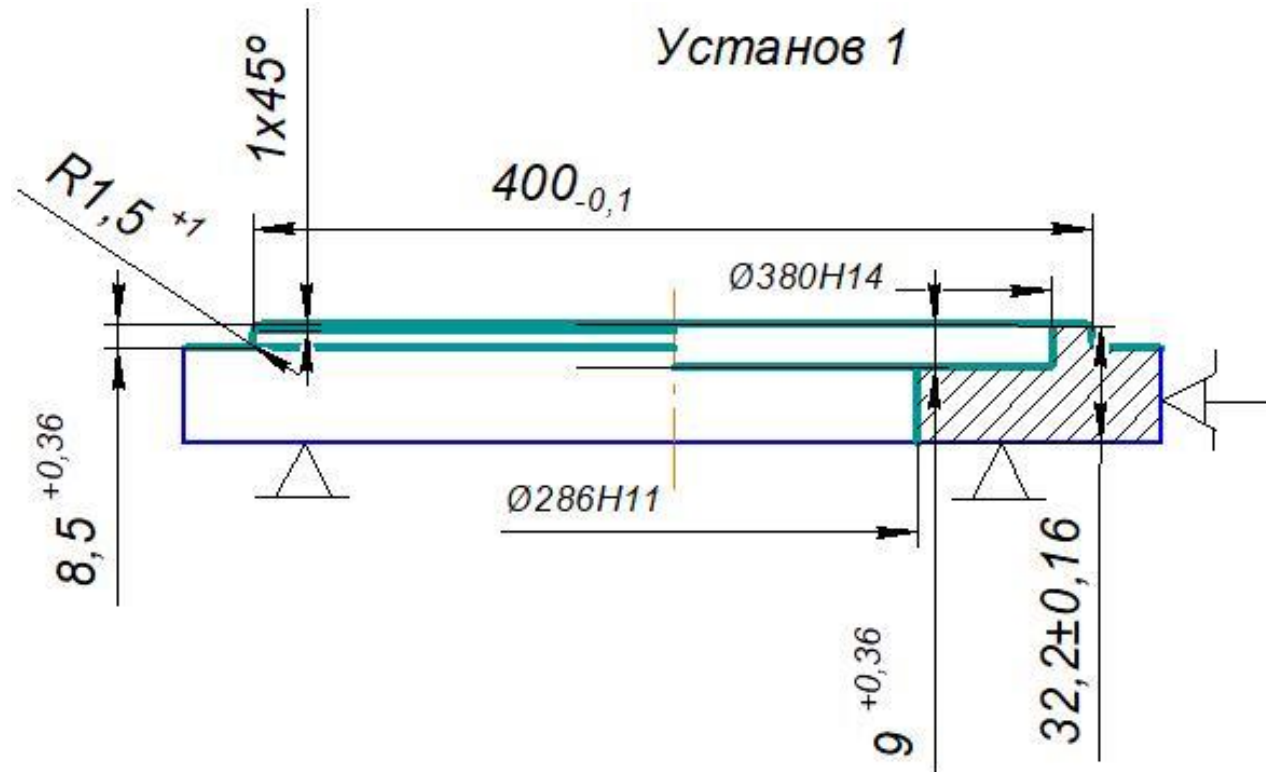


Дубл.															
Взамін.															
Підпис															
Розробив	Понайда Б.В.					ІФНТУНГ ПМ-21-1К	224.30.10.114 зап								
Перевірів	Боруцак Л.О.						Кришка								
Н. контр.	Панчук В.Г.														
А	Цех	Уч	Рм	Опер	Код найменування операції				Позначення документа						
Б	Код найменування операції				См	Проф.	Р	Уп	Кр	Ковд	Он	Оп	Кшт	Тп.з	Т.шт
Р					ПИ	D або B		L	t	i	S		n	v	
T01	Свердло Ø8,43 Р6М5 ГОСТ 244-85														
O02	3. Зенкувати 3 фаски під кутом 120° на глибину 1,5 мм														
T03	Зенківка 4412-552 ГОСТ14820-70														
O04	4. Нарізати різьбу М10-7Н на глибину 20 мм														
T05	Мітчик машинний М10 ГОСТ822-90														
06	Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1														
07	Фаскомір Т10.389.000														
08	Розкріпити заготовку, зняти														
09															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
МК															

Дубл.											
Взам.											
Оригінал											
							Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
<b>Розроб.</b>	<i>Понайда Б.В.</i>			<b>ІФНТУНГ</b>					<b>20146.</b>		
<b>Перевір.</b>	<i>Боруцк Л.О.</i>										
<b>Затверд.</b>	<i>Панчук В.Г.</i>										
<b>Н.Контр.</b>	<i>Боруцк Л.О.</i>			<i>Кришка 224.30.10.114 зап</i>					<b>П</b>		<b>005</b>

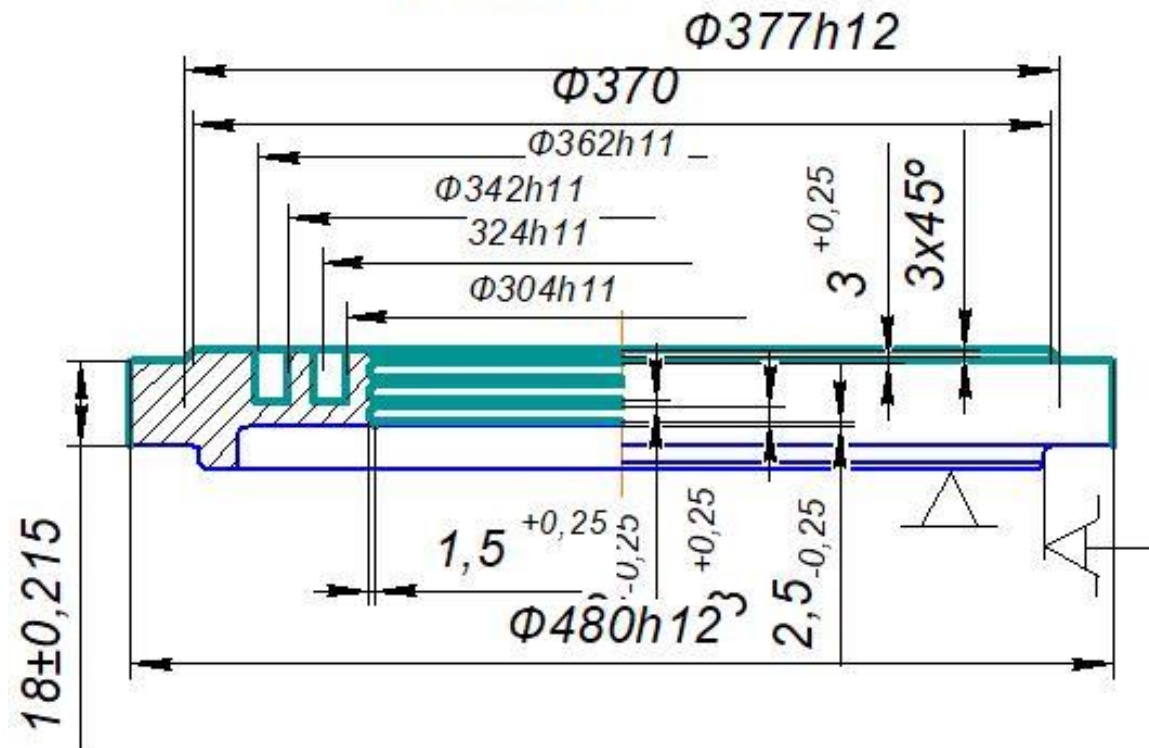


Дубл.															
Взам.															
Оригінал										Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	
Розроб.	Понайда Б.В.			ІФНТУНГ						20146.					
Перевір.	Боруцк Л.О.														
Затверд.	Панчук В.Г.														
Н.Контр.	Боруцк Л.О.			Кришка 224.30.10.114 зап						П				010 а	



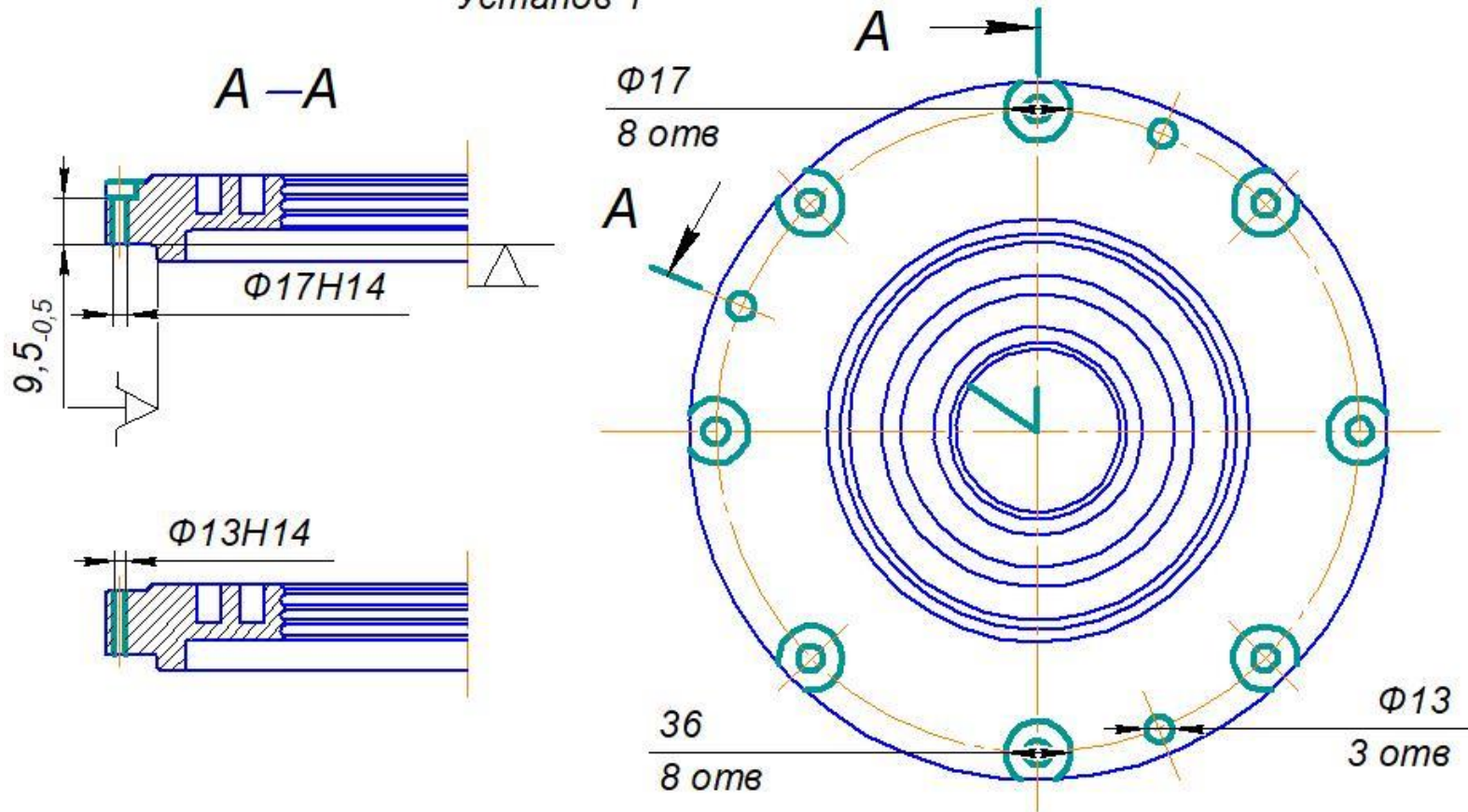
Дубл.															
Взам.															
Оригінал										Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	
Розроб.	Понайда Б.В.			ІФНТУНГ						20146.					
Перевір.	Боруцк Л.О.														
Затверд.	Панчук В.Г.														
Н.Контр.	Боруцк Л.О.			Кришка 224.30.10.114 зап						П			010 Б		

Установ 2



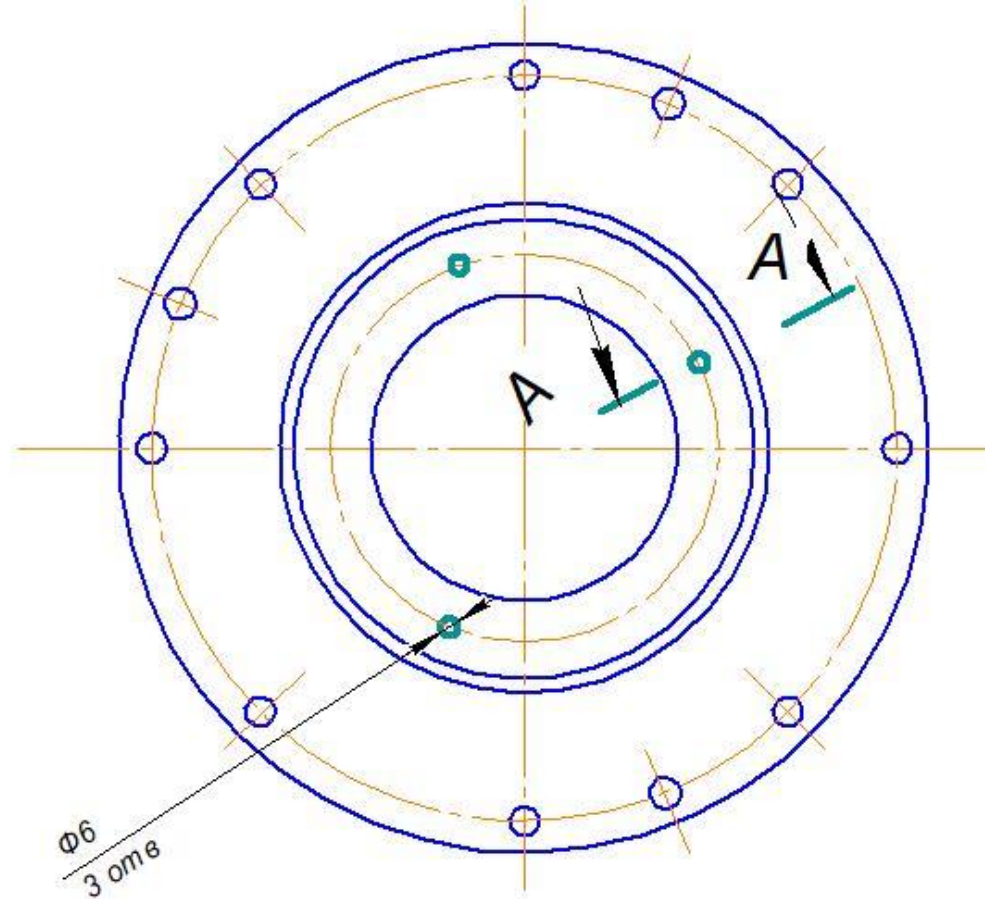
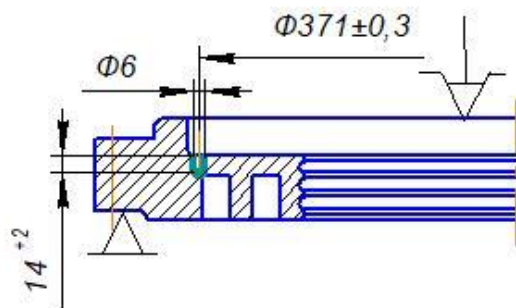
Дубл.														
Взам.														
Оригінал										Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Понайда Б.В.													
Перевір.	Боруцк Л.О.													
Затверд.	Панчук В.Г.													
Н.Контр.	Боруцк Л.О.													
<b>ІФНТУНГ</b>												20146.		
<i>Кришка 224.30.10.114 зап</i>												П	015	

Установ 1



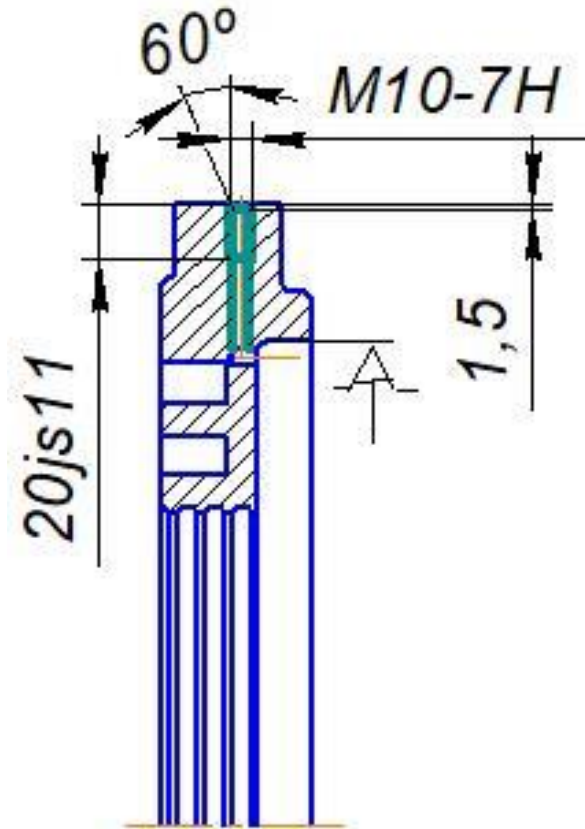
Дубл.											
Взам.											
Оригінал											
							Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Понайда Б.В.			ІФНТУНГ			20146.				
Перевір.	Боруцк Л.О.										
Затверд.	Панчук В.Г.										
Н.Контр.	Боруцк Л.О.			Кришка 224.30.10.114 зап				П			015

Установ 2



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

Розроб.	Понайда Б.В.			ІФНТУНГ			20146.				
Перевір.	Боруцк Л.О.										
Затверд.	Панчук В.Г.										
Н.Контр.	Боруцк Л.О.			Кришка 224.30.10.114 зап				П			020



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание			
Перв. примен.				<u>Документація</u>					
			A1		<u>Складальне креслення</u>				
						<u>Деталі</u>			
				1	БР.ПМ-099.04.001	Основа	1		
				2	БР.ПМ-099.04.002	Кришка нижня	1		
				3	БР.ПМ-099.04.003	Гільза	1		
				4	БР.ПМ-099.04.004	Кришка верхня	1		
				5	БР.ПМ-099.04.005	Вісь	1		
				6	БР.ПМ-099.04.006	Поршень	1		
				7	БР.ПМ-099.04.007	Шток	1		
				12	БР.ПМ-099.04.012	Гайка розрізна	1		
			Справ. №			14	БР.ПМ-099.04.014	Диск натискний	1
15	БР.ПМ-099.04.015	Важіль				3			
16	БР.ПМ-099.04.016	Вісь				3			
18	БР.ПМ-099.04.018	Коромисло				1			
25	БР.ПМ-099.04.025	Шайба розрізна				1			
26	БР.ПМ-099.04.026	Пружина				3			
29	БР.ПМ-099.04.029	Планшайба				1			
						<u>Стандартні вироби</u>			
	5					Гвинт М8х45.88			
						ГОСТ 11738-72	12		
Подп. и дата						8		Кільце 025-031-36-2-4	
								ГОСТ 9833-73	1
Подп. и дата			<b>БР.ПМ-099.04.000.СК</b>						
			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Инв. № подл.			Разрад.	Понайда Б.В.			Лит.	Лист	Листов
			Пров.	Борущак Л.О.					
			Реценз.				ІФНТУНГ ПМК-21-1К		
			Н.контр.	Борущак Л.О.					
			Утв.	Панчук В.Г.					

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		9		Манжета 1-150-3 ГОСТ 678-72	1	
		10		Кільце 035-041-36-2-4 ГОСТ 9833-73	1	
		11		Кільце 150-155-36-2-4 ГОСТ 9833-73	2	
		13		Гвинт М5х20 ГОСТ 17475-72	2	
		17		Болт М12х1,25х160 ГОСТ 12478-78	4	
		19		Пластина опорна ГОСТ 4743-57	3	
		20		Болт М8х15.88 ГОСТ 11738-72	6	
		21		Шайба пружинна 14х62 ГОСТ 82138-79	4	
		22		Гайка М14х1,5.25.8g ГОСТ 6957-68	1	
		23		Шайба 14.6.05 ГОСТ 6958-68	1	
		24		Шплінт 5х22.7 ГОСТ 277-70	3	
		27		Шпонка призматична 16х68 тип II ГОСТ 1589-57	1	

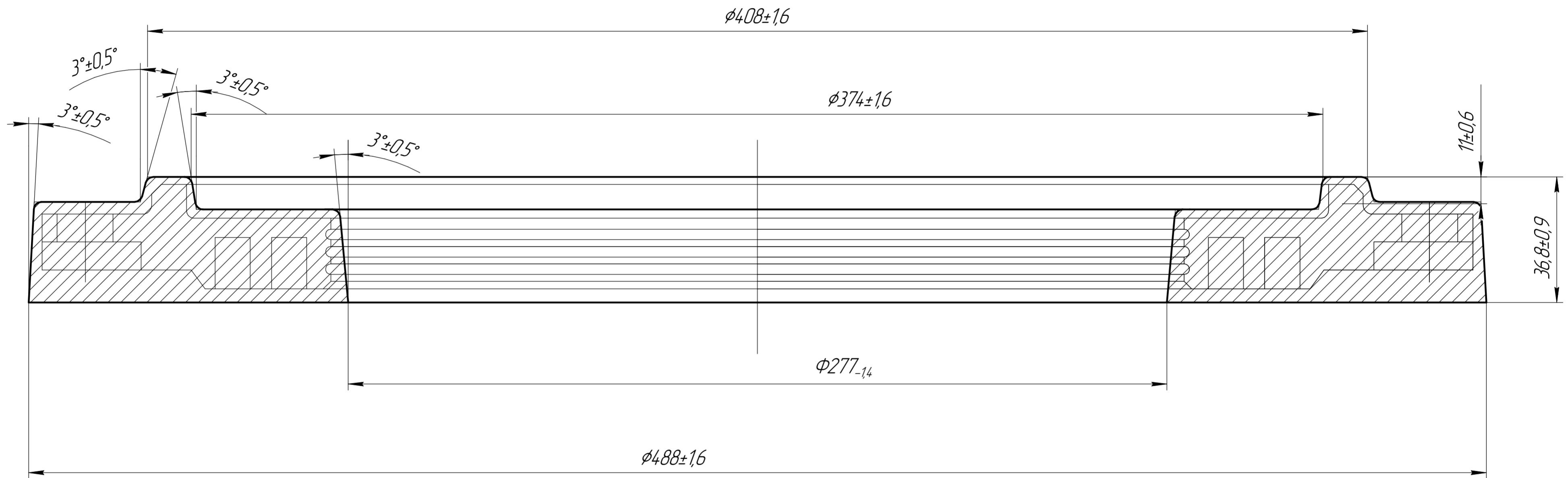
Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

БР.ПМ-099.04.000.СК

Лист  
2





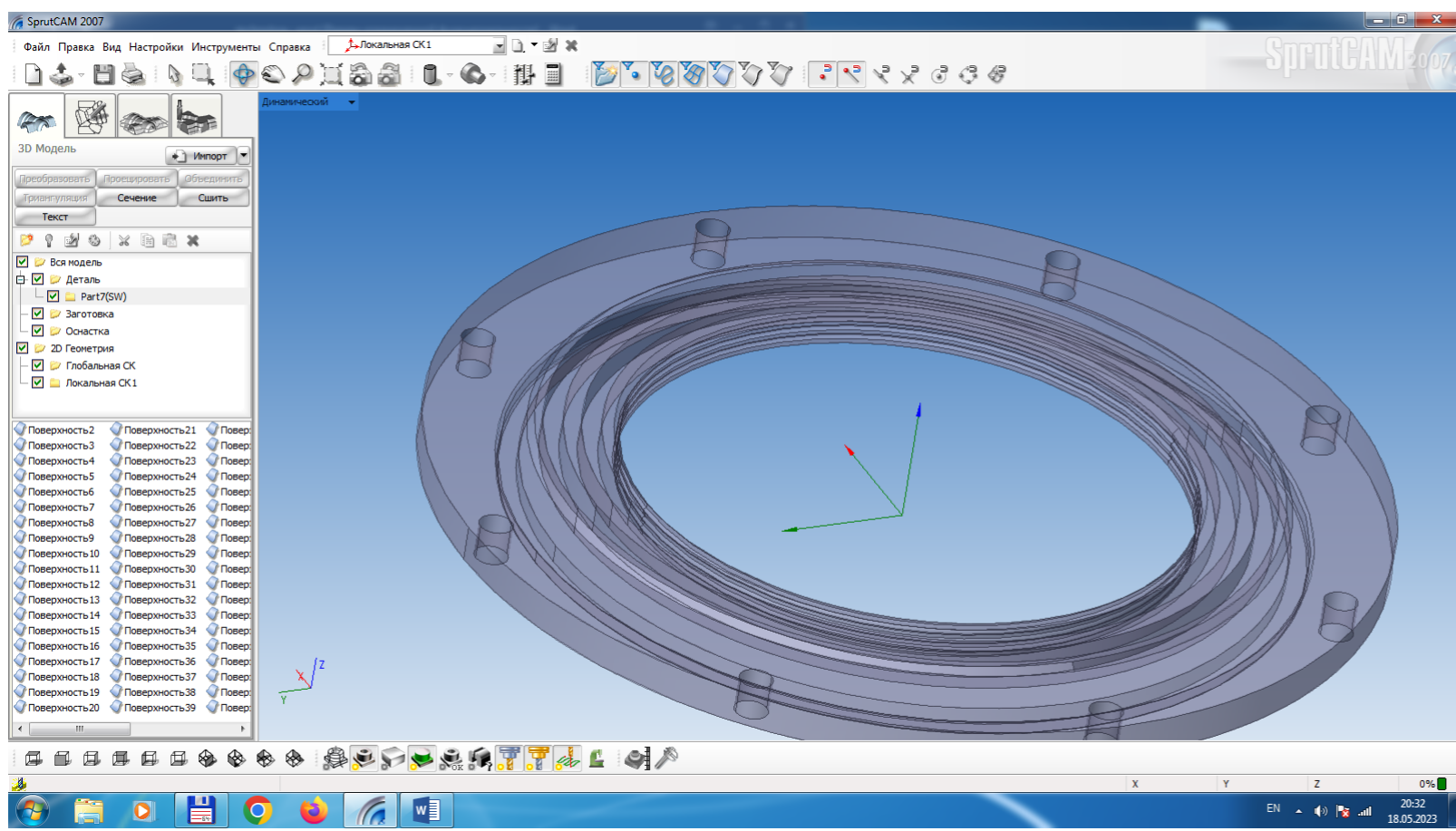
1. Виливок II групи точності
2. Машинне формування у земляні форми

Перш. примен.
Спроб. №
Підп. і дата
Інв. № дідл.
Взам. инв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

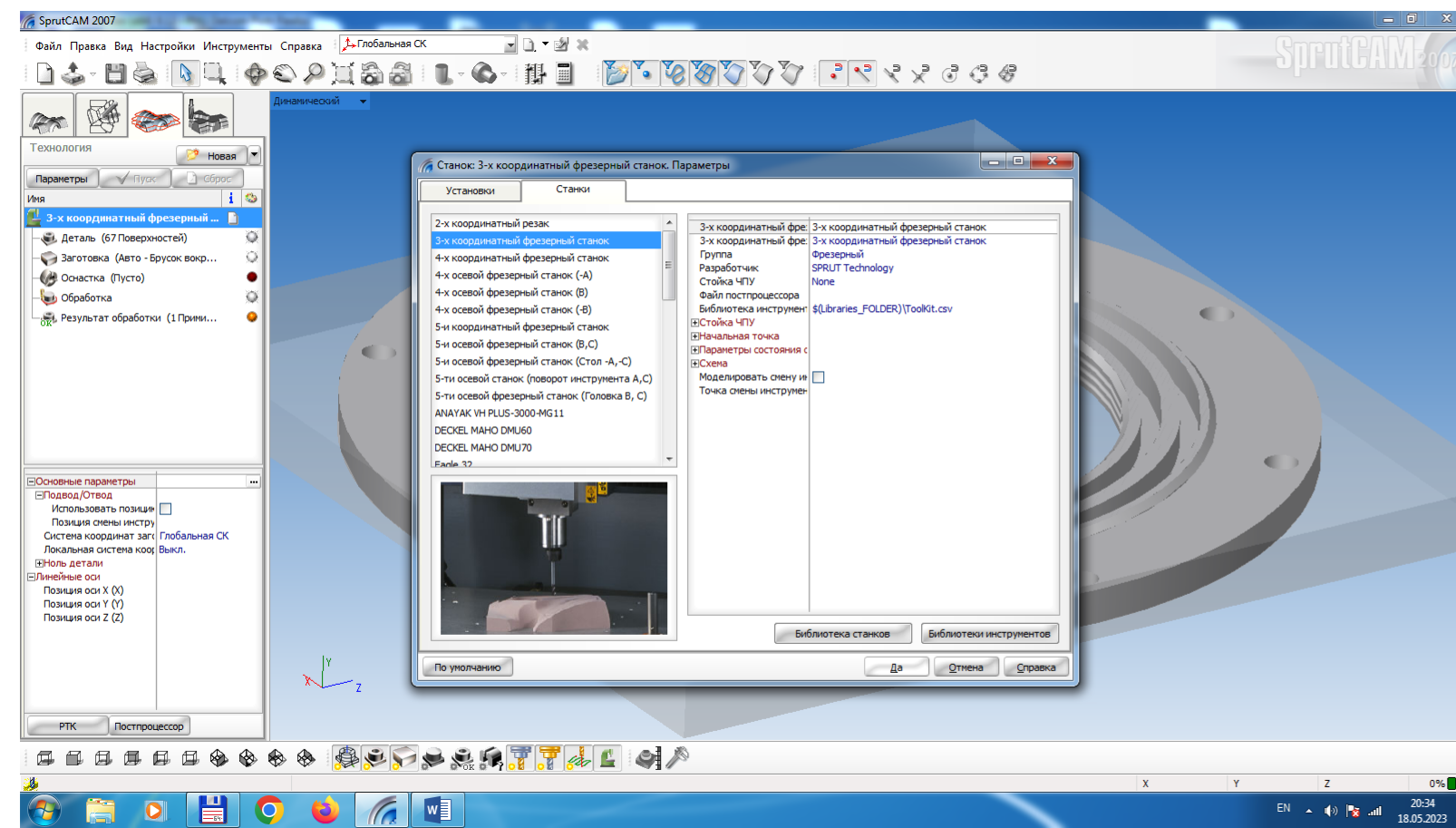
				224.30.10.114 зап					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Заготовка кришки виливок		Лист	Масса	Масштаб
Разр.	Панайда Б.В.								1:1
Проб.	Борущак Л.О.				20Л ГОСТ 977-88		Лист	Листов	1
Т.контр.	Борущак Л.О.								
Н.контр.	Борущак Л.О.				ПМ-21-1К		Формат А2		
Утв.	Панчук В.Г.								



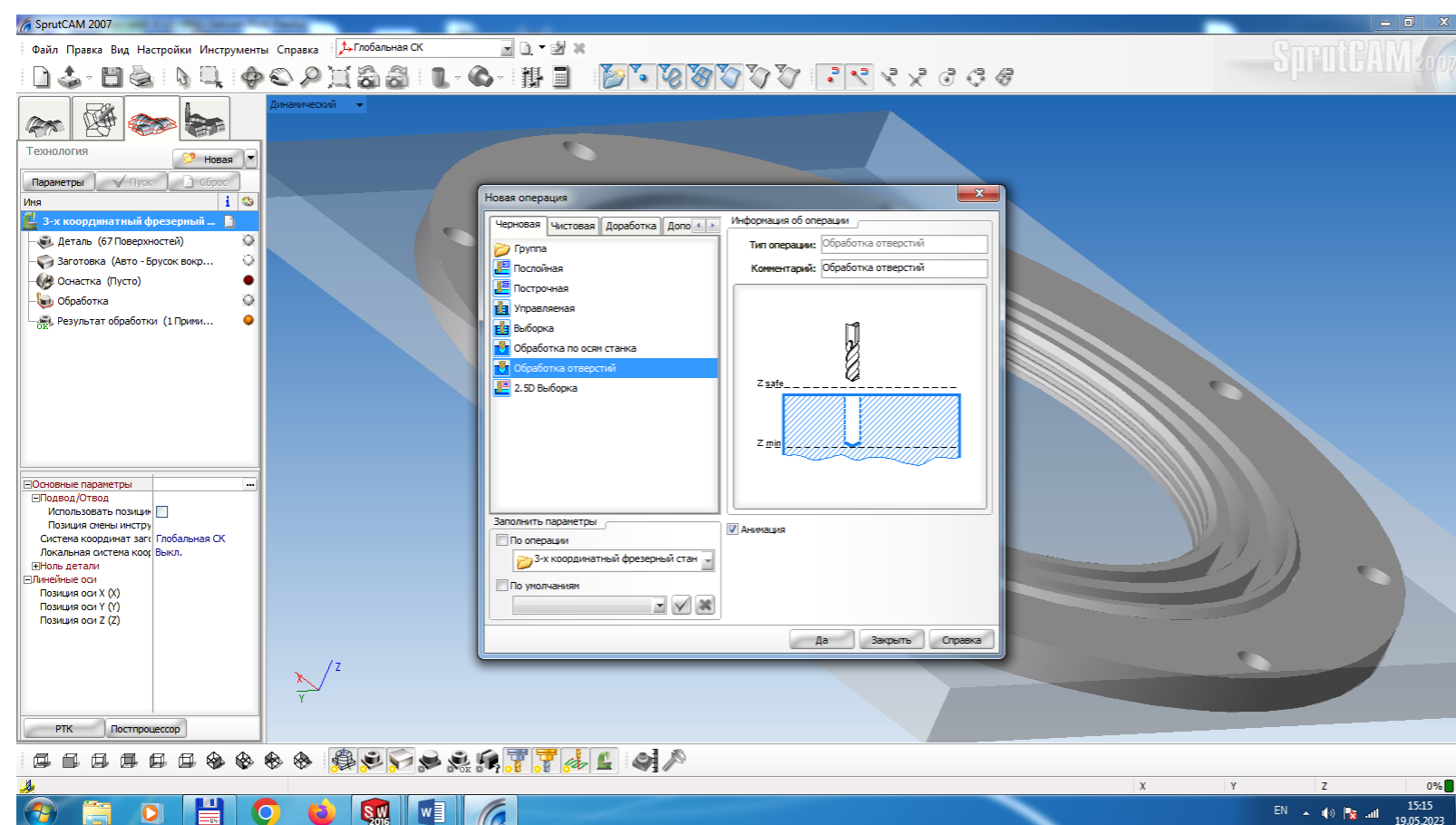




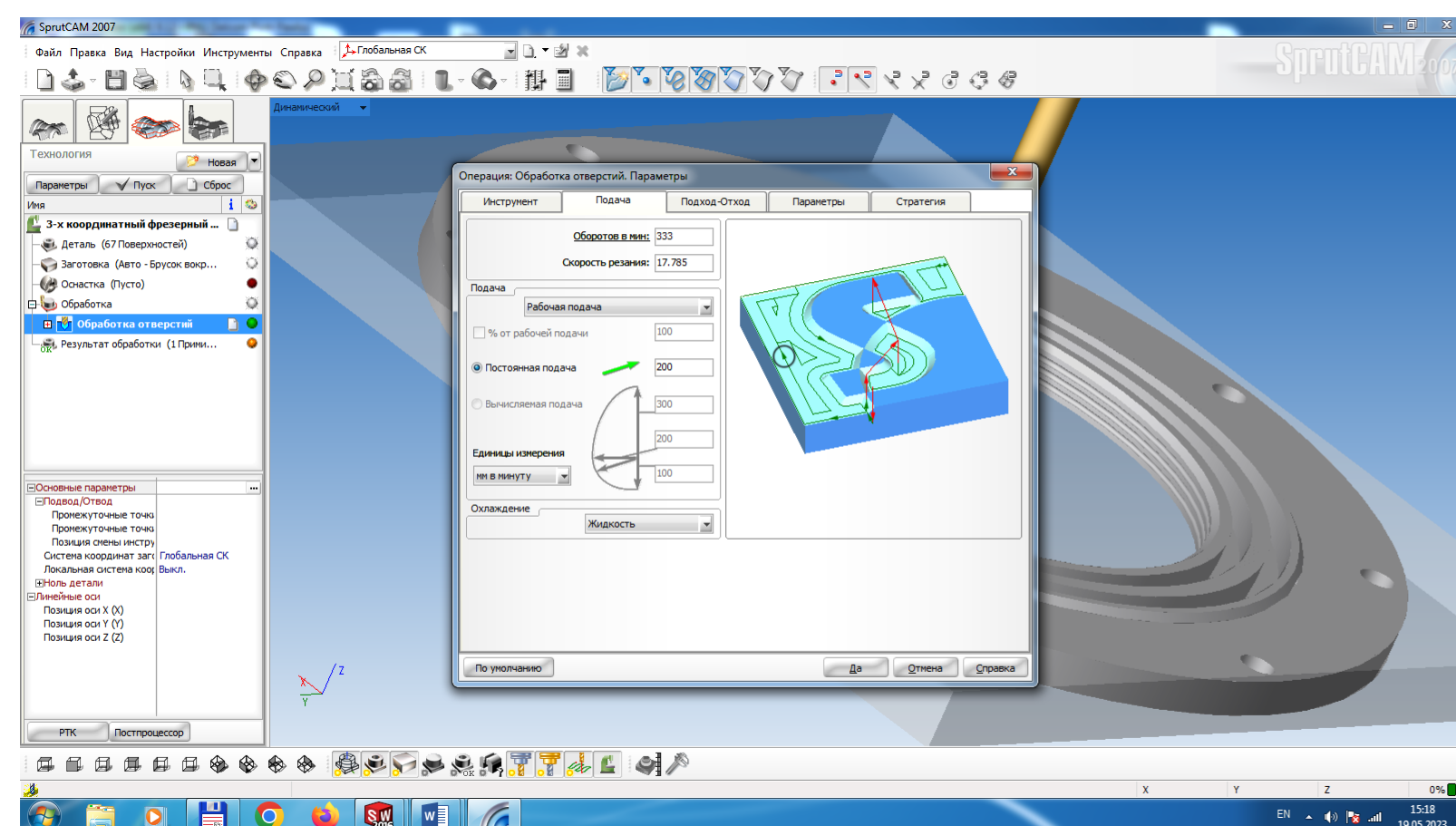
1. Модель, імпортована в середовище Sprut CAM



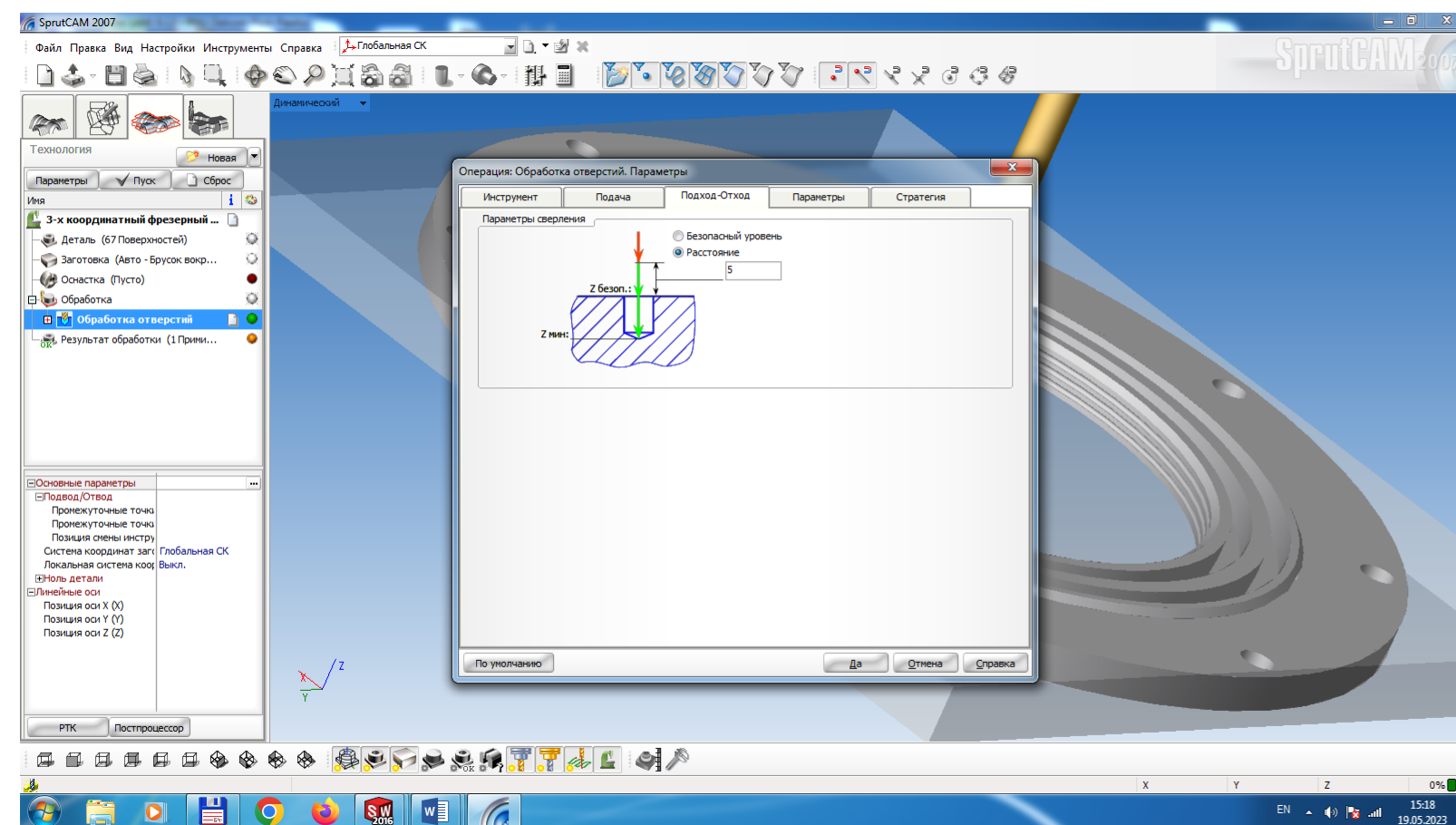
2. Вибір типу верстата для обробки отворів



3. Задання виду обробки поверхонь



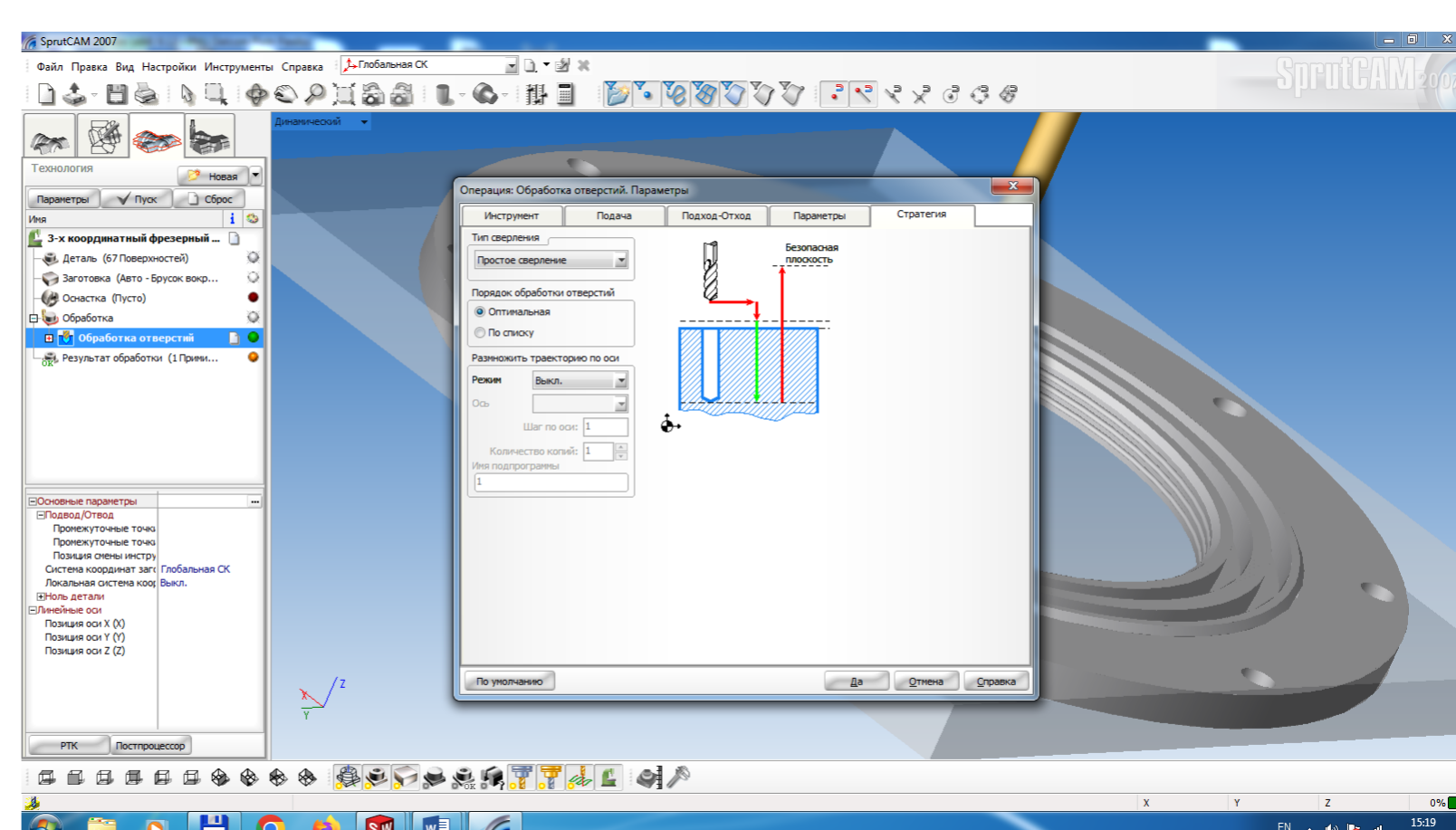
4. Задання режимів свердління отворів Ш17 мм



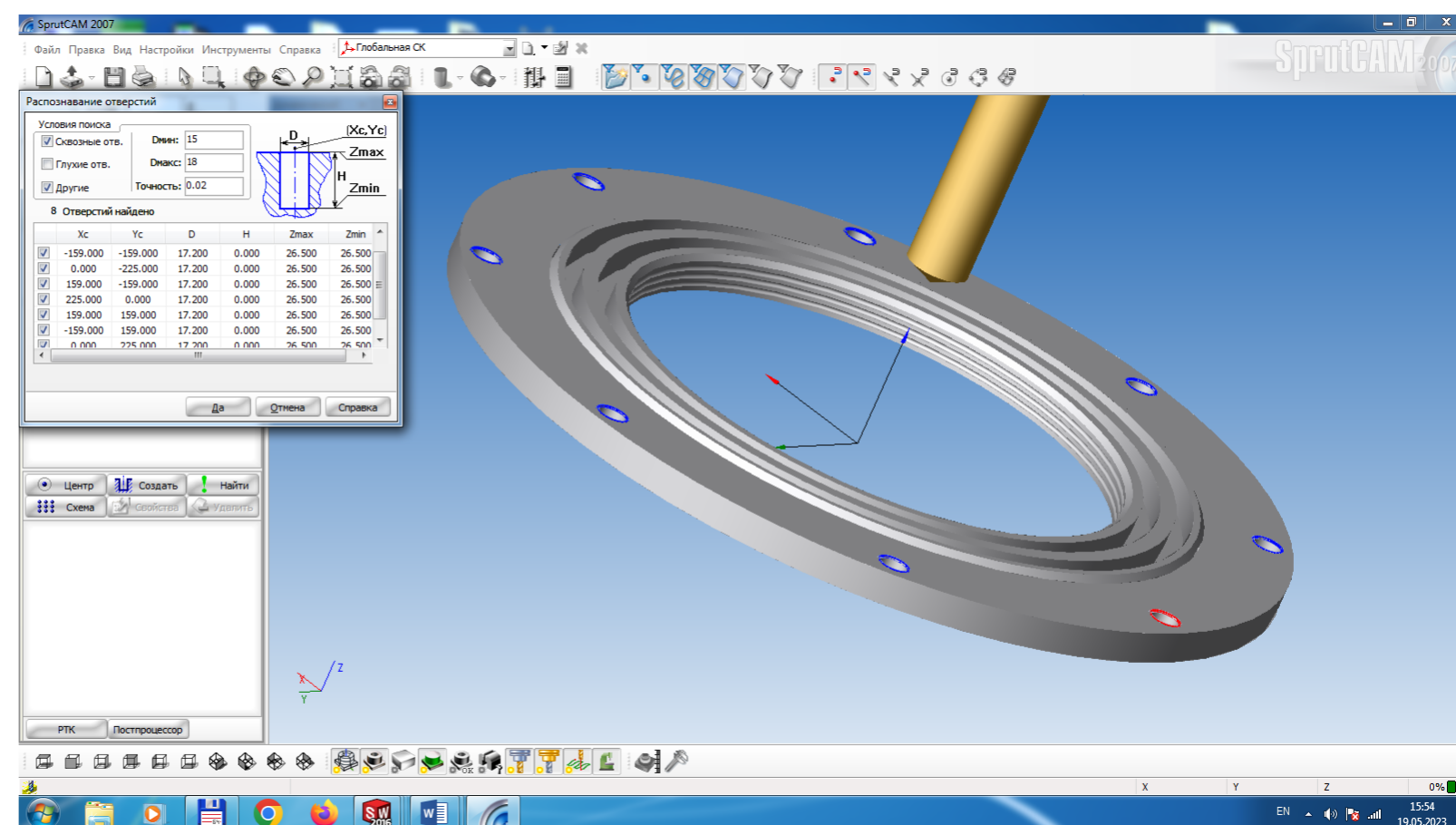
5. Опції підводу - відводу свердла

```
%_N_NoName_MPF
!Obработка otverstij
G54
T1
TMCON
SETMS(3)
G94S200M4
G0X-450Y0Z80
M8F200
CYCLE83E(31.5,26.5,26.5,0,0.5,0,0,1)
G0X-318Y-159
CYCLE83E(31.5,26.5,26.5,0,0.5,0,0,1)
G0X0Y-225
CYCLE83E(31.5,26.5,26.5,0,0.5,0,0,1)
G0X318Y-159
CYCLE83E(31.5,26.5,26.5,0,0.5,0,0,1)
G0X450Y0
CYCLE83E(31.5,26.5,26.5,0,0.5,0,0,1)
G0X318Y159
CYCLE83E(31.5,26.5,26.5,0,0.5,0,0,1)
G0X0Y225
CYCLE83E(31.5,26.5,26.5,0,0.5,0,0,1)
G0X-318Y159
CYCLE83E(31.5,26.5,26.5,0,0.5,0,0,1)
G0Z80
Y0M5M9
G94S0M4
M30
```

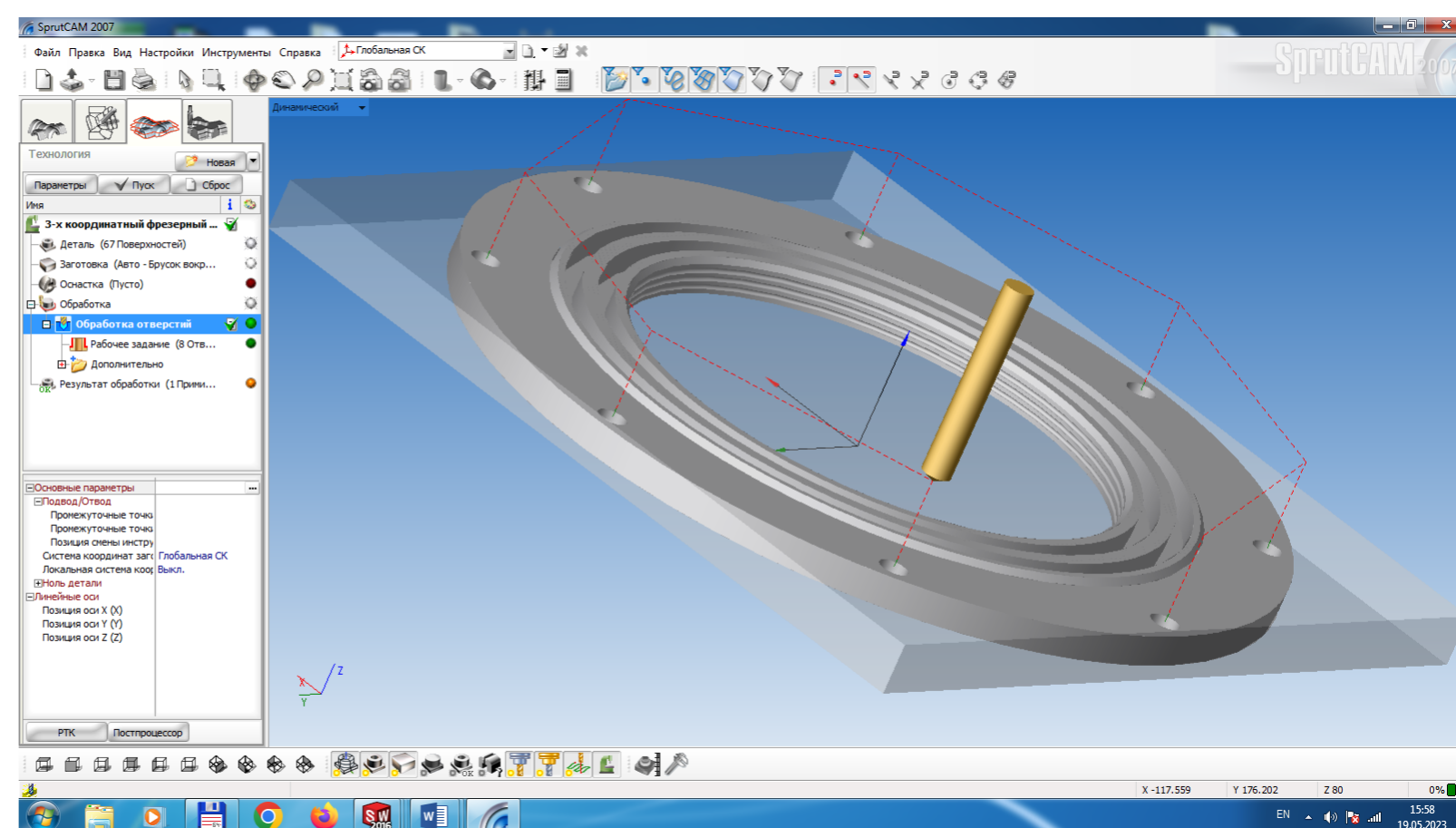
Текст керуючої програми



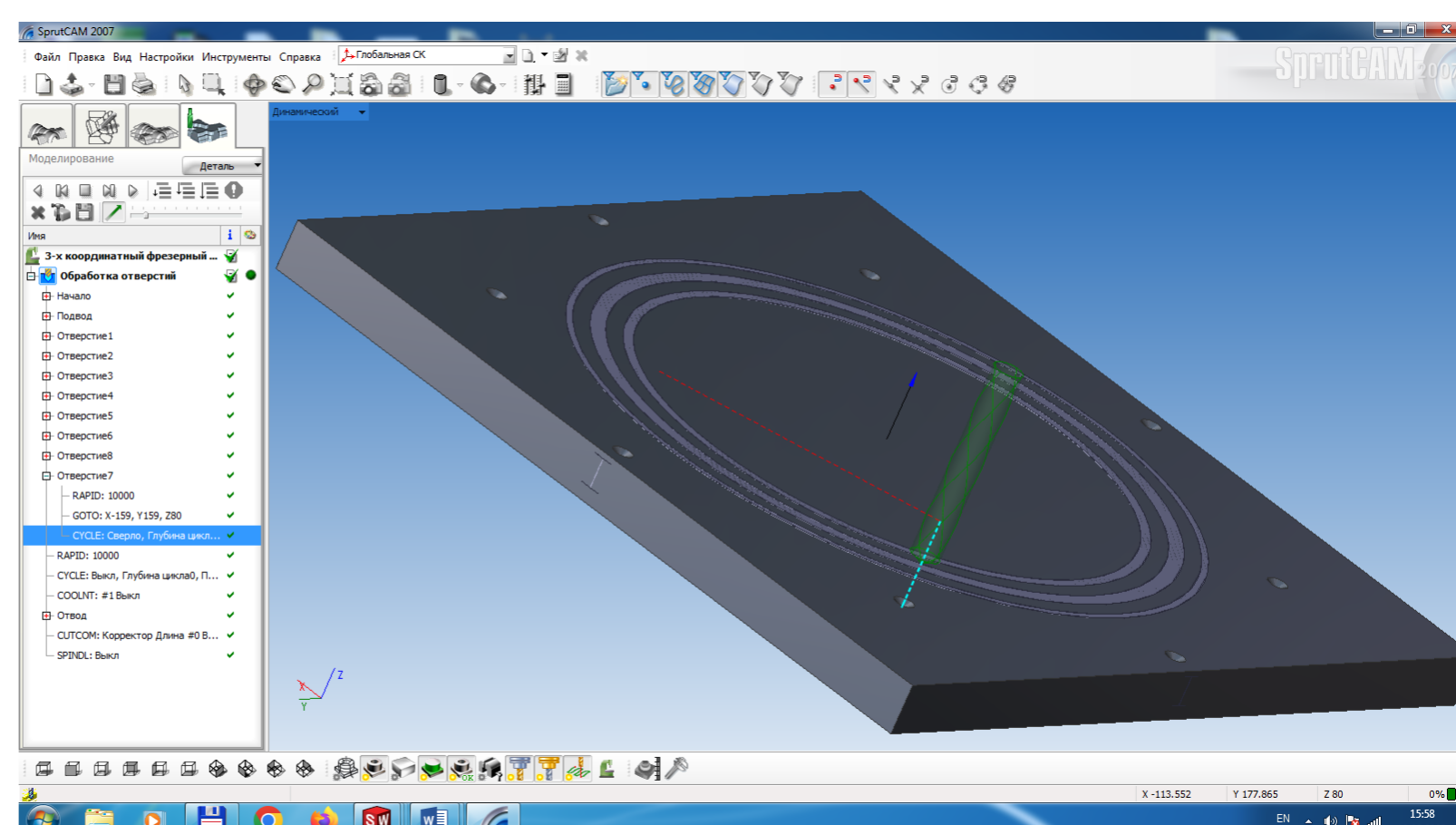
6. Визначення стратегії обробки



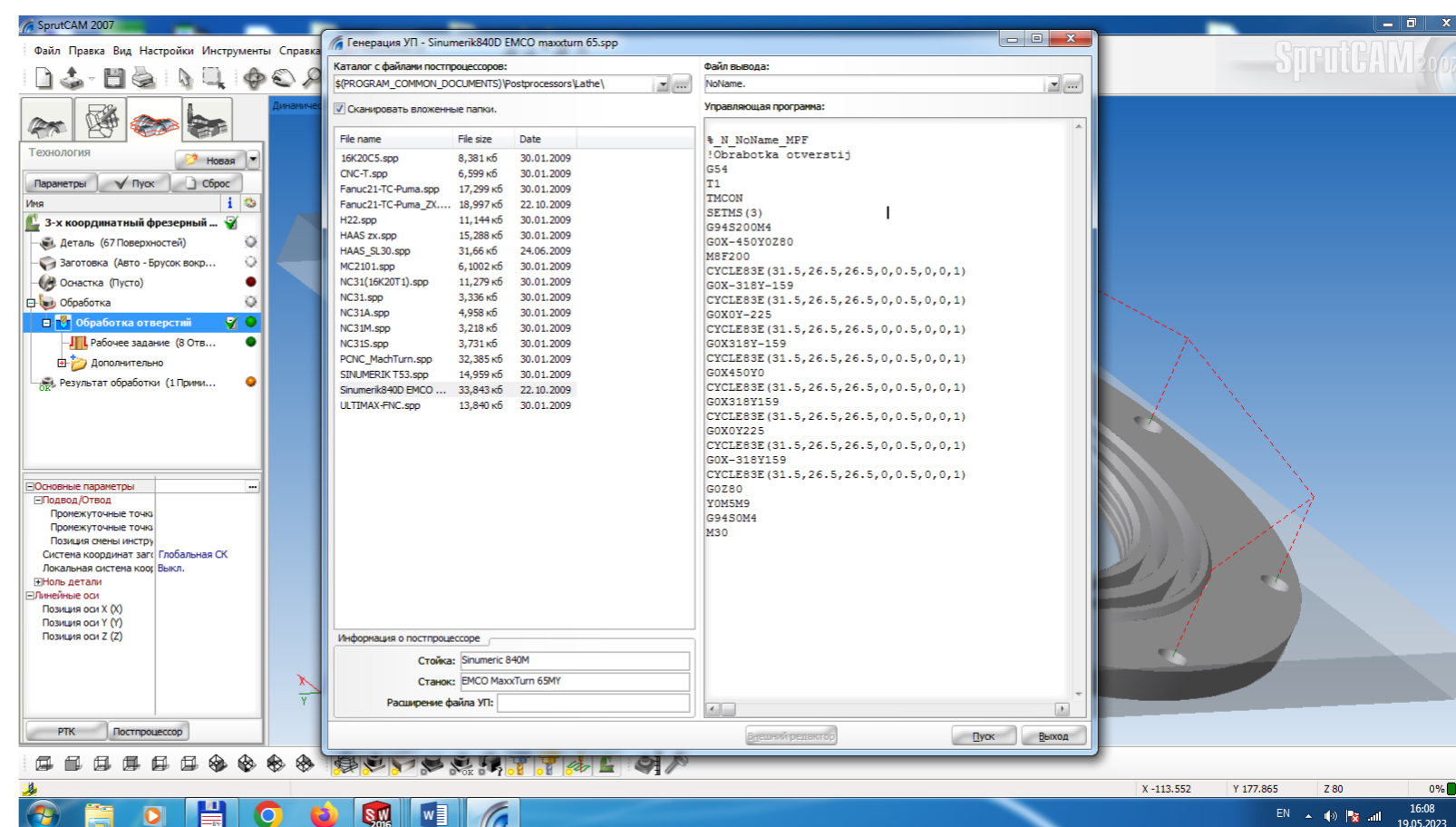
7. Задання поверхонь для обробки



8. Траєкторії переміщення інструмента в процесі обробки



9. Кадр з імітації процесу обробки отворів



10. Вікно згенерованої постпроцесором програми

				БДР.ПМК-XXX.04.000		
Мен.Лист	№ докм.	Подп.	Дата	Структура підготовки технологічної операції в середовищі Sprut CAM	Лист	Масштаб
Разр.	Лончака Б.					1:1
Проб.	Борщак ЛО.					
Т.контр.	Борщак ЛО.					
Ін.контр.	Борщак ЛО.					
Знак.	Панчик ВТ.					
				Лист	Листов 1	
				Формат А1		

Лист № 1  
Лист № 2  
Лист № 3  
Лист № 4  
Лист № 5  
Лист № 6  
Лист № 7  
Лист № 8  
Лист № 9  
Лист № 10  
Лист № 11  
Лист № 12  
Лист № 13  
Лист № 14  
Лист № 15  
Лист № 16  
Лист № 17  
Лист № 18  
Лист № 19  
Лист № 20