

Механіко-машинобудівний інститут

Кафедра «Інтегровані технології машинобудування»

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

В.А.Пасічник

(підпис)

“ ” _____ 20__ р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки -

6.050503 Машинобудування

(код і назва)

на тему: Свердла для оброблення корозіостійких сталей

Виконав (-ла): студент (-ка) _____ курсу, групи _____

(шифр групи)

Забродкін Володимир Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник К. Г. Н. доц. Корбут Е. В.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант _____

(назва розділу)

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент (підпис)

Київ – 2019 року

Ескіз Технологічного процесу. Профілювання інструменту та його роботи креслення. Креслення технологічного та контрольного пристосування

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Аналіз конструкції та геометрії	18.03.2019	
2	Робота креслення інструменту	11.04.2019	
3	Ескіз технологічного процесу	26.04.2019	
4	Профілювання інструменту 2-го порядку	16.06.2019	
5	Технологічне пристосування	23.05.2019	

Студент _____
 (підпис)

Керівник проекту _____
 (підпис)

В.С. Забродкіи
 (ініціали, прізвище)

Є.В. Корбут
 (ініціали, прізвище)

Друк

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ ДО ПРОЕКТУ	
Тема проекту	Свердло для оброблення корозіо-стійких сталей
Зміст проекту	Конструкція та технологічне виготовлення свердла для обробки корозійно-стійких сталей
Технічні умови до проекту	<ol style="list-style-type: none">1. Матеріал заготовки сталь 9ХС2. Тип хвостовика циліндричний для верстатів з ЧПК.3. Спосіб кріплення пластин механічний4. Підведення змащувальної-охолоджуючої рідини - внутрішнє
Особливі вимоги	Свердло зі зміною різального кроєм

ЗМІСТ ІЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРІАЛУ		
ЛИСТ		
СП	Огляд конструкції інструменту для свердління	
ОП	Робоче креслення	
ТС	Операції технологічного процесу	
СК	Профільвання інструменту другого порядку	
СП	Пристосування для заготовки під час виготовлення	
НУ	Розрахунок заднього кута та способи оптимізації інструмента	
Студент	Засяк	дата "___" _____ 20__ р.
Викладач	Кордун С.В.	дата "___" _____ 20__ р.

Прийняті позначення:

СП – стан питання.
 ОП – об'єкт проектування.
 ТС – технологічна складова.

КС – конструкторська складова.
 СП – спеціальна складова.
 НУ – наукова складова.

ЗМІСТ

<u>ВСТУП</u>	6
<u>1 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ТА ГЕОМЕТРІЇ СВЕРДЛА ДЛЯ ОБРОБКИ КОРОЗІЙНОСТІЙКИХ СТАЛЕЙ</u>	9
1.1 Аналіз конструкцій.....	9
1.2 Аналіз геометричних параметрів свердла.....	14
1.3 Вибір і обґрунтування конструкції інструменту.....	15
<u>2 ПРОЕКТНИЙ РОЗРАХУНОК БАЗОВОГО ІНСТРУМЕНТУ</u>	16
2.1 Принцип роботи.....	16
2.2 Вибір і обґрунтування матеріалу інструмента.....	18
2.3 Режими різання з якими працює інструмент.....	20
<u>3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</u>	21
3.1 Розробка технології вироблення базового інструменту.....	21
3.2 Розрахунок припусків на механічну обробку.....	26
3.3 Розрахунок режимів різання.....	28
<u>4 ВИЗНАЧЕННЯ ПРОФІЛЮ ІНСТРУМЕНТА ДРУГОГО ПОРЯДКУ, ДЛЯ ОБРОБКИ ГВИНТОВИХ КАНАВОК СВЕРДЛА</u>	37
4.1 Визначення профілю інструмента другого порядку	37
4.2 Графоаналітичне визначення профілю.....	40
4.3 Основні параметри дискової фасонної фрези.....	46
<u>5 ПРИСТОСУВАННЯ</u>	49
5.1 Технологічне пристосування.....	49
5.2 Контрольне пристосування.....	51
<u>ВИКОРИСТАННІ ДЖЕРЕЛА</u>	53

Додатки

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Сучасне машинобудівне виробництво напряму залежить від інструментів, що вони використовують. Можливість бути конкурентоспроможним це те, що дають більш сучасні та технологічно розвинені інструменти.

Одним із найпоширеніших інструментів в металообробці є свердло. Свердло являє собою валоподібне тіло з двома, або більше, різальними кромками, що в процесі обробки дає можливість отримати глухий або наскрізний отвір у оброблюваній заготовці.

Відомо безліч різних способів обробки та отримання отворів в залежності від заданих конструкцій, якості, точності і шорсткості поверхні, починаючи від простого свердління і закінчуючи найскладнішими технологічними процесами, що складаються з декількох послідовних операцій. Для таких процесів потрібен різний набір верстатів, пристосувань і інструментів.

Свердління важкооброблюваних сталей супроводжується утворенням деформованої стрічкоподібної стружки, що забиває канавки свердла, додатково деформується і ускладнюється підведення охолоджуючої рідини, що знижує стійкість свердла. Тому для обробки отворів в корозійностійких сталей використовують стійкі інструменти зі швидкорізальної сталі з 18% вольфраму або сталі з вольфрамом, легованої кобальтом (приблизно 10% Co). Також використовується оснащення з литих сплавів типу «стеліт» або з твердосплавними різальними пластинами. Для поліпшення якості отворів, зниження сил різання та збільшення стійкості різальної кромки в робочу зону необхідна подача змащувальної охолоджуючої рідини, як правило під тиском.

Свердління дозволяє обробити отвір з точністю 11-12-ої квалітети, з шорсткістю поверхні в 20 мкм. У більшості випадків точність в 12-14 квалітет вважається задовільною. Щоб отримати форму і діаметр рівня 9-11-ої квалітети і шорсткістю до 2,5 мкм, то свердління виконують з припуском і застосовують зенкерування. Найвища чистота і точність досягається розгортанням (6-9 квалітету, шорсткість 1,25-0,25 мкм).

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Метою роботи є вибір оптимальної конструкції інструменту, огляд геометричних параметрів та технологія виготовлення свердла для обробки отворів в корозійностійких сталей.

В дипломній роботі розглянуті та розв'язанні такі завдання:

- Аналіз геометрії та конструкції свердл для обробки корозійностійких сталей
- Розробка оптимальної конструкції;
- Проектний розрахунок базового інструменту
- Розробка технологічного процесу виготовлення інструменту;
- Визначення профілю інструмента другого порядку, для обробки гвинтових канавок свердла;

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ТА ГЕОМЕТРІЇ СВЕРДЛА ДЛЯ ОБРОБКИ КОРОЗІЙНОСТІЙКИХ СТАЛЕЙ

1.1 Аналіз конструкцій

В сучасному машинобудуванні з типів конструкції свердл так само як і з типів конструкції різального інструменту в цілому, можна виділити два основних типи: цільний; збірний.

Цільні свердла представляють собою інструмент виконаний повністю з твердого монолітного сплаву, збірні в свою чергу – мають корпус виконаний з конструктивних сталей та різальну частину виконану з різальних матеріалів.

Кожен тип конструкції інструмента має як свої переваги так і недоліки. При виборі монолітного чи збірного свердла основною перевагою монолітного свердла є відносна простота виготовлення, на відміну від збірного, але в свою чергу збірне свердло має ряд переваг.

Переваги збірного свердла:

1. Продуктивність, за рахунок застосування пластин твердих сплавів, що дає можливість використовувати інструмент на великих швидкостях різання.
2. Зменшення часу налагодження інструменту, за рахунок простоти заміни пластин що затупились.
3. Менший запас інструментів за рахунок можливості регулювання діаметру свердління.
4. Можливість застосування зносостійких покриттів.
5. Підвищення стійкості до 30%, за рахунок відсутності термічної напруги в пластині.
6. Сталі величини геометричних параметрів, що задані параметрами пластини та її розміщенням в пазу.

Розглянемо декілька прикладів свердл з різною конструкцією:

Цільні (монолітні) свердла:

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рис. 1.1 [5] зображено монолітне свердло виготовлене з твердого сплаву

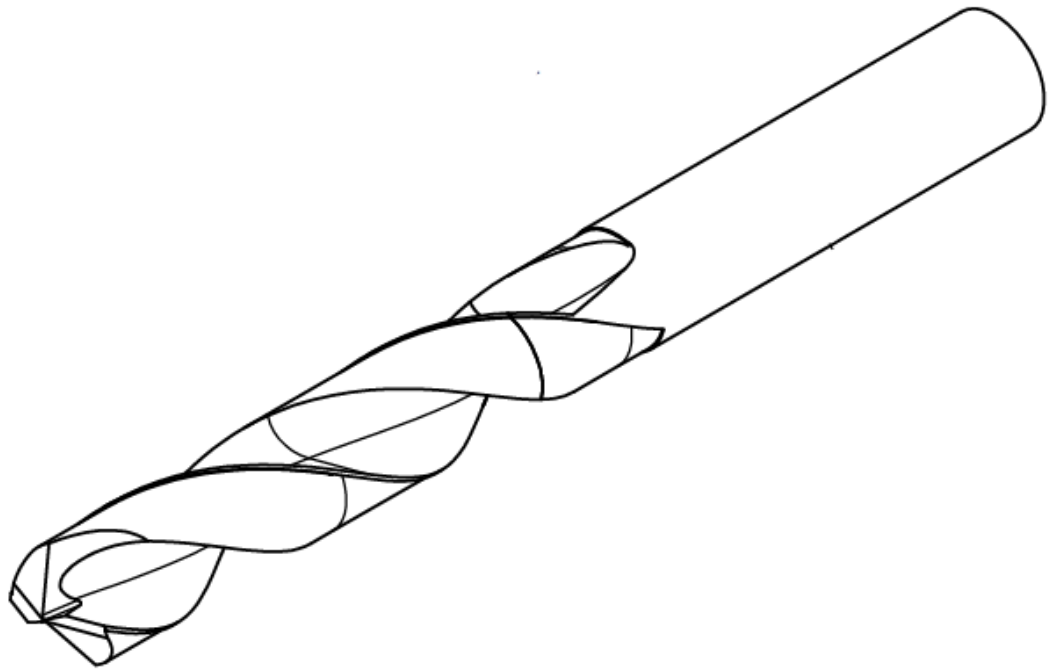


Рисунок 1.1 - Свердло монолітне

Монолітні свердла мають підвищену міцність і твердість, мають гвинтові канавки що поліпшують відведення стружки з зони різання. Свердла даного типу витримують великі осьові навантаження і високу температуру.

До основних недоліків свердла можна віднести:

- необхідність переточки різальних крамок, що тягне за собою додаткове обладнання та персонал;
- відсутність внутрішньої подачі ЗОР;
- відсутність регулювання діаметрів свердлення, тобто необхідність мати більшу кількість інструментів.

Інше монолітне свердло представлене на рис. 1.2 [5] має внутрішню подачу ЗОР до зони різання, що зменшує нагрівання металу та внаслідок підвищує зносостійкість інструменту.

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

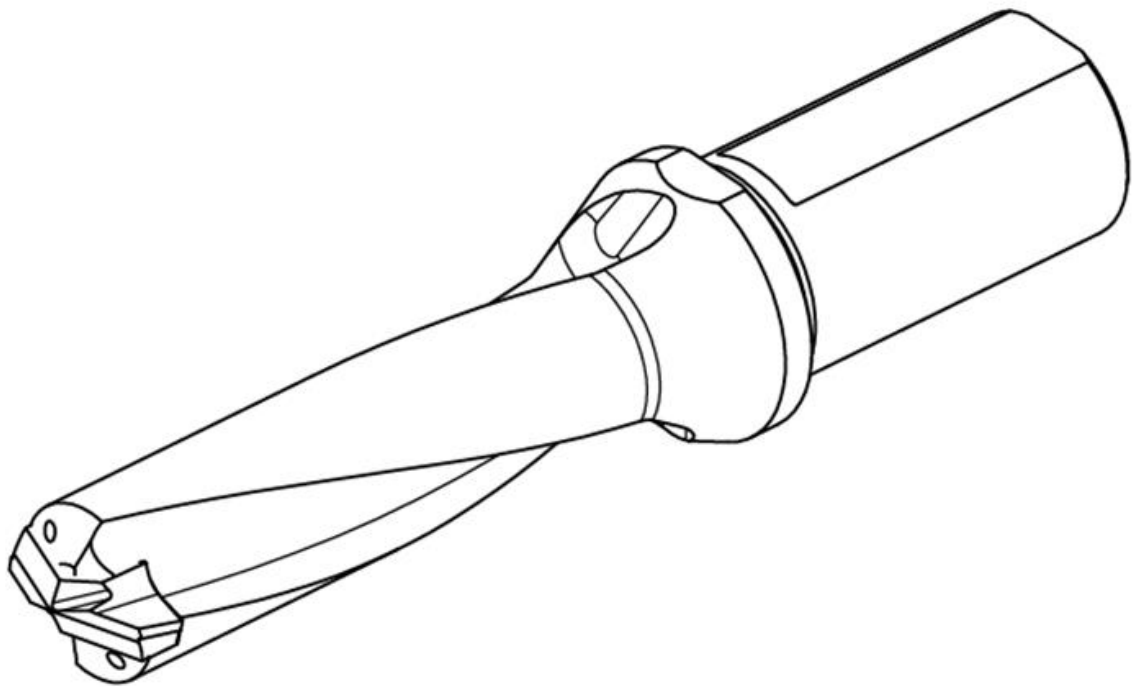


Рисунок 1.3 - Свердло зі змінною різальною головкою

Свердла працюють практично з тими ж подачами на зуб, що і монолітні свердла, відрізняються високою продуктивністю, а також не вимагають переточування, що значно скорочує час на зміну інструменту. Прецизійне з'єднання між корпусом свердла і головкою забезпечує точність, надійність і стабільність під час свердління. За рахунок можливості зміни різальної головки без зняття інструменту, підвищена продуктивність інструменту. До складу конструкції цього свердла входять: корпус, змінна різальна головка рис. 1.4 [5] та кріпильний елемент – болт.

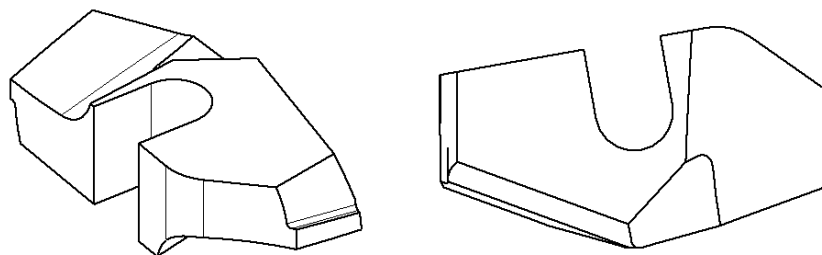


Рисунок 1.4 - Змінна різальна головка

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

До основних недоліків свердла можна віднести:

- не здатність обробки отворів в похилих та нерівних поверхнях;
- відсутність регулювання діаметрів свердлення, тобто необхідність мати більшу кількість інструментів.

Свердло зі змінною механічною пластиною на рис. 1.5 [5]. Завдяки спеціальній конструкції і геометрії змінних багатограних пластин стало можливим обробляти отвори дуже великої глибини без осьових направляючих, зберігаючи при цьому якість свердління. У розглянутому свердлі із твёрдосплавною робочою частиною місце з'єднання сплаву й корпусу вилучено від зони різання й не піддається помітному температурному впливу.

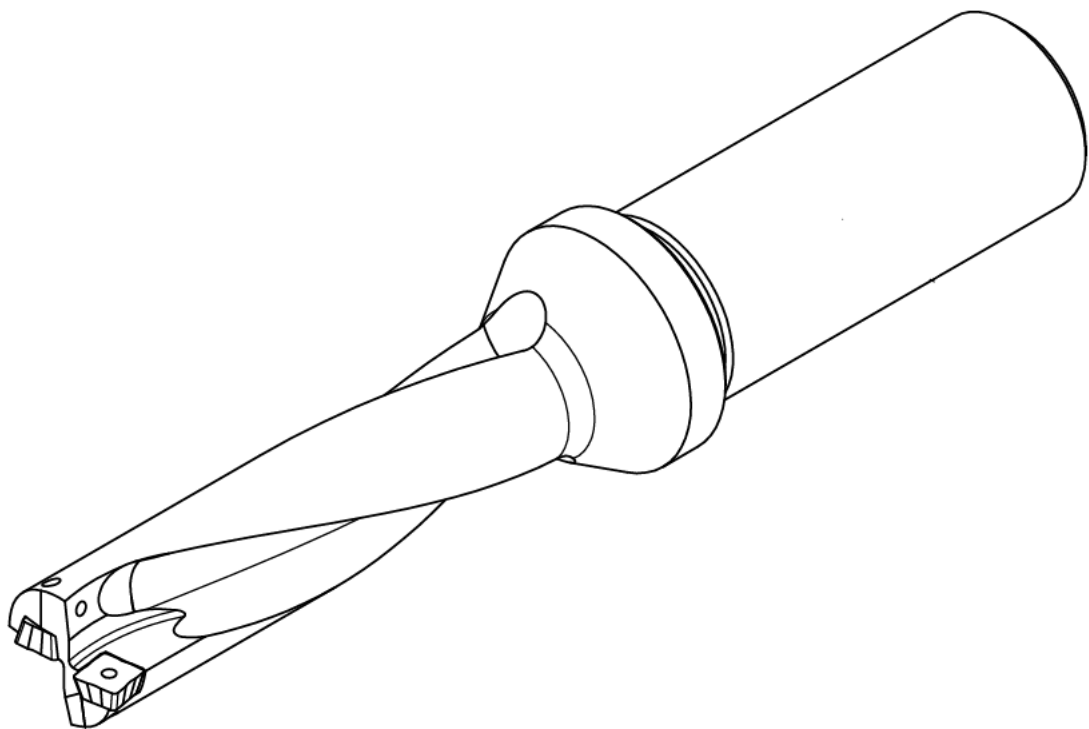


Рисунок 1.5 - Свердло зі змінними різальними пластинами

Різальна пластина забезпечує задній та передній кути, та має одну основну поточну різальні кромки та 3 додаткові які у подальшому будуть використовуватись у разі поламки або сточуванні поточної, за рахунок повороту

						ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			13

різальної пластини рис. 1.6 [5]. Зміна номенклатури пластин дає можливість змінювати ті або інші властивості в залежності від матеріалу оброблюваної деталі, або технічних вимог що пред'являється до неї.

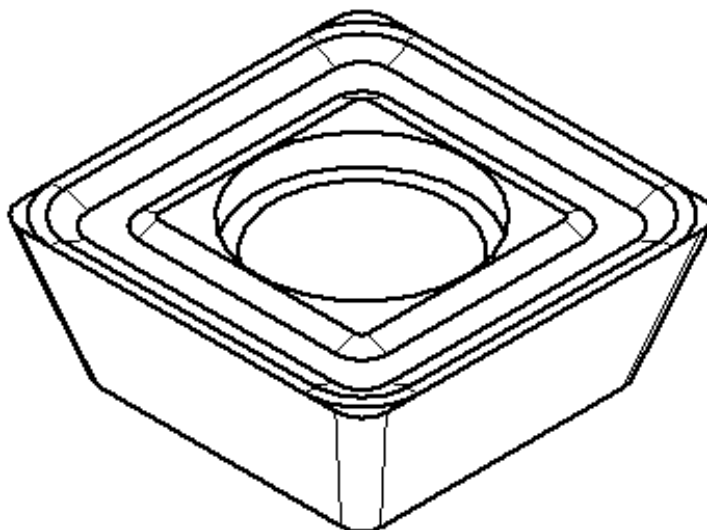


Рисунок 1.6 - Різальна пластина

Пластини і геометрії, пропоновані для всіх матеріалів і областей застосування, забезпечують високу продуктивність і стійкість інструменту.

До основних недоліків свердла можна віднести великі навантаження в процесі різання, при лінійчатій формі кромки.

1.2 Аналіз геометричних параметрів свердла

Геометричні параметри свердла обираються виходячи з матеріалу що буде оброблюватись.

Для монолітних та свердла зі змінною головкою, кут для обробки корозійностійких сталей подвійний кут при вершині 2ϕ -кут між головними різальними кромками свердла обирається від 130 до 140° [11]. Зі зменшенням 2ϕ збільшується довжина різальної кромки свердла, що приводе до покращених умов

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

тепловідводу, і таким чином, к підвищенню стійкості, зі зменшенні 2ϕ - навпаки знижується.

Для збірних свердл кути задаються пластинами, для цього на різальній частині створюють відповідні геометричні параметри.

Задній кут α відповідає за тертя між задньої поверхнею свердла та поверхнею різання. При збільшені заднього кута відбувається зниження міцності різальної частини, та погіршення теплопровідності інструменту. Задній кут залежить від товщини зрізу та оброблюваних матеріалів. При збільшенні товщини зрізу – зменшується

Для обробки корозійностійких сталей задній кут приймається $\alpha=15^\circ-20^\circ$. [1]
Менші значення вибираються для чорнових, більші - для чистових операцій.

Кут нахилу гвинтової канавки ω - кут між віссю свердла і дотичній до гвинтової лінії стрічки. Чим більше нахил канавок, тим краще відводиться стружка, але менша жорсткість свердла і міцність різальних кромки. Значення кута нахилу залежить від оброблюваного матеріалу і діаметра свердла. Так як розглядаємо свердло для свердлення отворів корозійностійких сталей діаметром від 12 до 16, оптимальний кут буде від 15° до 20° .

1.3 Вибір і обґрунтування конструкції інструменту

Враховуючи те, що метою цієї роботи є вибір свердла для обробки важкооброблюваних сталей, а саме для обробки корозійностійких сталей, було прийнято обрати конструкцію свердла зі змінними різальними пластинами.

Обробка корозійностійких сталей супроводжується утворенням сильно деформованої стружки, тому конструкція інструмента повинна мати гвинтові канавки для якісної евакуації стружки, внутрішній ЗОР для кращого відводу тепла від зони різання. Отже, конструкція розглянутого вище свердла є найбільш вдалою для обробки, та економічно вигідною при масовому виробництві.

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ПРОЕКТНИЙ РОЗРАХУНОК БАЗОВОГО ІНСТРУМЕНТУ

2.1 Принцип роботи

Інструмент для утворення отворів у деталях з важкооброблюваних матеріалів такі, як корозійностійкі сталі рис. 2.1. Складається з корпусу, на котрому кріпиться елементи різання за допомогою механічного кріплення болтом.

Інструмент має обертальний рух різання та поступальний рух подачі. Різальні пластини обирають в залежності від властивостей оброблюваного матеріалу та закріплюють на корпусі за допомогою гвинтів.

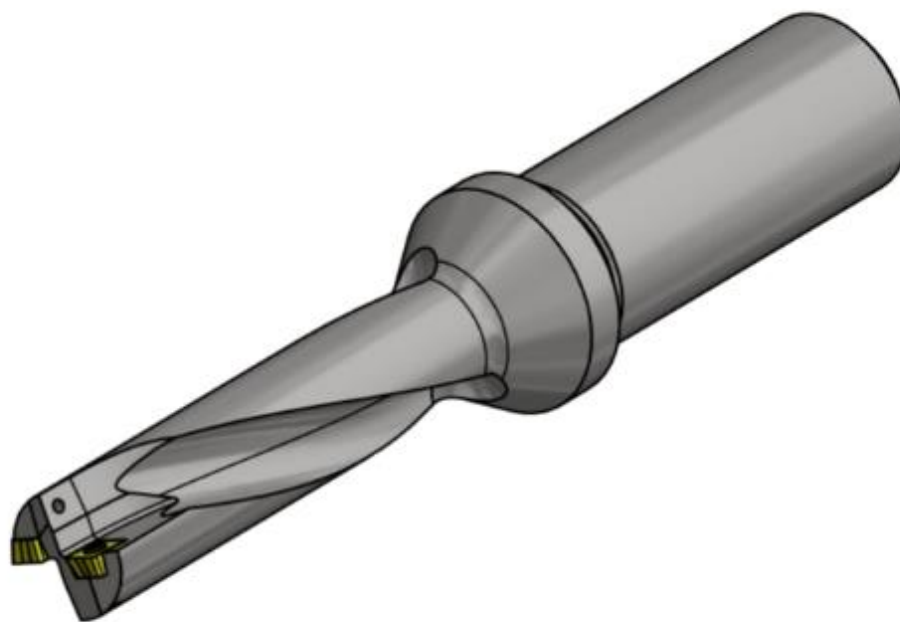


Рисунок 2.1 3D-Model свердла

За необхідністю використовується охолоджувальна рідина, що підводиться по внутрішнім каналам до місця різання. За відвід стружки відповідають гвинтові стружкові канавки, при обробці на більшу глибину різання при необхідності інструмент виймається для очищення від стружки.

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Головною перевагою свердла с механічними пластинами є збільшення продуктивності, за рахунок різальних пластин, що необхідно переточувати.

Свердла зі змінними пластинами - найбільш продуктивний і економний спосіб отримання. Ефективність даного методу пояснюється в першу чергу зниженням трудомісткості свердління. За рахунок високої міцності різальних елементів міцність свердла зростає, зі свердлами зі швидкорізальної сталі, машинний час скорочується від 2 до 10 разів.

Максимальна величина зміщення залежить від діаметра і конструкції свердла і зазвичай становить від 0,5 до 3,5 мм, що відповідає збільшенню діаметра на 1-7 мм від номіналу. Таке зміщення найлегше забезпечити, коли свердло нерухомо, наприклад, встановлено в різцетримачі токарного верстата. В цьому випадку свердло може використовуватися ще і як розточний різець, додатково збільшуючи діаметр отвору наступними проходками. для зміщення свердла при використанні на свердлильних, фрезерних і розточувальних верстатах застосовуються спеціальні регульовані патрони.

Установка свердла через регульований патрон завжди виправдана, так як можна свердлити одним свердлом отвори різних діаметрів, тим самим, скоротивши номенклатуру використовуваних свердел. Можна використовувати регульований патрон і для точної настройки на необхідний розмір. У тому випадку, поля допуску отворів, одержуваних збірними свердлами найбільш прогресивних конструкцій становить 0,05-0,07 мм з урахуванням заміни пластин. одним комплектом пластин можна досягти точності отворів 0,03-0,04 мм, за умови попередньо встановлений на розмір.

Свердла з непереточуваними пластинами не можуть бути використані при роботі з кондуктором. Переважний тип обладнання: фрезерні, розточувальні верстати і обробні центри, тобто верстати, що забезпечують жорстке і точне позиціонування свердла за рахунок подачі виконавчих органів.

При обробці матеріалів за допомогою свердла виділяється велика кількість стружки, для видалення стружки на корпусі свердла роблять стружкові канавки та

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовують подачу ЗОР безпосередньо в зону різання. Стійкість пластин і продуктивність свердління залежать від геометричних параметрів і якості виготовлення корпусу.

2.2 Вибір і обґрунтування матеріалу

Корпус свердла.

Згідно ГОСТ 5756-81 свердла зі змінними твердосплавними пластинами виробляються з швидкорізальної сталі або зі сталі 9ХС.

Знаючи що корпус свердла буде оброблюватись фрезеруванням підберемо сталь більш придатну для обробки, з технічної точки зору це сталь 9ХС. Основні механічні властивості сталі представлені у таблиці 2.1 [6]

Таблиця 2.1 - Механічні властивості сталі 9ХС

$\sigma_{0.2}$ (МПа)	σ_B (МПа)	$\varphi\%$	НВ, не більш
295-390	590-690	50-60	197-241

Матеріал різальної пластини.

Згідно з ГОСТ 3882-74 твердий сплав ВК8 використовується для обробки корозійностійких, високоміцних та жаростійких важкооброблюваних сталей та сплавів. В таблиці 2.2 [6] основні механічні властивості.

Таблиця 2.2 - Механічні властивості твердого сплаву ВК8

Група	σ_B (МПа)	Густина (кг/м ³)	НВ, не більш
вольфрамо-кобальтова	1666	(14,5-14,8)х 10 ³	86-88

Встановлено, що твердосплавним інструментом, який містить у своєму складі вольфрам, можна обробити в 5 разів більше матеріалу, ніж швидкорізальним інструментом із таким же вмістом вольфраму. Недоліком твердих сплавів порівняно із швидкорізальною сталлю є їх підвищена крихкість, яка зростає з мірою зменшення вмісту кобальту в сплаві.

Швидкості різання інструментами, оснащеними твердими сплавами, в 3-4 рази перевищують швидкості різання інструментами із швидкорізальної сталі. Твердосплавні інструменти придатні для обробки гартованих сталей і таких неметалевих матеріалів, як скло, фарфор і та ін. Залежно від хімічного складу тверді сплави, що застосовуються для виробництва різального інструменту, підрозділяються на три основні групи.

2.3 Режими різання з якими працює інструмент

Глибину різання при свердленні:

$$t = 0,5D = 0,5 \cdot 14 = 7 \text{ мм}$$

Подачу при свердленні отворів без обмежуючих факторів вибираємо максимально припустиму по міцності свердла ([3],табл.25)

$$S = 0,31 \cdot K_{us} \quad (2.1)$$

де $K_{us} = 0,41$ - поправочний коефіцієнт для свердла з різальною частиною із твердого сплаву.

$$S = 0,31 \cdot 0,41 = 0,1271 \text{ мм}$$

Швидкість різання, що допускає ріжучими властивостями свердла:

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v \quad (2.2)$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (2.3)$$

Загальний поправочний коефіцієнт:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} \quad (2.4)$$

По таблиці 28, [3] знаходимо значення коефіцієнтів і показників ступеня:

$$C_v = 34,2; q = 0,45; y = 0,3; m = 0,2$$

По таблиці 30, [3] знаходимо значення періоду стійкості: $T = 15$ хв.

По таблиці 3, [3] знаходимо коефіцієнт на оброблюваний матеріал: $K_{mv} = 0,35$;

Коефіцієнт для важкооброблюваної сталі твердим сплавом ВК8: $K_{uv} = 1$

Коефіцієнт враховуючу глибину свердління: $K_{lv} = 1$

Тоді загальний поправочний коефіцієнт: $K_v = 1 \cdot 1 \cdot 0,35 = 0,35$

Підставляючи до формули 2.3 отримаємо швидкість:

$$V = \frac{34,2 \cdot 14^{0,45}}{15^{0,2} \cdot 0,1271^{0,3}} \cdot 0,35 = 42,402 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя, що відповідає знайденої швидкості різання:

$$n = \frac{1000 \cdot 42,402}{3,14 \cdot 14} = 964 \text{ про/хв.}$$

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розробка технології вироблення базового інструменту

У технологічній частині розглянемо ряд технологічних процесів виготовлення збірного спірального свердла, розрахуємо припуски й режими різання для зовнішніх і внутрішніх поверхонь корпусу свердла.

Важливим і досить відповідальним етапом на початку виробництва є саме вибір заготовки та спосіб її одержання, з якої в подальшому будуть виготовляти робочу та хвостову частину різального інструменту.

Головним завданням цього етапу виробничого процесу є забезпечення заданої якості готової деталі при її мінімальній собівартості. Ця собівартість складається з собівартості заготовки і собівартості її обробки до досягнення встановлених вимог якості деталі.

Заготовками для виготовлення деталей є штамповки, пресовані вироби, металопрокат (круглий, квадратний, прямокутний та ін.), лиття, отримання заготовки вирізанням з листового матеріалу.

У сучасному виробництві одним з основних напрямків розвитку технології механічної обробки є використання чорнових заготовок з економічними конструктивними формами, що забезпечують можливість використання найбільш оптимальних способів їх обробки, тобто обробки з найбільшою продуктивністю та найменшими відходами. Цей напрямок вимагає безперервного підвищення точності заготовок та наближення їх конструктивних форм та розмірів до готових деталей, що дозволяє відповідно скоротити область використання обробки різанням, обмежуючі її у ряді випадків чистовими (фінішними) операціями.

Литтям одержують заготовки практично будь-яких розмірів, як простої, так і дуже складної конфігурації. При цьому відливки можуть мати складні внутрішні порожнини з криволінійними поверхнями, що перетинаються під різними кутами. Точність розмірів і якість поверхні залежать від способу лиття. Деякими

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спеціальними способами лиття (лиття під тиском, по виплавлюваних моделях) можна одержати заготовки, що вимагають мінімальної механічної обробки.

Машинобудівні профілі виготовляють прокатом, пресуванням, волочінням. Ці методи дозволяють одержати заготовки, близькі до готової деталі по поперечному перерізу. Прокат випускають гарячекатаний і калібрований. Профіль необхідний для виготовлення заготовки, можна прокалібрувати волочінням. При виготовленні деталей з каліброваних профілів можлива обробка без застосування лезвійного інструменту. [9]

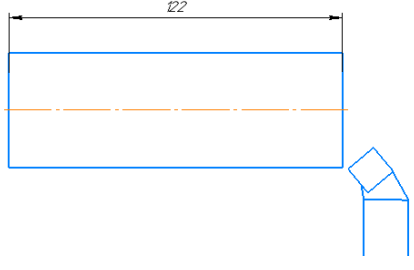
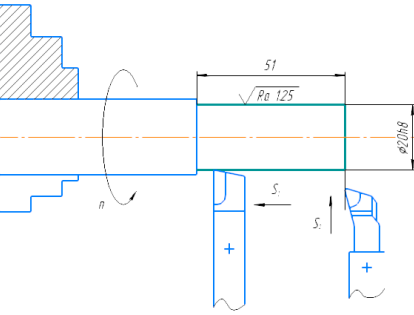
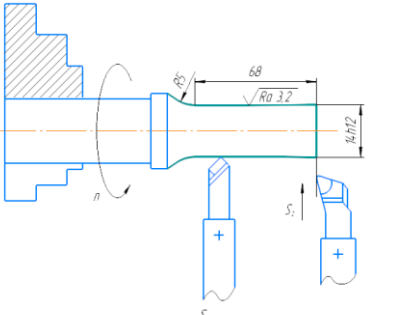
Отримання заготовки різанням є найбільш оптимальним способом в співвідношенні якості, часу на отримання заготовки та енергоефективності. [15] Для виконання цієї операції непотрібно використовувати затратні верстати або пристрої. Заготовку можна отримати більш легким способом з використанням меншої кількості операцій, а отже це більш економічно та доцільно вигідно.

В якості базового технологічного процесу обираємо технологічний процес виготовлення свердла зі змінними різальними пластинами з твердого сплаву представлений [12].

Технологічний процес виготовлення свердла приведено у таблиці 3.1

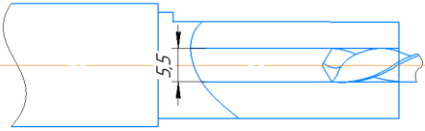
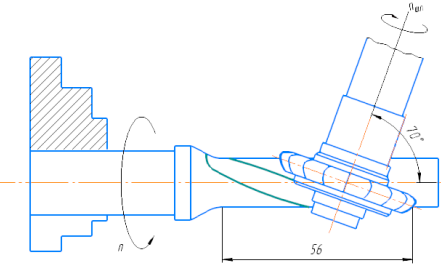
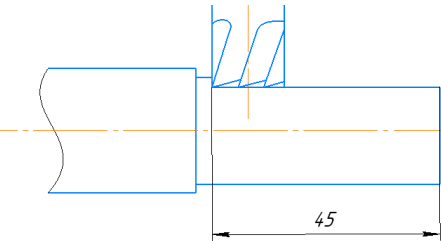
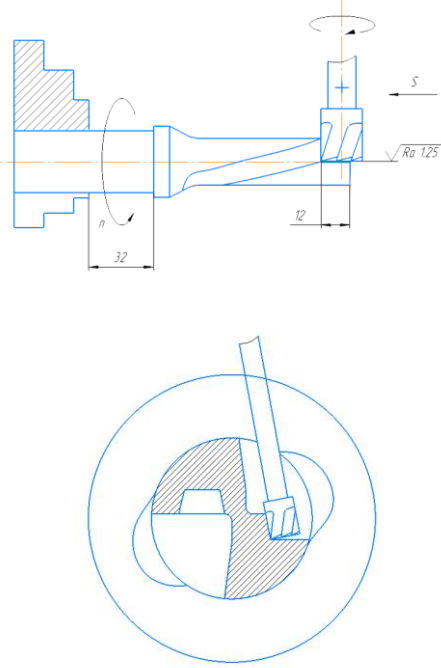
					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 – Технологічний процес виготовлення свердла

	Найменування операції	Ескіз операції	Найменування верстата та інструмента	Пристосування
005	Встановлюємо заготовку. Відрізаємо на відстань 122мм, Підрізання торця з боку хвостової частини		НААС ST-10, пилака сегментна ГОСТ 4047-52, різець токарний відрізний ГОСТ 18880-73	Трьохкулачковий патрон
010	Точіння заготовки $\varnothing 20$ на довжину 51, точіння торця.		НААС ST-10, Різець прохідний ГОСТ 18870-73, Різець підрізний ГОСТ 18870-73	Трьохкулачковий патрон
015	Зміна положення заготовки, підрізання зі сторони робочої частини свердла, Точіння робочої частини свердла $\varnothing 14$, на відстані 68 від робочого торця точіння до діаметру 25 (перехід по діаметру 10)		НААС ST-10, різець токарний підрізний ГОСТ 18880-73, Різець прохідний ГОСТ 18870-73	Трьохкулачковий патрон

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 3.1 – продовження

020	Свердлення отвору $\varnothing 5,5$ на глибину 35 для подачі ЗОР		НААС ST-10, свердло спіральне з циліндричним хвостовиком ГОСТ 20695-75	Трьохкулачковий патрон
025	Фрезерування гвинтової канавки		6Т83Г, Дискава фреза	Трьохкулачковий патрон
030	Фрезерування лапки на хвостовику		SolidCraft CNC, Кінцева фреза	Трьохкулачковий патрон
035	Фрезерування передньої поверхні та паза під пластину		SolidCraft CNC, кінцева фреза, кінцева пазова фреза	Трьохкулачковий патрон

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 3.1 – продовження

040	Свердління кріпильного отвору		SolidCraft CNC, свердло спіральне з циліндричним хвостовиком ГОСТ 20695-75	Трьохкулачковий патрон
045	Нарізання різьби		SolidCraft CNC, мітчик машинний М2	Трьохкулачковий патрон
050	Шліфування		Круглошліфувальний станок; Круг шліфувальний по ГОСТ 2424-83	Трьохкулачковий патрон
055	Термічна			
060	Контрольна			
065	Маркування			

3.2 Розрахунок припусків на механічну обробку

Шар металу, що видаляється з поверхні деталі в процесі обробки називають припуск.

Розрахуємо припуски на механічну обробку поверхні свердла діаметром 14мм та довжиною 122мм.

Заготовкою для свердла є прутки з гарячекатаного прокату, матеріал сталь 9ХС згідно ГОСТ 5950-2000.

Чорновий припуск:

$$2Z_{1min} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \Delta_{ei-1}) \quad (3.1)$$

Чистовий припуск:

$$2Z_{2min} = 2\left(R_{zi-1} + h_{i-1} + \frac{\Delta_k}{2}\right) \quad (3.2)$$

Загальний припуск:

$$2Z_{зар(min)} = 2Z_{1min} + 2Z_{2min} \quad (3.3)$$

Припуск на чорнове точіння:

Шорсткість заготовки: $R_{zi-1} = 125\text{мкм}$;

Глибина дефектного шару: $h_{i-1} = 150\text{мкм}$;

Питома кривизна заготовки: $\Delta_k = 0,63$;

Довжина заготовки: $l = 122\text{мм}$;

$$\Delta_{ei-1} = 0.63 \cdot \frac{122}{2} = 38,43 \text{ мкм};$$

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Підставимо отриманні значення у формулу 3.1, отримаємо:

$$2Z_{1min} = 2(150 + 125 + 39,38) = 628 \text{ мкм};$$

Припуск на чистове точіння:

$$\Delta_k \cdot \frac{l}{2} = 0.63 \cdot \frac{32}{2} = 10,08 \text{ мкм};$$

Підставимо отриманні значення у формулу 3.2, отримаємо:

$$2Z_{2min} = 2(63 + 32 + 10,08) = 210 \text{ мкм};$$

Загальний припуск на обробку:

$$2Z_{\text{заг (min)}} = 2Z_{1min} + 2Z_{2min} = 628 + 210 = 838 \text{ мкм};$$

Розрахунок припусків зведено до табличного вигляду, кінцеві результати приведені у таблиці 3.2

Таблиця 3.2 – Припуски на оброблювання поверхні свердла.

Технологічні операції і переходи обробки Елементарних поверхонь	Елементи припуску			Розрахунковий припуск $2Z_{\text{min}}$ мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск На виготовлення T_d , мкм	Прийняті розміри по переходах, мм		Граничне значення припусків, мкм	
	Rz	h	Δ				d_{min}	d_{max}	$2Z_{\text{min}}$	$2Z_{\text{max}}$

Таблиця 3.2 – продовження

прокат горячеката- нних	125	150	100		25.840	1900	25.8	26,7		
Точіння чорнове	32	63	0	628	25,210	300	25,25	25,55	0,630	2.150
Точіння чистове	20	30	—	210	25,06	100	25	25,1	0,250	0,450
загальний припуск				838					0,800	2,600

Найменший граничний розмір заготовки: $d_{xe} = 25,06 + 0.796 = 21,852$ мм;

Найменший розмір заготовки: $d_{xe \min} = \text{Ø}25_{-0,26} = 25.8$ мм;

Загальний припуск дорівнює:

$$2Z_{заг}^{\max} = 2.6 \quad 2Z_{заг}^{\min} = 0.8$$

3.3 Розрахунок режимів різання

Точіння в Ø20:

Точіння відбувається прохідним різцем ГОСТ 18870-73, кут $\alpha = 30^\circ$,
матеріал заготовки Сталь 9ХС

Глибинна різання: $t = 1$ мм;

Подача: $S = 0,2$ мм/об;

Період стійкості: $T = 15$ хв ;

Поправочні коефіцієнти:

$$C_v = 270 \quad x = 0,45; \quad y = 0,3; \quad m = 0,2$$

Розрахункова швидкість розраховується за формулою:

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v; \quad (3.4)$$

Фактична швидкість розраховується за формулою:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (3.5)$$

K_v - поправочний коефіцієнт з урахуванням фактичних умов різання

$$K_{mv} = 0,9; K_{uv} = 0,85; K_{tu} = 1; K_{tc} = 1; K_{\phi} = 1,2; K_r = 1$$

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{720}{\sigma_B}\right)^{nv} = 0,8 \cdot \left(\frac{750}{690}\right)^1 = 0,87;$$

$$v = \frac{270}{15^{0,2} \cdot 1^{0,45} \cdot 0,32^{0,3}} \cdot 0,729 = 74,73 \text{ м/хв}$$

Розрахункове обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 74,73}{3,14 \cdot 20} = 1178 \text{ хв}^{-1};$$

Приймаємо значення обертів: $n = 1200 \text{ хв}^{-1}$, тоді фактична швидкість:

$$v = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 1200}{1000} = 75,36 \approx 75 \text{ м/хв}$$

Зусилля різання, параметри вказані таблиця 3.3:

$$P_{x,y,z} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p; \quad (3.6)$$

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}; \quad (3.7)$$

Отриманні значення зусиль різання приведемо до табличного вигляду, кінцеві результати приведені у таблиці 3.3

Таблиця 3.3-Параметри зусиль різання.

#	P_x	P_y	P_z
$K_{\varphi p}$	0,75	1,33	1,17
$K_{\gamma p}$	1,26	1,3	1,3
$K_{\lambda p}$	1,02	0,65	1
K_{rp}	1	1	1

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{690}{750} \right)^{0,75} = 0,8$$

$$K_{pPy} = 0,78 \cdot 1,3 \cdot 1,4 \cdot 0,75 \cdot 1 = 1,05$$

$$K_{pPx} = 0,78 \cdot 0,78 \cdot 1,4 \cdot 1,17 \cdot 1 = 0,915$$

$$K_{pPz} = 0,78 \cdot 1,08 \cdot 1,1 \cdot 0,75 \cdot 1 = 0,824$$

$$P_z = 10 \cdot 270 \cdot 2^1 \cdot 0,31^{0,73} \cdot 180^{-0,15} \cdot 0,824 = 1013 \text{ H}$$

$$P_x = 10 \cdot 270 \cdot 2^1 \cdot 0,31 \cdot 180^{-0,15} \cdot 0,915 = 1053 \text{ H}$$

$$P_y = 10 \cdot 270 \cdot 2^1 \cdot 0,31^{0,73} \cdot 180^{-0,15} \cdot 1,05 = 1278 \text{ H}$$

Потужність різання, кВт, розраховують за формулою:

$$N = \frac{P_z \cdot \vartheta}{1020 \cdot 63}; \quad (3.8)$$

Час на обробку:

$$T_0 = \frac{l + l_1 + l_2 + l_3}{s \cdot n}; \quad (3.9)$$

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де l - довжина оброблюваної поверхні, мм;

l_1 - довжина врізання, мм;

$$l_1 = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi \quad (3.10)$$

l_2 - довжина перебігу інструменту, мм(приймають 0,5-2,0 мм);

l_3 - додаткова довжина для зняття пробної стружки, мм (приймають 2-5 мм в одиничному виробництві).

$$l_1 = 2 \cdot 1,732 = 3,464;$$

$$T_0 = \frac{120 + 3,464 + 2 + 5}{1200 \cdot 0,32} = 0,37 \text{ хв}$$

Точіння в $\varnothing 14$:

Точіння відбувається прохідним різцем ГОСТ 18870-73, кут $\alpha = 30^\circ$, матеріал заготовки Сталь 9ХС

Глибинна: $t = 1.4$ мм;

Подача: $S = 0,6$ мм/об;

Період стійкості: $T = 15$ хв ;

Поправочні коефіцієнти:

$$C_v = 270 \quad x = 0,45; \quad y = 0,3; \quad m = 0,2$$

K_v - поправочний коефіцієнт з урахуванням фактичних умов різання

$$K_{nv} = 0,9; \quad K_{uv} = 0,85; \quad K_{tu} = 1; \quad K_{tc} = 1; \quad K_\varphi = 1.2; \quad K_r = 1$$

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{720}{\sigma_B} \right)^{n\vartheta} = 0,8 \cdot \left(\frac{750}{690} \right)^1 = 0,87;$$

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

$$\vartheta = \frac{270}{15^{0,2} \cdot 1,4^{0,45} \cdot 0,6^{0,3}} \cdot 0,729 = 74,73 \text{ М/ХВ}$$

Розрахункове значення частоти обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot 74,73}{3,14 \cdot 14} = 1178 \text{ ХВ}^{-1};$$

$$\vartheta = \frac{3,14 \cdot 14 \cdot 1200}{1000} = 75,36 \approx 75 \text{ М/ХВ}$$

Отриманні значення зусиль різання приведемо до табличного вигляду, кінцеві результати приведені у таблиці 3.4

Таблиця 3.4-Параметри зусиль різання.

#	P_x	P_y	P_z
$K_{\varphi p}$	0,65	1,13	1,01
$K_{\gamma p}$	1,3	1,3	1,1
$K_{\lambda p}$	1,07	0,75	1
$K_{r p}$	1	1	1

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{690}{750} \right)^{0,75} = 0,62$$

$$K_{pPy} = 0,8 \cdot 1,3 \cdot 1,4 \cdot 0,65 \cdot 1 = 1,15$$

$$K_{pPx} = 0,8 \cdot 0,78 \cdot 1,4 \cdot 1,0 \cdot 1 = 0,715$$

$$K_{pPz} = 0,8 \cdot 1,08 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,814$$

$$P_z = 10 \cdot 270 \cdot 2^1 \cdot 0,31^{0,73} \cdot 180^{-0,15} \cdot 0,824 = 968 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 270 \cdot 2^1 \cdot 0,31 \cdot 180^{-0,15} \cdot 0,915 = 1032 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 270 \cdot 2^1 \cdot 0,31^{0,73} \cdot 180^{-0,15} \cdot 1,05 = 1190 \text{ Н}$$

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Час на обробку:

$$l_1 = 2 \cdot 1,732 = 3,464;$$

$$T_0 = \frac{120 + 3,464 + 2 + 5}{1200 \cdot 0,32} = 0,37 \text{ хв}$$

Фрезерування канавки:

Фрезерування відбувається дисковою фасонною фрезою діаметром 80мм, матеріал заготовки Сталь 9ХС.

Глибина різання: $t = 4.9$ мм;

Швидкість різання фрези розраховується:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v \quad (3.11)$$

де z -кількість зубців фрези.

За таблицею 40 [3] оберемо період стійкості $T = 120$

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, враховуючий фактичні умови різання:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} \quad (3.12)$$

де

K_{mv} - коефіцієнт з урахуванням якості;

K_{pv} - коефіцієнт з урахуванням стану поверхні;

K_{iv} - коефіцієнт з урахуванням матеріалу інструмента.

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_b}\right)^{n_v} = 0,8 \cdot \left(\frac{750}{690}\right)^1 = 0,87$$

$$K_{pv} = 1$$

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Підставивши дані у формулу 3.12, отримаємо:

$$K_{\vartheta} = 0,87 \cdot 2,6 \cdot 1 = 2,27$$

Показники значень степені а також значення C_{ϑ} наведенні у таблиці 39[3]

$$C_{\vartheta} = 44; q=0,45; x=0,3; y=0,2; u=0,1; p=0,1; m=0,33$$

Розрахункове значення швидкості:

$$v = \frac{44 \cdot 80^{0,25}}{120^{0,33} \cdot 4 \cdot 9^{0,3} \cdot 0,03^{0,3} \cdot 2^{0,2} \cdot 12} = 125,371 \text{ М/хв}$$

Розрахункове значення частоти обертання фрези:

$$n = \frac{1000 \cdot 125,371}{3,14 \cdot 80} = 500 \text{ хв}^{-1}$$

Зусилля різання розраховується за формулою:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} K_{mp} \quad (3.13)$$

Значення коефіцієнтів та значення C_p наведенні у таблиці 41[9]

$$C_p = 12,5; x=0,85; y=0,75; u=1; q=0,73; w=-0,13$$

Підставивши дані до формули 3.13, отримаємо:

$$P_z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 2,5^{0,85} \cdot 0,05^{0,75} \cdot 5^{0,2} \cdot 3}{80^{0,73} \cdot 1993^{-0,13}} \cdot 0,975 = 43 \text{ Н}$$

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ефективна потужність різання розраховується за формулою:

$$N = \frac{P_z \cdot \vartheta}{1020 \cdot 60} = \frac{34 \cdot 137,56}{1020 \cdot 60} = 0,113 \text{ кВт} \quad (3.15)$$

Основний час:

$$T_0 = \frac{l + l_1 + l_2 + l_3}{s \cdot n}$$

де

l - довжина оброблюваної поверхні, мм;

l_1 - довжина врізання, мм;

l_2 - довжина перебігу інструменту, мм(приймають 0,5-2,0 мм);

l_3 - додаткова довжина для зняття пробної стружки, мм (приймають 2-5 мм

в одиничному виробництві).

$$l_1 = 2,5 \cdot 3,73 = 9,325$$

Підставивши дані отримаємо:

$$T_0 = \frac{130 + 9,325 + 2 + 5}{2000 \cdot 0,15} = 0,488 \text{ хв}$$

Допоміжний час:

Допоміжний час на встановлення, закріплення та зняття деталі:

$$T_{Д1} = 0,11 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на контроль деталі $T_{Д2} = 0,08 \text{ хв.}$

Загальний допоміжний час:

$$T_{Д} = T_{Д1} + T_{Д2} = 0,11 + 0,08 = 0,19 \text{ хв}$$

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо допоміжний час на контрольні вимірювання. При вимірюванні штангенциркулем з точністю вимірювання 0,1мм, вимірювального розміру до 100мм, довжини вимірювальної поверхні до 150 мм, $T_{д.вим}=0,1хв$.

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

4 ВИЗНАЧЕННЯ ПРОФІЛЮ ІНСТРУМЕНТА ДРУГОГО ПОРЯДКУ, ДЛЯ ОБРОБКИ ГВИНТОВИХ КАНАВОК СВЕРДЛА

4.1 Визначення профілю інструмента другого порядку

Утворення складних інструментальних поверхонь, таких як гвинтові канавки виконується завдяки фасонному інструменту, вісь якого завжди під прямим кутом до вісі канавки, що водночас є траєкторією руху інструменту другого порядку.

Гвинтова поверхня деталі може бути представлена як поверхня що ковзає "сама по собі". В цьому випадку її можливо задати профілем перерізу, який здійснює гвинтовий рух. [4] Для визначення профілю інструменту другого порядку розглянемо точки на торцевій поверхні свердла. Графоаналітичним способом визначимо положення проєкцій точок на головну площину.

Для розрахунку використаємо систему "MathCad". За допомогою формул взаємозалежності розрахуємо кути повороту точки рис. 4.1, що розташована на певній висоті h_i в головній площині, де $H = 122\text{мм}$ – ширина канавки

$$\Delta_i = \frac{360 \cdot h_i}{H}$$

	0
0	0.738
1	1.475
2	2.213
3	2.951
4	3.689
5	4.426
6	5.164
7	5.902
8	6.639
9	7.439

Рисунок 4.1 – Кути повороту точки

З метою спрощення виготовлення свердла робочу ділянку свердла В_ТК_Т спростимо окреслюючи її дугою кола радіуса R_1 . Це значно зекономить час, та кошти на виробництво інструменту другого порядку. Для цього окреслюємо дугою кола радіуса R_2 , точку O_1 що є центром та лежить на лінії, яка проходить через точки O і B та робочу ділянку BC . Центр O_2 лежить на лінії, яка проходить через $t.O$ і $t.B$. Таким чином профіль інструменту другого порядку буде значно легше виконувати.

Графічне визначення робочої ділянки гвинтової стружкової канавки, дає можливість обрати приблизний розмір

Торцевий профіль деталі (свердла) повинен бути орієнтований відносно осі Y таким чином, щоб вона поділяла гвинтову канавку (стружкову канавку свердла) приблизно навпіл рис. 4.2

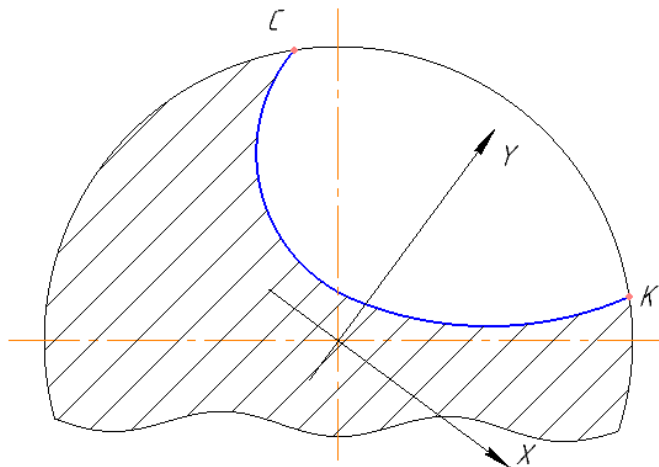


Рисунок 4.2 - Орієнтація торцевого профілю

Надалі, саме ця орієнтація торцевого профілю гвинтової поверхні відносно осі Y буде прийнята як основне положення гвинтової поверхні деталі відносно інструмента.

Найкоротша відстань між осями залежить від діаметру дискового інструменту, яким утворюють гвинтову канавку, однак доцільніше приймати

діаметр найменший з можливих, з умов формоутворення гвинтових поверхонь дисковим інструментом. Відстань приймають як:

$$a = r_o + (3 \dots 4) \cdot R \quad (4.1)$$

де : r_o – радіус серцевини свердла;

R – зовнішній діаметр свердла.

Отже підставляючи дані до формули 4.1, отримаємо:

$$a = 2,02 + (3 \dots 4) \cdot 14 = 44,02 \dots 58,02 \text{ мм}$$

Отримана величина корегується згідно зовнішнього діаметра майбутнього інструменту, отже приймаємо $a=58\text{мм}$.

Кут ε між осями Z_i інструмента та Z деталі:

$$\varepsilon = 90^\circ - (\omega^\circ - 1^\circ) = 90^\circ - (20^\circ - 1^\circ) = 69^\circ$$

Взаємне розташування інструменту другого порядку та деталі зображено на рис.

4.2. [4]

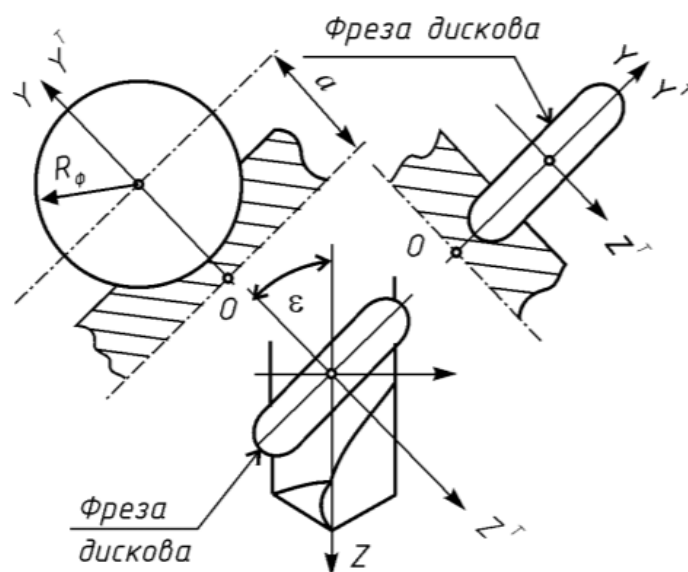


Рисунок 4.2 - Система координат

4.2 Графоаналітичне визначення профілю

Зміст графоаналітичного методу профілювання полягає у тому, що гвинтову поверхню деталі перерізають площинами, перпендикулярними до її осі та графічно викреслюють їх профіль. Аналітично розраховують положення отриманих торцевих перерізів гвинтової поверхні сукупність котрих визначає профіль початкової інструментальної поверхні (ППІ). [4]

Приймаємо тип шаблону – на картоні рис. 5.3.

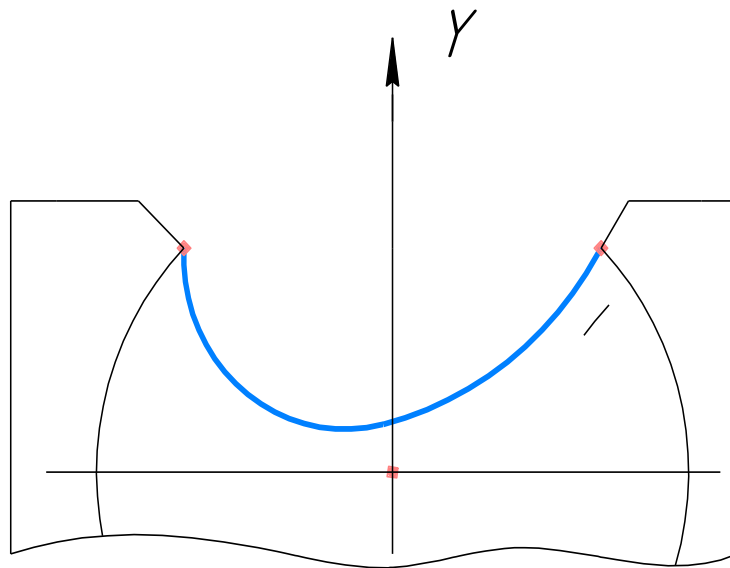


Рисунок 4.3 - Шаблон на картоні

Визначимо межі існування стружкових канавок для точок К та С за формулою:

$$mK_i := \frac{\Delta K \cdot H}{360}$$

де Н –ширина канавки.

Межі стружкових канавок точок К та С зображені на рис. 4.4 відповідно:

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	0		0		
$mK_i =$	0	16.944	$mC_i =$	0	16.944
	1	33.889		1	33.889
	2	50.833		2	50.833
	3	-16.944		3	-16.944
	4	-33.889		4	-33.889
	5	-50.833		5	-50.833
	6	-59.306		6	-59.306
	7	-81.842		7	71.167
	8	84.722		8	84.722
	9	16.944		9	16.944
	10	18.639		10	18.639
	11	20.333		11	20.333
	12	22.028		12	22.028
	13	16.944		13	16.944
	14	25.417		14	25.417

Рисунок 4.4 – Межі стружкових канавок

За даними таблиці проведемо границі стружкової канавки рис.4.5

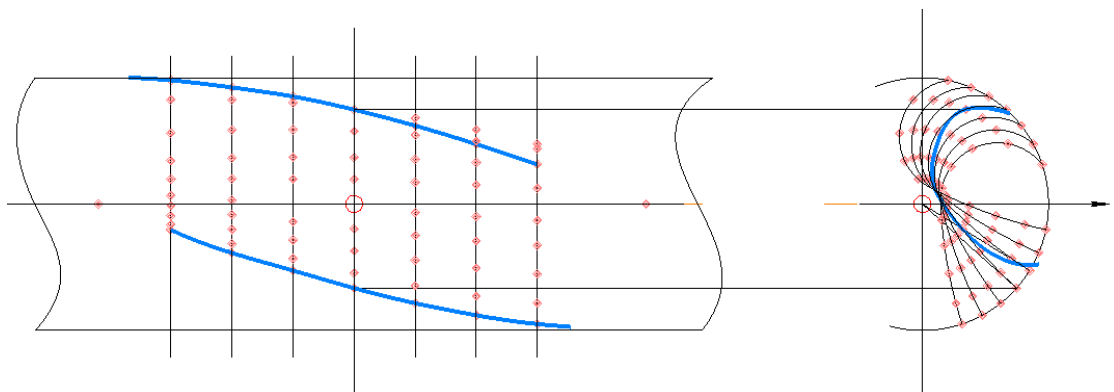


Рисунок 4.5 – Границі стружкової канавки

Перед виконанням профілювання необхідно виконати певні підготовчі дії: а саме викреслити площини S , та визначаємо відстані l для усіх січних площин рис. 4.6. Для оптимального знаходження інструментальної поверхні необхідно не менше ніж 7 січних площин.

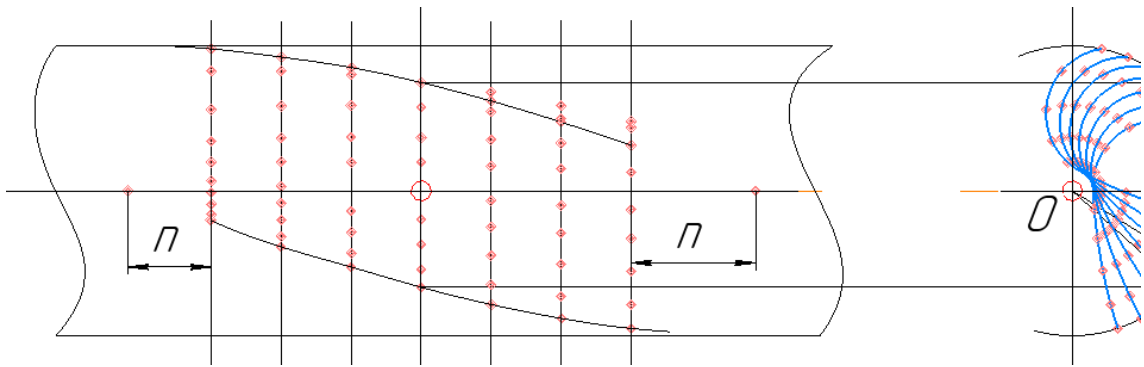


Рисунок 4.6 - Січні площини

Відносне розташування пластин зображено на рис. 4.7 [4]

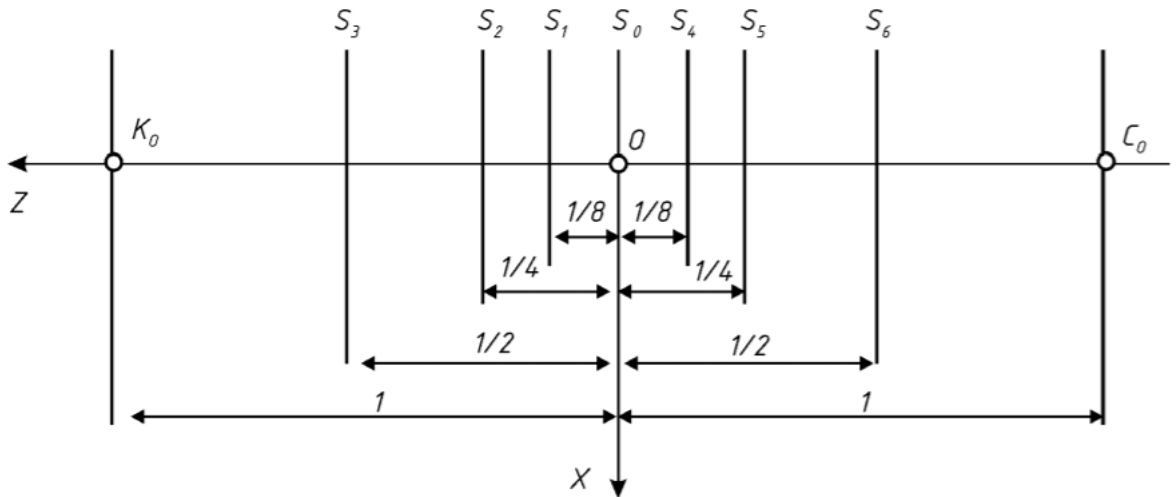


Рисунок 4.7 – розподіл січних площин

Для побудови перерізів гвинтової поверхні площинами S необхідно визначити кут Δ , на який повернеться торцевий переріз гвинтової поверхні:

$$\Delta = \frac{360^\circ \cdot l}{H} \quad (4.2)$$

Підставляючи кожне значення до формули 4.2, отриманні дані приведемо до табличного вигляду та занесемо у таблиці 4.1-4.7.

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$\text{Для } S_1: \Delta = \frac{360^\circ \cdot 2,1}{122} = 6,13$$

$$\text{Для } S_2: \Delta = \frac{360^\circ \cdot 1,29}{122} = 4,1^\circ$$

$$\text{Для } S_3: \Delta = \frac{360^\circ \cdot 0,92}{122} = 2,71^\circ$$

$$\text{Для } S_4: \Delta = \frac{360^\circ \cdot 0}{122} = 0$$

$$\text{Для } S_5: \Delta = \frac{360^\circ \cdot -0,92}{122} = -2,71^\circ$$

$$\text{Для } S_6: \Delta = \frac{360^\circ \cdot -2,1}{122} = -6,13^\circ$$

$$\text{Для } S_7: \Delta = \frac{360^\circ \cdot -4,52}{122} = -13,3^\circ$$

Таблиця 4.1 – кут перерізу площини 1

S1 l1=1,10 _{мм} Δ=6,13°		
Точка №	z', мм	r', мм
К _Т	2,38	13,82
1	2,25	14,38
2	1,98	15,53
3	1,55	16,61
4	0,97	17,56
5	0,33	18,19
6	-0,42	18,49
7	-1,17	18,45
8	-1,82	18,05
С _Т	-2,28	17,37

Таблиця 4.2 – кут перерізу площини 2

S2 L2=3,51 _{мм} Δ=4,1°		
Точка №	z', мм	r', мм
К _Т	2,5	13,46
1	2,26	14,61
2	1,84	15,68
3	1,28	16,63
4	0,59	17,43
5	-0,11	17,88
6	-0,88	18
7	-1,6	17,76
8	-2,17	17,21
С _Т	-2,51	16,39

Таблиця 4.3 – кут перерізу площини 3

S3 L3=0,69 _{ММ} Δ=2,71°		
Точка №	z`, мм	r`, мм
К _Г	2,61	13,97
1	2,22	15,01
2	1,68	15,94
3	1	16,72
4	0,22	17,34
5	-0,52	17,6
6	-1,28	17,53
7	-1,94	17,1
8	-2,42	16,39

Таблиця 4.4 – кут перерізу площини 4

S4 L4=0 _{ММ} Δ=0°		
Точка №	z`, мм	r`, мм
К _Г	2,66	14,64
1	2,14	15,54
2	1,48	16,29
3	0,71	16,87
4	-0,14	17,27
5	-0,9	17,35
6	-1,63	17,08
7	-2,22	16,48
8	-2,58	15,64
С _Г	-2,67	14,66

Таблиця 4.5 – кут перерізу площини 5

S5 L5=-0,69 _{ММ} Δ=-2,71°		
Точка №	z`, мм	r`, мм
К _Г	2,63	15,46
1	1,59	16,18
2	1,23	16,73
3	0,39	17,09
4	-0,5	17,26
5	-1,26	17,14
6	-1,93	16,68
7	-2,42	15,92
8	-2,67	14,99
С _Г	-2,62	13,98

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Таблиця 4.6 – кут перерізу площини 6

S6 L6=-1,39 _{мм} Δ=-6,13°		
Точка №	z', мм	r', мм
K _T	2,51	16,38
1	1,76	16,89
2	0,93	17,22
3	0,05	17,35
4	-0,85	17,28
5	-1,59	17
6	-2,19	16,34
7	-2,57	15,47
8	-2,68	14,47

Таблиця 4.7 - кут перерізу площини 7

S6 L6=-1,39 _{мм} Δ=-13.3°		
Точка №	z', мм	r', мм
K _T	2,62	16,18
1	1,62	16,79
2	1,3	17,12
3	0,5	17,25
4	-0,5	17,18
5	-1,6	17
6	-2,62	16,36
7	-3,01	15,49
8	-3,01	14,41
C _T	-2,11	13,43

Використовуючи попередні розрахунки, побудуємо початкову інструментальну поверхню, це обвідна внутрішня крива утворена сукупністю кривих P_Σ рис .4.8

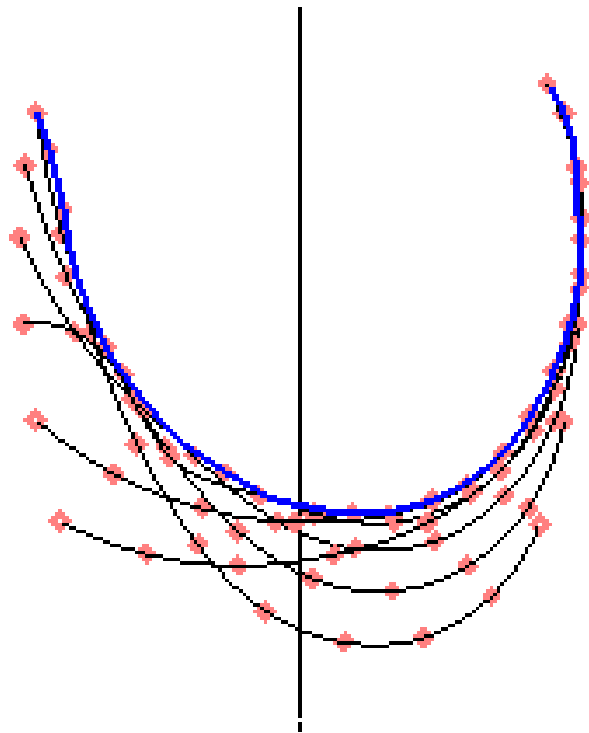


Рисунок 4.8 - Вихідна інструментальна поверхня

4.3 Основні параметри дискової фасонної фрези

Отримавши профіль різальної частини фрези розрахуємо основні параметри дискової фасонної фрези рис. 4.7.

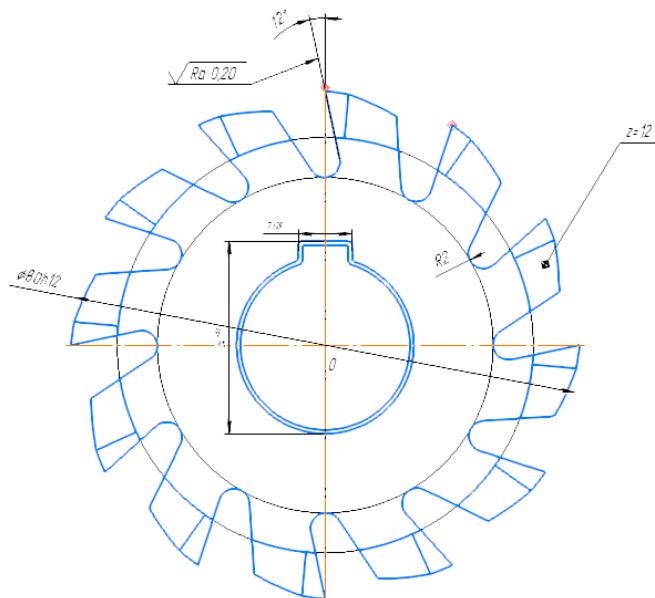


Рисунок 4.7 – дискова фасонна фреза.

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Зовнішній діаметр фрези розраховується:

$$D_{\text{зовн}} = 32 \cdot \left(\frac{D - d_0}{2} \right)^{0.5} = 32 \cdot \left(\frac{14 - 2.2}{2} \right)^{0.5} = 77$$

Оберемо діаметр фрези за ГОСТ 29116-91 з основного ряду $D_{\text{зовн}}=80\text{мм}$

Висота профілю:

$$h = \frac{D - d_0}{2} + (1..2) \frac{14 - 2.2}{2} + (1..2) = 6.9..7.9\text{мм}$$

Висоту зуба приймаємо: $h=7$

$$H = 1,46 \cdot \frac{D - d_0}{2} + 5 = 1,46 \cdot \frac{14 - 2,2}{2} + 5 = 13,61$$

Радіус канавки приймаємо: $r_k=2\text{мм}$.

Кількість зубів:

$$Z = 16 - 2.3 \cdot \ln \left(\frac{D - d_0}{2} \right) = 16 - 2.3 \cdot \ln \left(\frac{14 - 2,2}{2} \right) = 11,918$$

Кількість зубів фрези приймаємо: $z=12$ зубів.

Посадочний діаметр, оберемо за ГОСТ 29116-91 при $\left(\frac{D-d_0}{2} \right) = 5.9$ мм і

$D_{\text{зовн}}=80\text{мм}$, $d=28\text{мм}$

Кут стружкової канавки фрези, приймаємо за ГОСТ 29116-91 при $z=12$,
 $\theta=22^\circ$.

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Величину першого затилювання розрахуємо:

$$k = \frac{2 \cdot \pi \cdot r \cdot \operatorname{tg} \alpha}{z} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 40 \cdot \operatorname{tg} 8}{12} = 2,58$$

де, $\alpha = 8^\circ$ – задній кут зуба фрези.

Величина другого затилювання:

$$k_1 = 1,45 \cdot k = 1,45 \cdot 2,58 = 3,741$$

Кут між вершинами зубів:

$$\varepsilon = 360^\circ / z = 360^\circ / 12 = 30^\circ.$$

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

5 ПРИСТОСУВАННЯ

5.1 Технологічне пристосування

Технологічним пристосуванням було обрано трьохкулачковий самоцентруючийся патрон. Токарні патрони - ще їх називають затискними пристроями, призначаються для установки на передній кінець шпинделя токарних верстатів.

Конструкція токарного патрона забезпечує велике зусилля затиску оброблюваної деталі, забезпечує точність центрування і перпендикулярність поверхонь осі обробки рис. 5.1. [13]

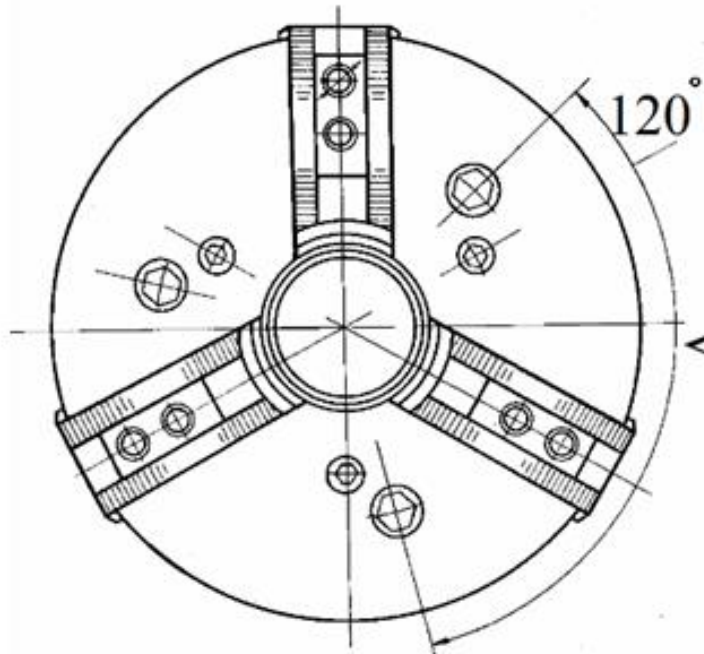


Рис. 5.1 Трьохкулачковий патрон

Особливістю трьохкулачкового самоцентруючого патрона з вбудованим пневматичним приводом є те, що пустотіла корпуса патрона є і поршневым приводом. Патрони цієї конструкції з успіхом можуть застосовуватися при великосерійному виробництві.

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

5.1.1 Розрахунок сили затиску

На деталь, що закріплення в патроні діють складові сили різання P_x , P_y і P_z . P_z здійснює на оброблюваній деталі крутний момент $M_{\text{різ}}$, сила P_x – відповідає за осьовий здви́г і сила P_y – за перекидний момент.

Формула для розрахунку сили затиску в трьохкулачковому патроні [9]:

$$Q = \frac{k \cdot M_{\text{різ}}}{3 \cdot f \cdot R} = \frac{k \cdot P_z \cdot R_0}{3 \cdot f \cdot R} \quad (5.1)$$

де $k = 1.4$ – коефіцієнт запасу;

$M_{\text{різ}}$ – момент від сили різання P_z ;

$P_z = 1013 \text{ Н}$ – сила різання;

$R_0 = 14 \text{ мм}$ – радіус обробленої частини деталі;

$R = 20 \text{ мм}$ – радіус зажатої кулачками деталі;

$f = 0.5$ – коефіцієнт тертя між.

Зробимо розрахунок підставляючи значення до формули (5.1):

$$Q = \frac{1.4 \cdot 1013 \cdot 14}{3 \cdot 0.5 \cdot 20} = 661.82 \text{ Н}$$

5.1.2 Опис роботи

Робота патрона відбувається при відсутності стисненого повітря в порожнині приводу. Міцне і надійне утримання кулачків патрона в робочому положенні досягається за рахунок самоторможения в з'єднанні поршень-повзуни. Всі ущільнення в даному патроні виконані з кілець круглого перетину, виготовлених з малостійкої гуми. Для зручності і прискорення перестановки кулачків на їх торцевих поверхнях і на лицьовій поверхні корпусу патрона наносяться базові установочні ризики. Патрон безпечний в роботі, так як при

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

падінні тиску повітря сила, що затискає оброблювану деталь, підтримується самогальмуванням між повзунами і поршнем .

5.2 Контрольне пристосування

У якості контрольного пристосування було обрано пристрій для контролю радіального биття . Ці пристрої доволі часто використовуються на сучасних підприємствах, та допомагають визначати відхилення від форми, або як у нашому випадку виліт пластин за межі корпуса свердла, для подальшого нормалізованого процесу різання рис. 5.2.

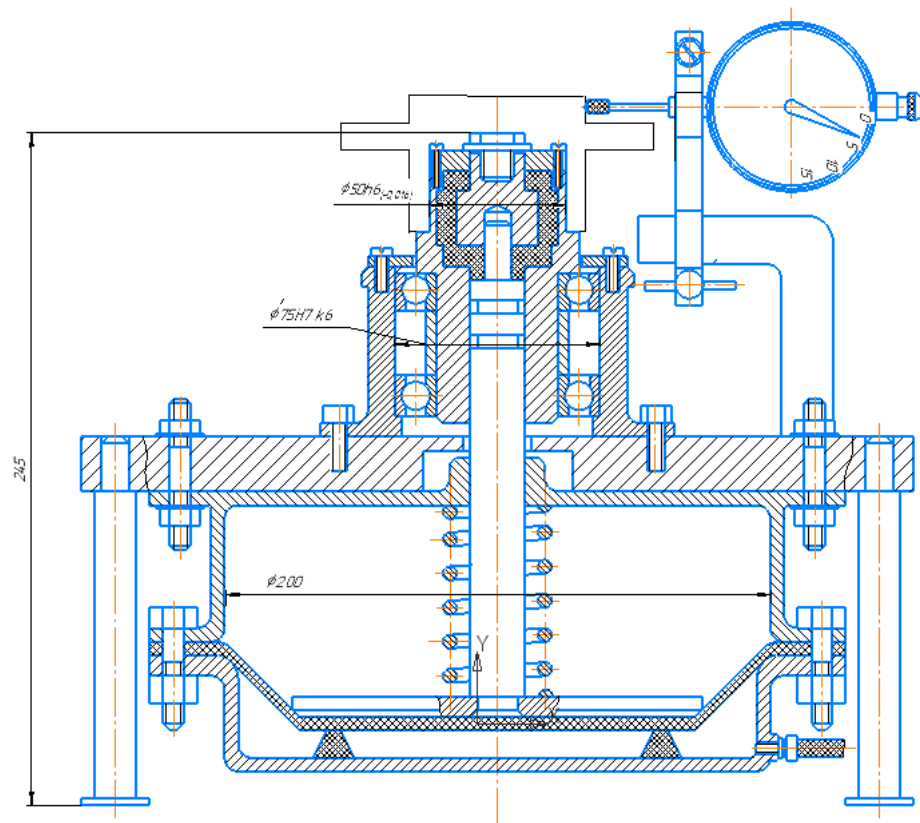


Рисунок 5.2 - Контрольне пристосування

Радіальне биття-різниця Δ найбільшої і найменшої відстаней від точок реального профілю поверхонь обертання до базовій вісі і січенні площиною, перпендикулярної до базової вісі [14]

Радіальне биття є результатом сумісного прояву відхилення від круглості профілю січення ,що розглядається та відхилення відносно базової вісі. Воно не

										ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							51

включає у себе відхилення форми та розташування утворюючої поверхні обертання. Типова схема радіального биття на рис.5.3 [10].

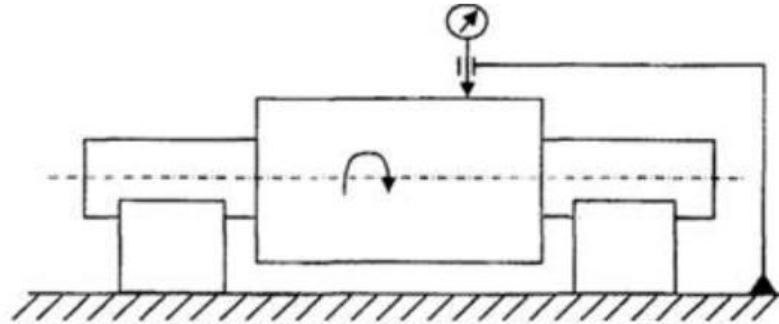


Рисунок 5.3 – типова схема контролю радіального биття

Конструкція пристрою складається переважно з деталей, які входять до комплекту універсального збірного пристосування. Ці деталі не потребують подальшого дороблення та обробки, та забезпечують точність близько до 9-го квалітету. [10].

На корпусі пристрою закріплені опора з кронштейном і втулка з установленою в неї оправкой. На кронштейні, встановленому на опорі, закріплені два індикатори годинникового типу рис.5.4, за допомогою яких і проводиться контроль радіального і торцевого биття. На оправлення по внутрішній циліндричній поверхні встановлюється деталь, і впирається в площину оправлення.

За допомогою штурвалів проводиться обертання деталі разом з оправкой в конічної втулки.

Торцеве і радіальні биття визначаються як різниця максимального і мінімального показань індикатора за один оборот деталі.

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

ЛІТЕРАТУРА

1. Родин П.Р. Металлорежущие инструменты: Учебник. – К.: Вища шк., 1974. – 137 с.
2. Солодкий В.І. Методические указания к курсовому проекту по курсу «Проектирование и производство режущего инструмента» .Киев: КПИ, 1987. – с.10
3. Косилова А.Г. Справочник технолога, 1973. – 281 с
4. Солодкий В. І, Плівак О. А, Майданюк С. В. «Проектування металорізних інструментів»
5. Интернет-ресурс <http://www.imc-companies.com/taegutec/ttkCatalog>
6. Интернет-ресурс http://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/sti/9XS
7. Родин П.Р "Геометрия режущей части сверла", Издательство "Техника" Киев-1971
8. Д.И. Семенченко, А.А. Бекаев, А.В. Щедрин, В.М. Скоромнов
Методические указания к лабораторным работам по курсу
“Проектирование оснастки для технологических систем
инструментального производства” для студентов специальности
151002.65 «Металлообрабатывающие станки и комплексы» - Москва:
МГТУ «МАМИ», 2008. -52 с.
9. Равська Н. С., Мельничук П. П., Касьянов А. Г., Родін Р. П. Технологія інструментального виробництва: Підручник для студентів спеціальностей: 7.090202 "Технологія машинобудування", 7.090203 "Металорізальні верстати та системи", 7.090204 "Інструментальне виробництво". - Житомир: ЖІТІ, 2001. - 555 с.
10. Ансеров М.А. Приспособление для металлорежущих станков. Издание 4-е, исправленное и доп. Л., «Машиностроение», 1975 г. 656 с.
11. Родин П.Р "Геометрия режущей части сверла", Издательство "Техника" Киев-1971
12. Общемашиностроительные типовые нормы времени на изготовление режущего и измерительного инструмента – Москва: Машиностроение, 1975. – 705 с.
13. Котельников В. К. Приспособления для изготовления металлорежущего инструмента / В. К. Котельников. – Москва: Машиностроение, 1977. – 175 с

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

14. Вардашкин Б. Н. Станочные приспособления Том 1 / Б. Н. Вардашкин, А. А. Шатилова. – Москва: Машиностроение, 1984. – 592 с.
15. Шагун В. И. Режущий инструмент: Проектирование. Производство. Эксплуатация / В. И. Шагун. – г. Минск: ПИОН, 2002. – 496 с.

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Додаток А

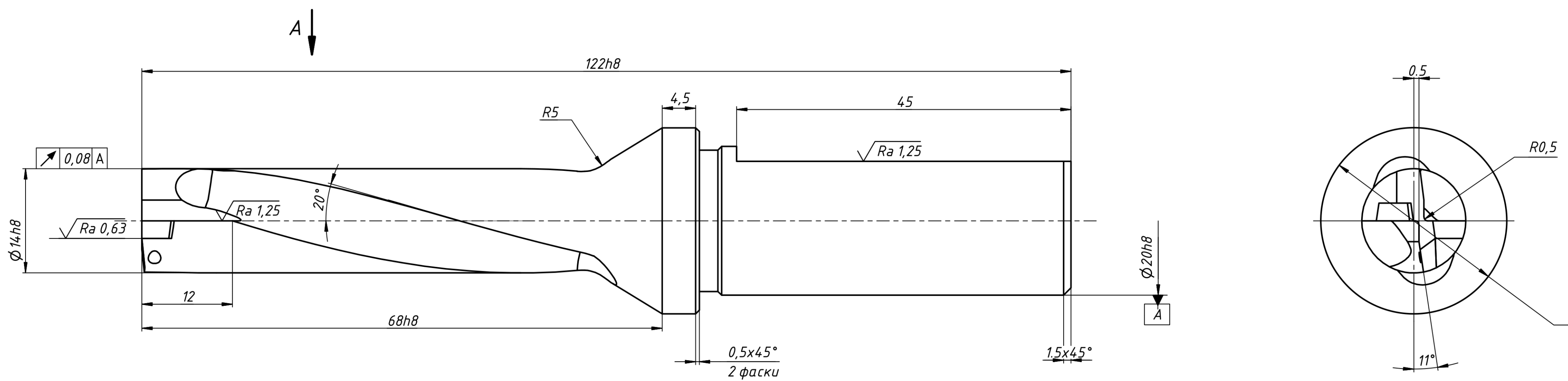
					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Додаток Б

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

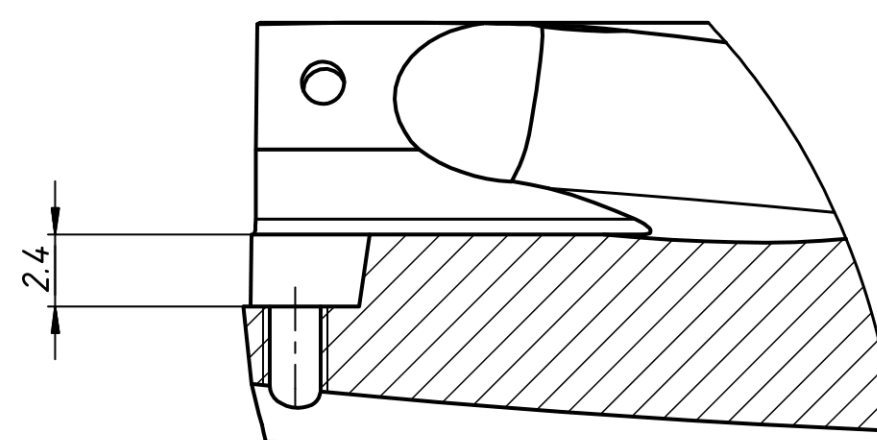
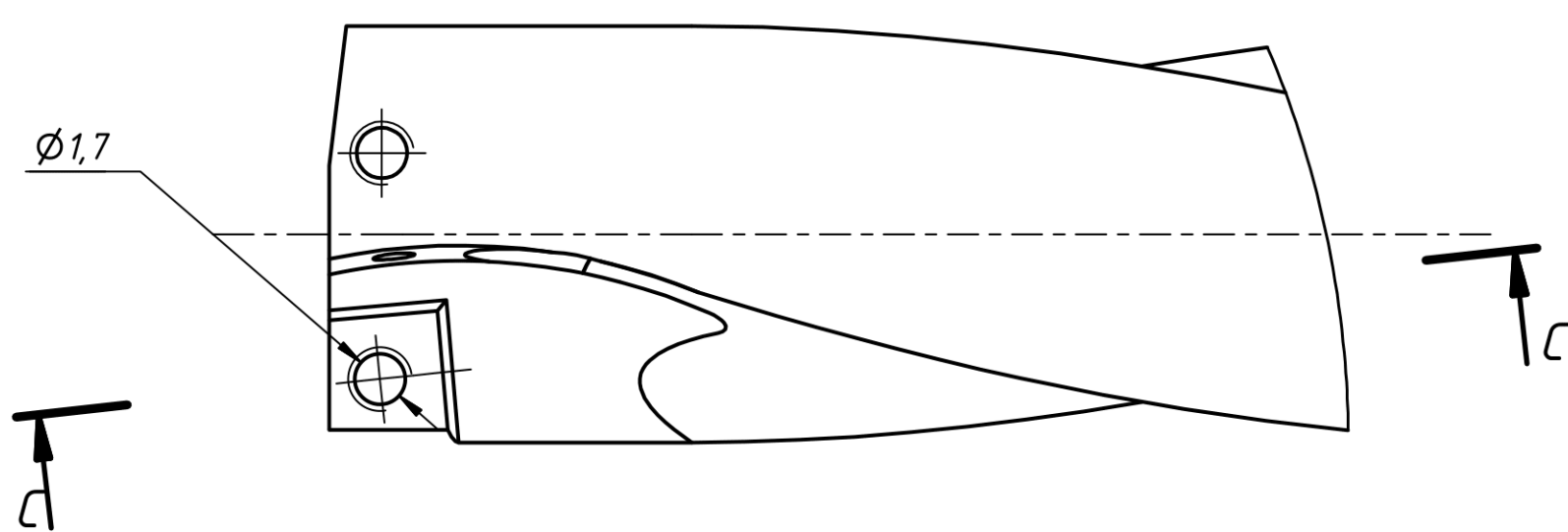
Додаток В

					ДПБ.МІ-4107.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57



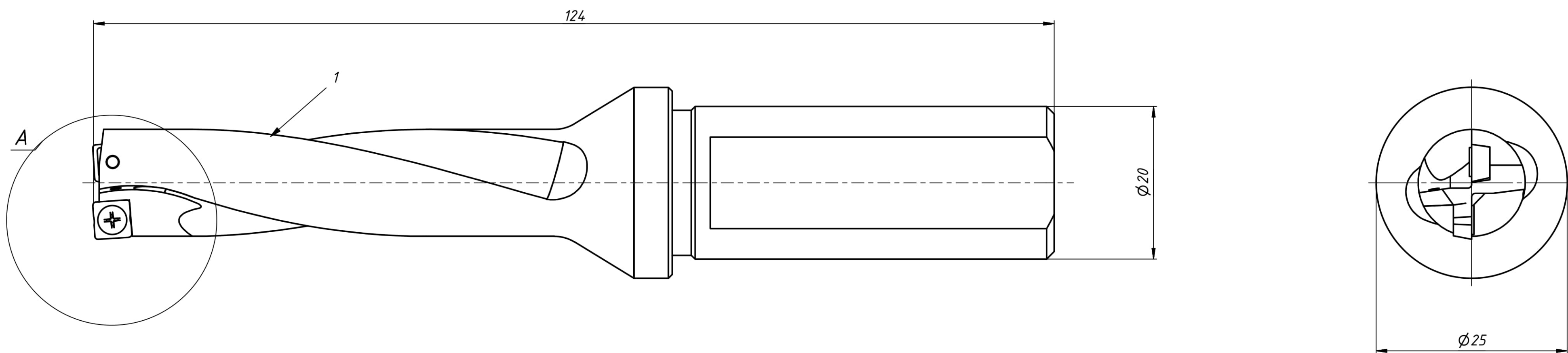
A (4:1)

C-C (4:1) Ø



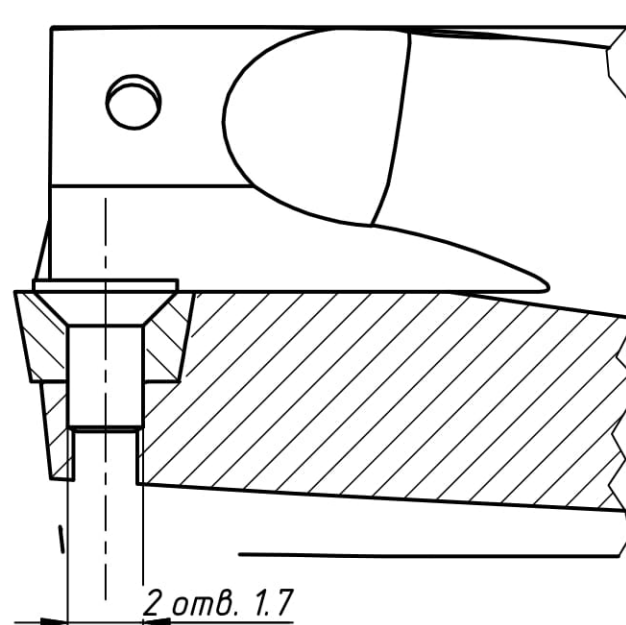
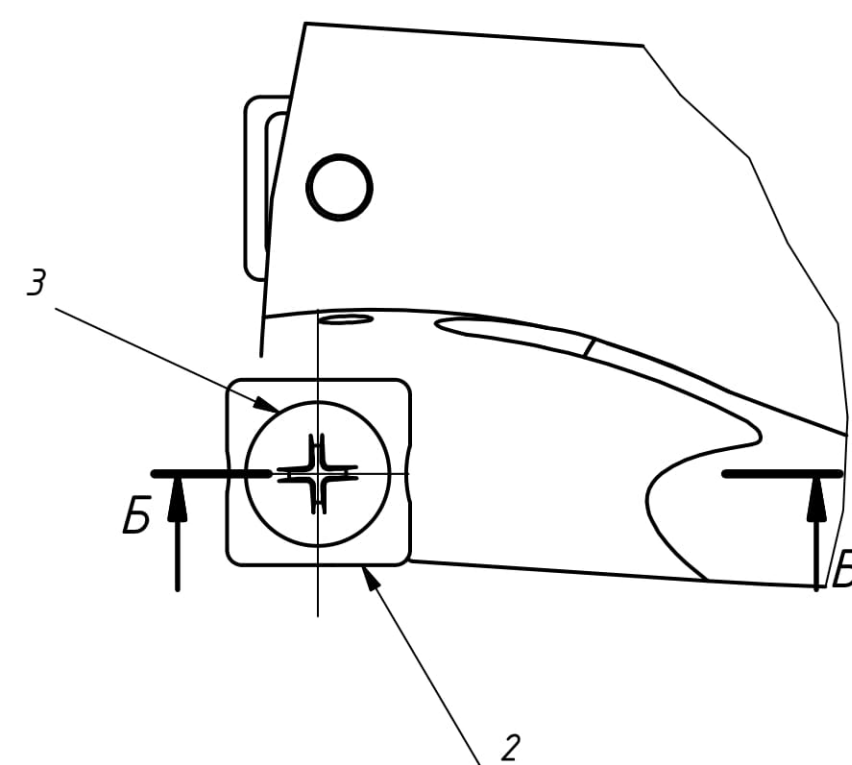
1. HRC 40...45.
2. H11, h11, ± $\frac{IT11}{2}$.
3. Нешліфвані поверхні після термічної обробки обробити термохімічним шляхом

				ДПБ.ММІ.МІ-4107.02.001				
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Корпус свердла	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Задвокин В. С.							2,5:1
Пров.	Корбут Е. В.					Лист	Листов	1
Т. контр.						Н199 "КП" ім. Сікорського", ММІ, МІ-41		
Н. контр.					Сталь 9ХС ГОСТ 5950-2000			
Утв.						Копировал Формат А2		



A (5:1) Ø

Б-Б (5:1)

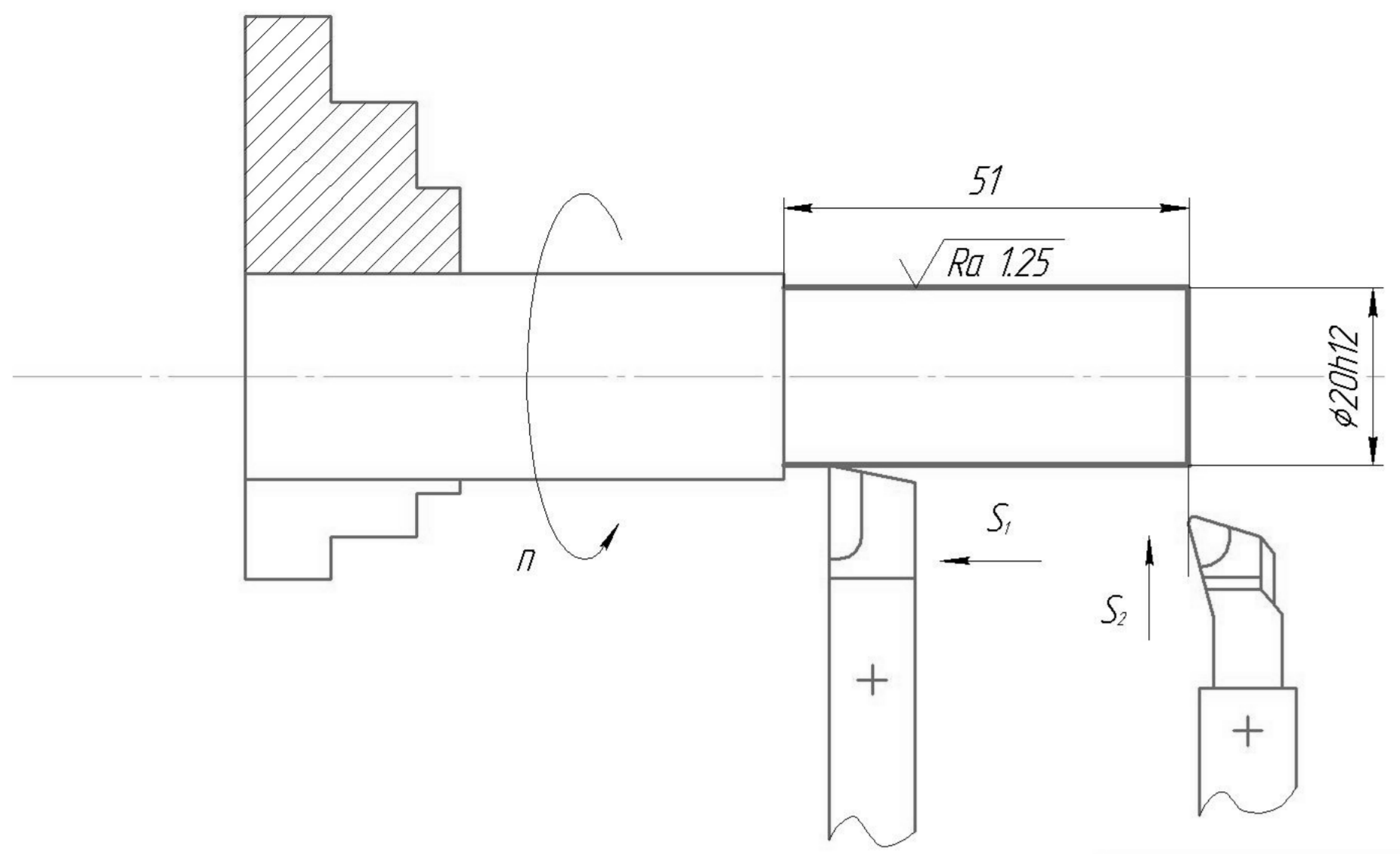


Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітки
Документація						
			Корпус свердла	ДПБ.ММІ.МІ-4107.02.001	1	
Деталі						
			1 Корпус свердла		1	
Стандартні вироби						
			2 Різальна пластина	SCMT-09T304 ГОСТ 27301	2	
			3 Гвинт	Винт 2.М2-6дх4 ГОСТ 17475-80	2	

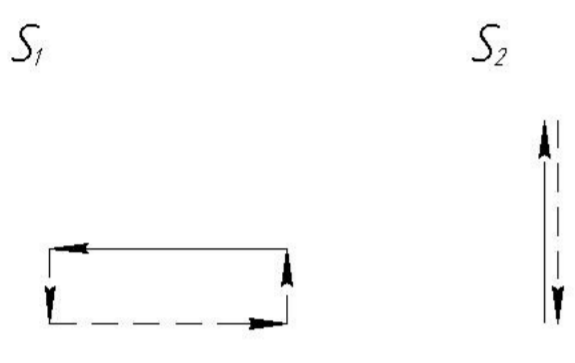
1. Матеріал корпусу - Сталь 9ХС ГОСТ 5950-2000.
2. Матеріал різальної пластини - ВК8 ГОСТ 3882-74.

				ДПБ.ММІ.МІ-4107.02.002СК				
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Свердло зі змінними різальними пластинами.	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Задвокин В. С.						0,2	2,5:1
Пров.	Корбут Е. В.					Лист	Листов	1
Т. контр.						Н199 "КП" ім. Сікорського", ММІ, МІ-41		
Н. контр.						Копировал Формат А2		
Утв.								

ДПБ.ММІ.МІ-4.107.03.001



Циклограми руху інструменту



№	Найменування операції	Найменування верстата та його модель	Інструмент	t, мм	S, мм/об	V, м/хв	n, об/хв
010	Токарна	Haas ST-10	Резець відомий ГОСТ 18880-73	1	0,2	75	1250
			Резець спеціальний ГОСТ 18878-73	1	0,2	65	1089

ДПБ.ММІ.МІ-4.107.03.001

Лист	Масштаб
1	1:1

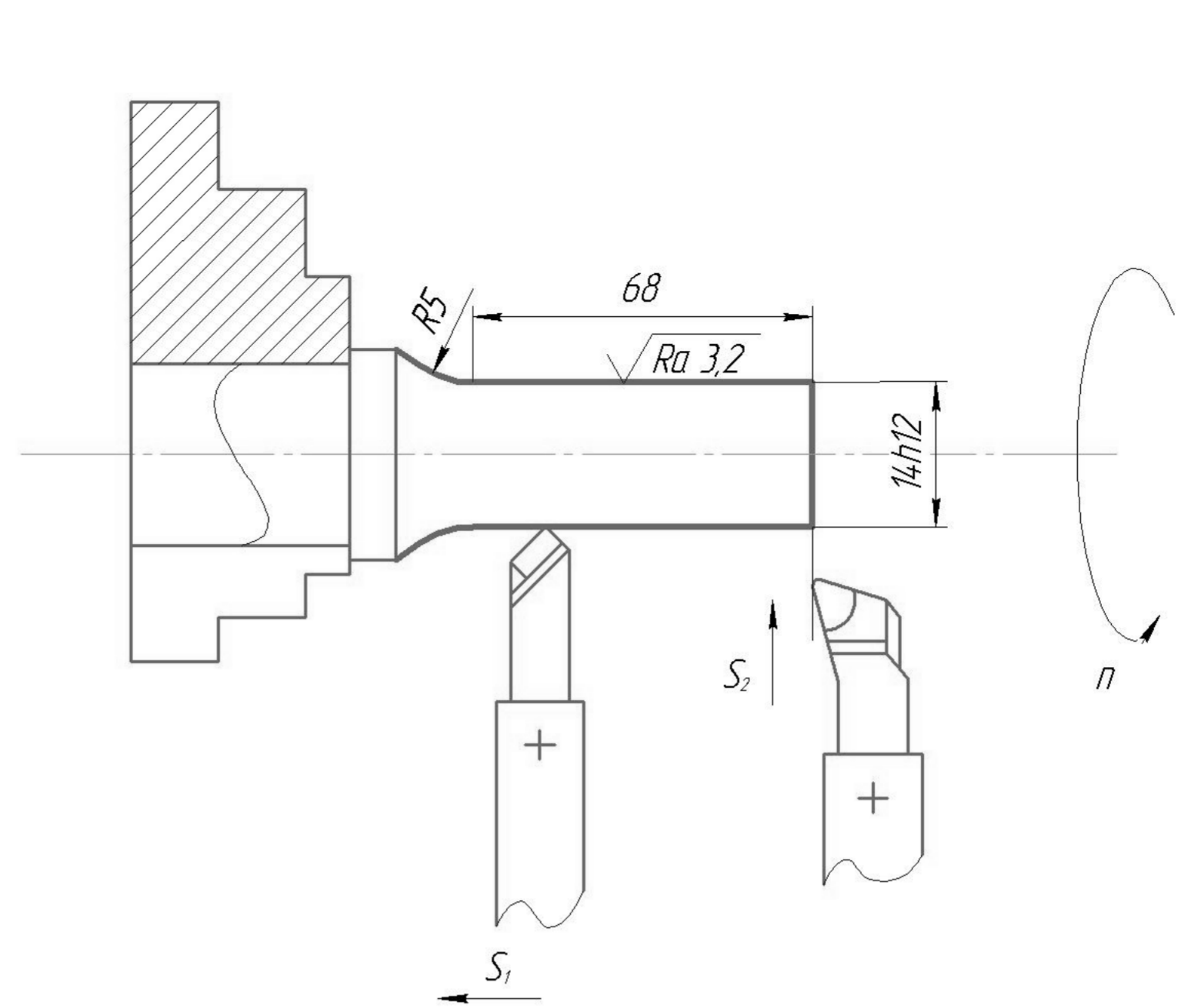
Графічне зображення технологічного процесу

Лист 1 Листов 1

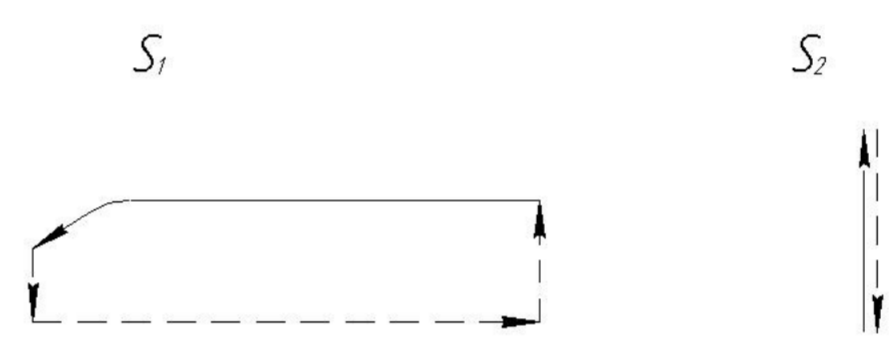
НТУУ "КПІ ім. І. Сікорського" ММ, М-47

Копіравал Формат А3

ДПБ.ММІ.МІ-4.107.03.002



Циклограма руху інструменту



№	Найменування операції	Найменування верстата та його модель	Інструмент	t, мм	S, мм/об	V, м/хв	n, об/хв
015	Токарна	Haas ST-10	Резець спеціальний ГОСТ 18878-73	1,4	0,6	106,8	2410

ДПБ.ММІ.МІ-4.107.03.002

Лист	Масштаб
1	1:1

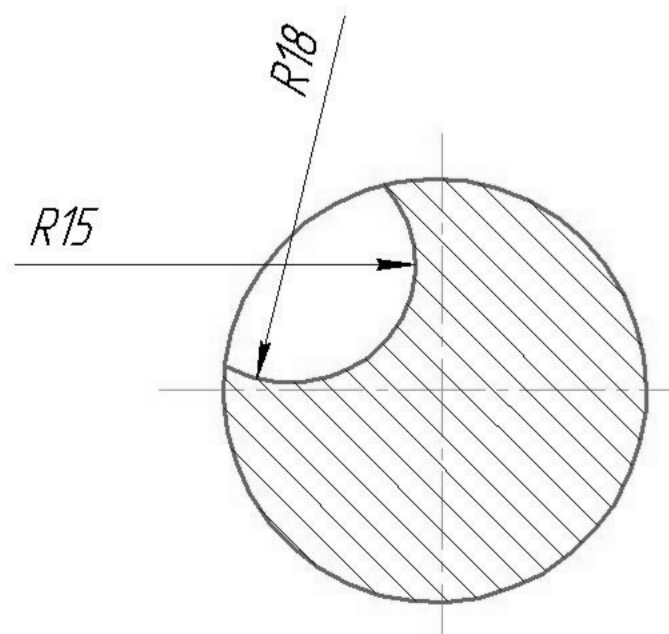
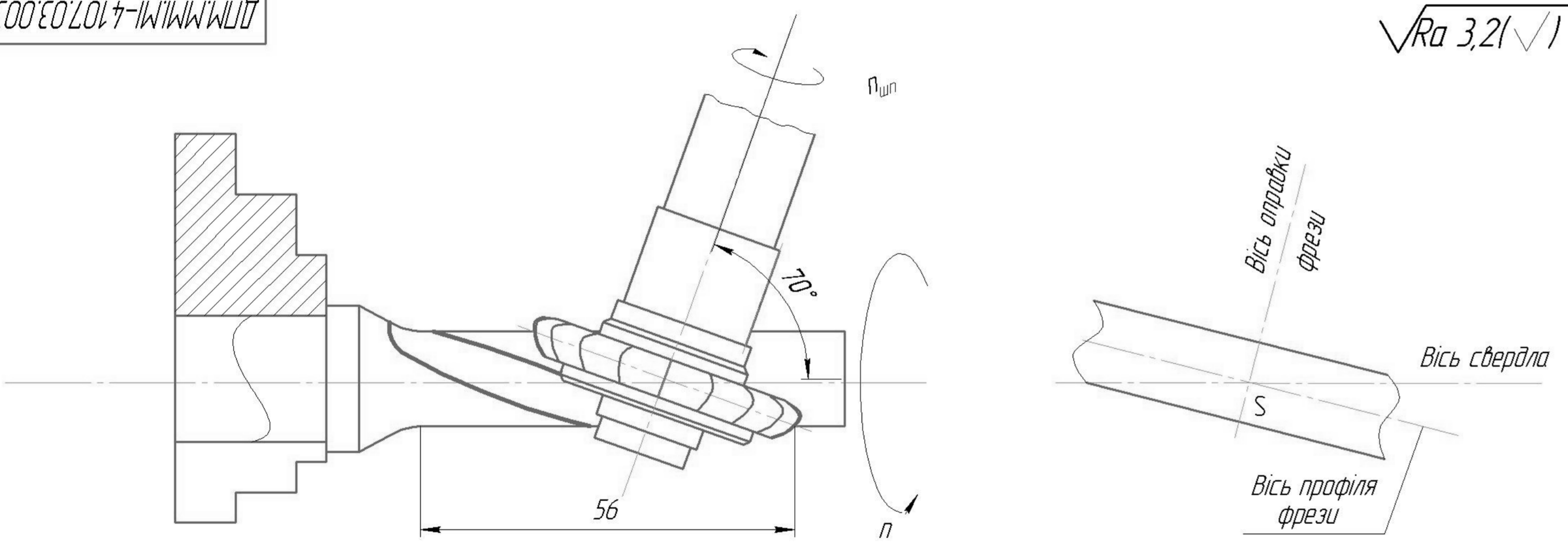
Графічне представлення технологічного процесу

Лист 1 Листов 1

НТУУ "КПІ ім. І. Сікорського" ММ, М-47

Копіравал Формат А3

ДПМ.ММІ.МІ-4.107.03.003



№	Найменування операції	Найменування верстата та його модель	Інструмент	t, мм	S, мм/об	V, м/хв	n, об/хв
025	Фрезерувальна	6T83Г	Дискава фреза D=80	4,5	0,25	125	500

ДПМ.ММІ.МІ-4.107.03.003

Лист	Масштаб
1	1:1

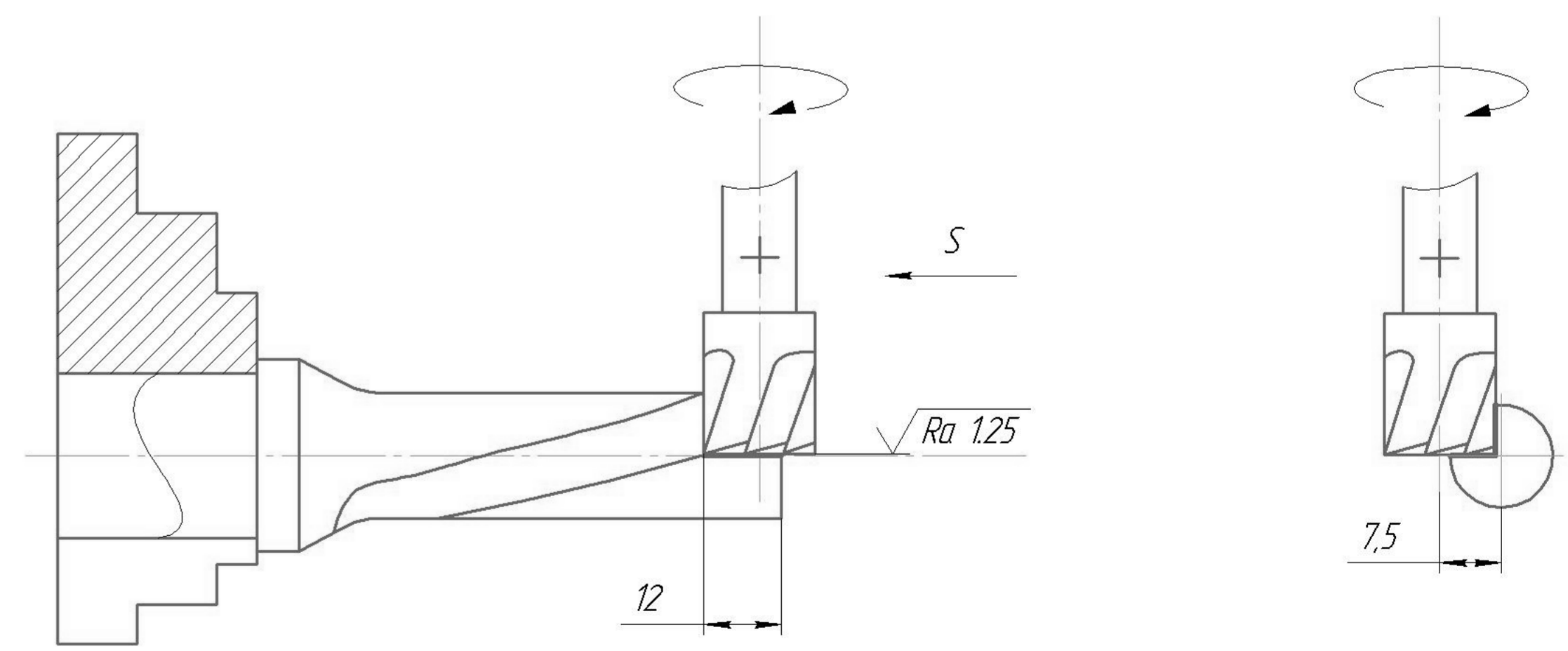
Графічне зображення технологічного процесу

Лист 1 Листов 1

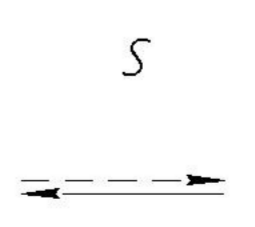
НТУУ "КПІ ім. І. Сікорського" ММ, М-47

Копіравал Формат А3

ДПБ.ММІ.МІ-4.107.02.004



Циклограма руху інструменту



№	Найменування операції	Найменування верстата та його модель	Інструмент	t, мм	S, мм/об	V, м/хв	n, об/хв
035	Фрезерувальна	SolidCRAFT CNC-3040	Кінцева фреза	0,5	0,18	315	2000

ДПБ.ММІ.МІ-4.107.02.004

Лист	Масштаб
1	1:1

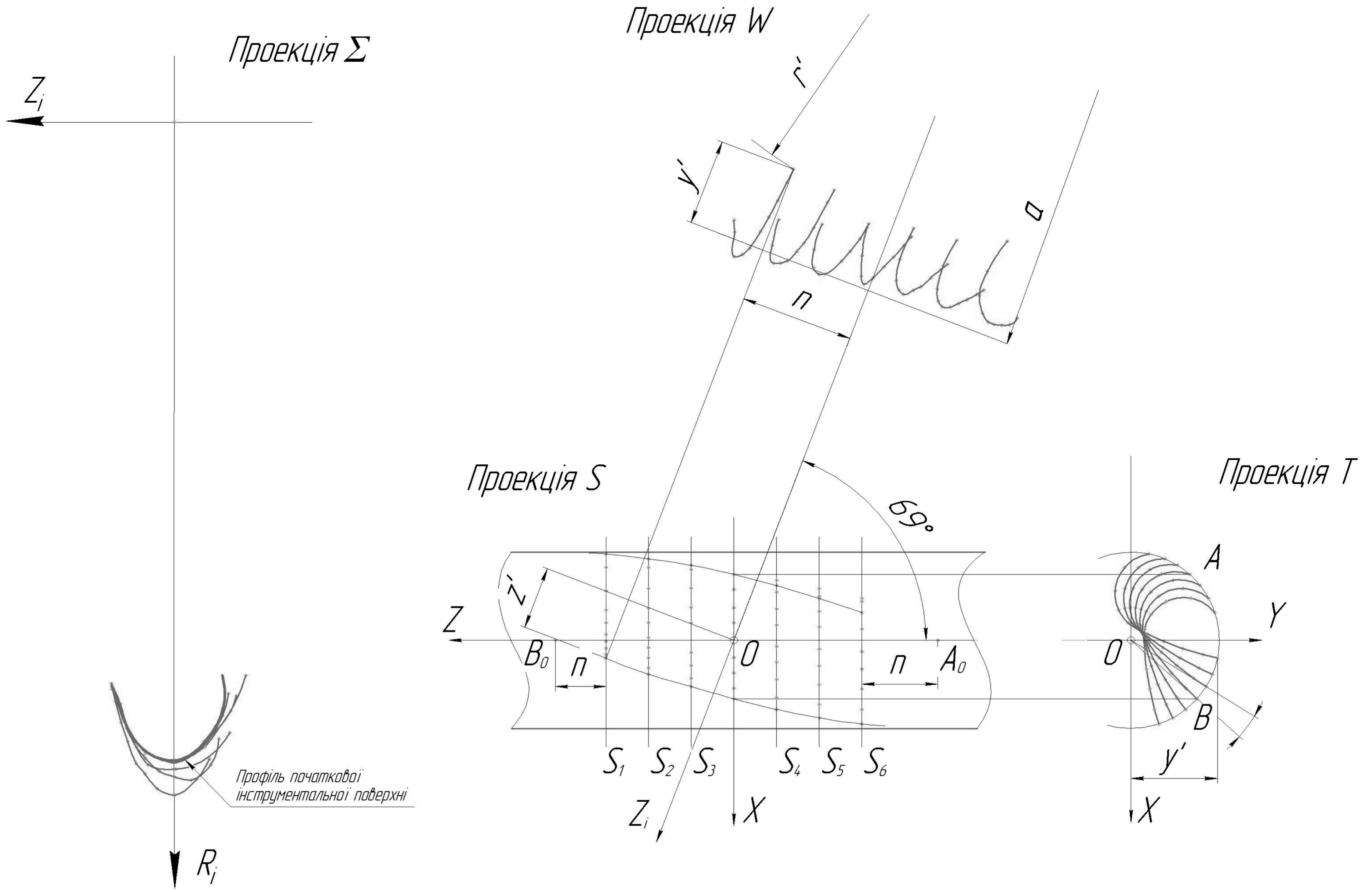
Графічне зображення технологічного процесу

Лист 1 Листов 1

НТУУ "КПІ ім. І. Сікорського" ММ, М-47

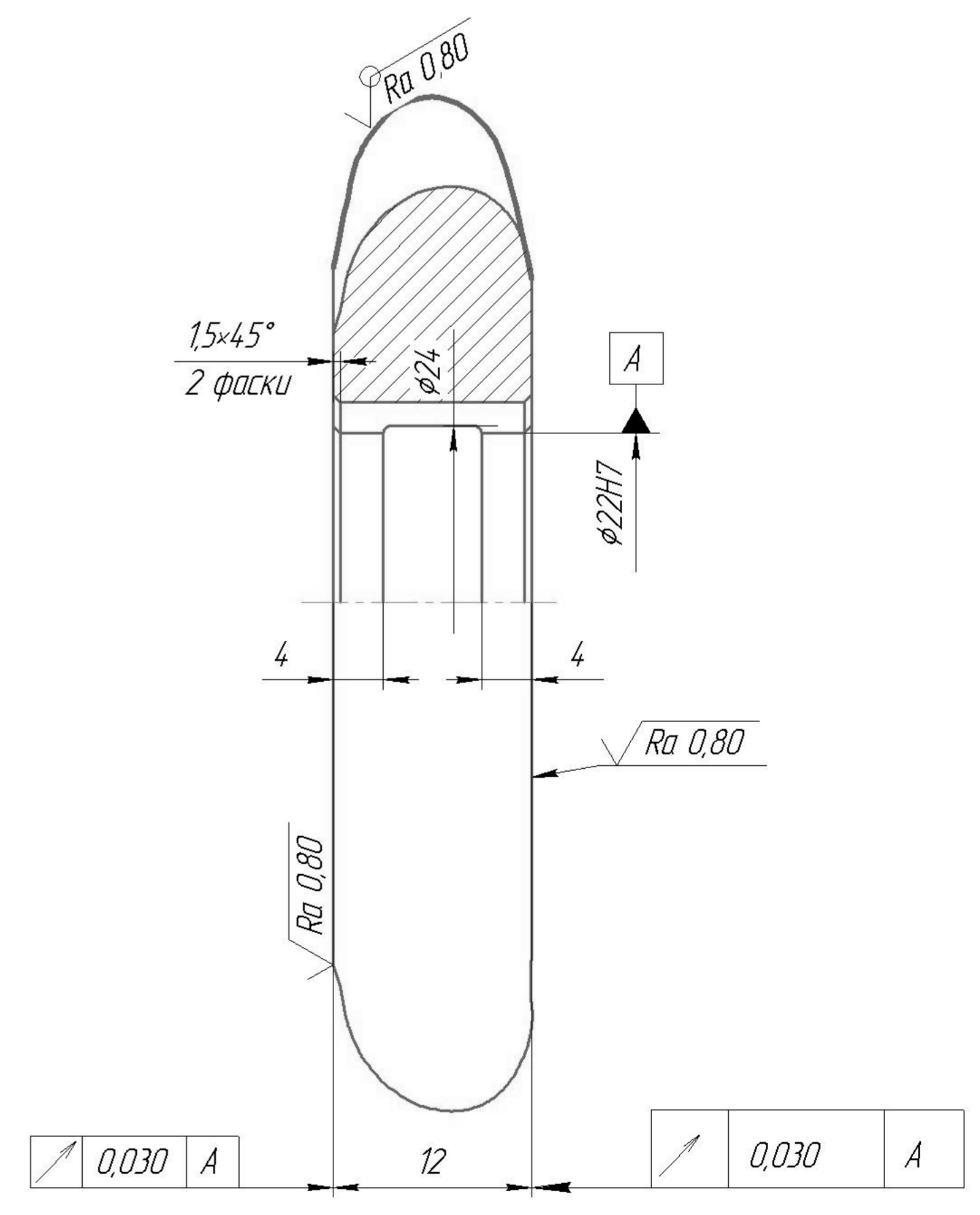
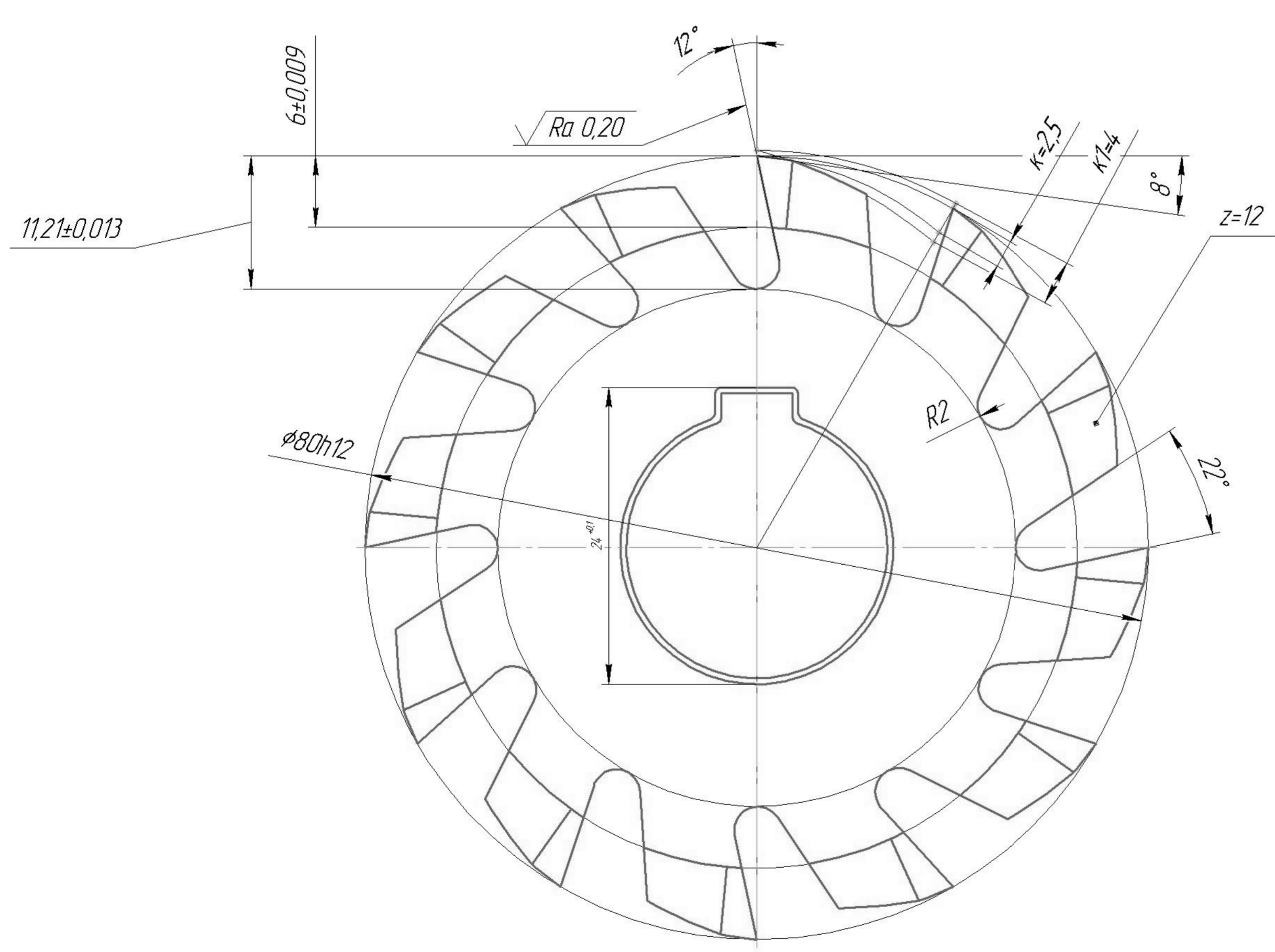
Копіравал Формат А3

Графоаналітичне профілювання інструменту другого порядку



ДПБ.ММІ.МІ-4104.02.002

$\sqrt{Ra\ 3,2}$ (✓)



1. HRC 63..66 ;
2. ДСТУ ISO 2768mK

Лист № докум. / Дата: / Підп. і дата: / Інв. № з/вн. / Назв. і дата: / Склад. №: / Серія, номер.

ДПБ.ММІ.МІ-4104.02.002				Лист	Масса	Масштаб
Фреза дискова фасонна				№		4:1
Сталь Р6М5 ГОСТ 19265-74				Лист	Листов	1
Копіював				ІНТУ "КП ім. І. Сікорського" ММІ М-41		
				Формат А2		

<i>MK</i>		
------------------	--	--