

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ

імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ

КАФЕДРА КОНСТРУЮВАННЯ МАШИН

До захисту допущено

Завідувач кафедри

Юрій ДАНИЛЬЧЕНКО

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ _____ ” _____ 2023 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 131 Прикладна механіка

на тему Проектування бура для видобутку гірських порід

Виконав студент групи _____

МІ-91

Шрамченко Антон Андрійович

(прізвище ім'я по батькові)

(підпис)

Керівник проекту _____

к.т.н., доц. Красновид Д.О

(вчена ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

КОНСУЛЬТАНТИ:

РЕЦЕНЗЕНТ:

_____ (посада, наукова 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 – 2024

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Механіко-машинобудівний інститут

Кафедра конструювання машин

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма «Інструментальні системи інженерного дизайну»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **Юрій ДАНИЛЬЧЕНКО**

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Шрамченко Антон Андрійович

1. Тема проєкту «Проектування бура для видобутку гірських порід», керівник проєкту Красновид Дмитро Олександрович доц., к.т.н, затверджені наказом по університету від «__» _____ 20__ р. № _____
2. Термін подання студентом проєкту _____
3. Вихідні дані до проєкту: відповідно до технічного завдання до проєкту
4. Зміст пояснювальної записки: Аналіз конструкції інструментів; Опис розробленої конструкції; Розробка маршруту виготовлення деталі «корпус бурової коронки» Технологічний розділ. Симуляція CAD/CAM систем
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): Огляд конструкції; корпус бурової коронки; 3-D модель бурової коронки, креслення бура; Технологічні переходи на операції; Креслення пристосувань, Лист ЧПК
6. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Аналіз конструкції інструментів		Плакат
2	Опис розробленої конструкції		Лист А1
3	Створення 3-D моделі деталі		Лист А1
4	Вибір інструментів та обладнання, розрахунок режимів різання		
5	Розробка пристосувань та симуляція CAD/CAM систем		Лист А1, Плакат
6	Розроблення креслень згідно ТЗ		Лист А1

Студент

Антон ШРАМЧЕНКО

Керівник

Дмитро КРАСНОВИД

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Юрій ДАНИЛЬЧЕНКО

"__" ____ "20__ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ ДО ПРОЕКТУ	
Тема проекту	Проектування бура для видобутку гірських порід
Зміст проекту	Аналіз конструкцій інструментів(бури для видобутку гірських порід); Розроблення процесу виготовлення бура для видобутку гірських порід; проектування пристосування для обробки; Симуляція в CAD/CAM системах процесу обробки деталі;
Технічні умови до проекту	Забезпечення міцності корпусу коронки для буріння, робота з високими температурами
Особливі вимоги	

ЛИСТ	ЗМІСТ ІЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРІАЛУ	
СП	Аналіз конструкцій та умов роботи бурів призначених для видобутку порід	
ОП	Об'єктом проектування є бур для видобутку гірських порід	
ТС	<p>Розроблення технологічного процесу виготовлення коронки для буріння гірських порід:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Маршрутна технологія виготовлення корпусу коронки для буріння гірських порід -Розрахунково- технологічні карти операцій 	
КС	<p>Конструкція бурової коронки, складальне креслення та креслення бура по видобутку гірських порід.</p> <p>Пристосування для фрезерування</p>	
СС	Розроблення керуючих програм для оброблення корпусу бурової коронки з застосуванням верстатів з ЧПК	
ДС		
Студент _____ Керівник _____	дата " __ " _____ "20__ р дата " __ " _____ "20__ р	
<p>Прийняті позначення:</p> <p>СП – стан питання</p> <p>ОП – об'єкт проектування</p> <p>ТС – технологічна складова</p>	<p>КС – конструкторська складова</p> <p>СС – спеціальна складова</p> <p>ДС – дослідницька складова</p>	

АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка дипломного проекту бакалавра на тему «Проектування бура для видобутку гірських порід» складається з 86 аркушів формату А4, містить 34 ілюстрацій. При написанні роботи використано 10 літературних джерел та веб-ресурсів.

Графічна частина роботи складається з 6 аркушів формату А1: Огляд конструкції бурів; корпус бурової коронки; 3-D бурової коронки; Технологічні переходи на операції; Креслення пристосувань, Лист ЧПК

Мета роботи – Розроблення та виготовлення бура для видобутку гірських порід

Ключові слова: Бур для гірських порід, 3D – модель бура.

ABSTRACT

Explanatory note of the bachelor's diploma project on the topic "Design of a drill for the design of mountain rocks" consists of 86 sheets of A4 format, containing 34 illustrations. When writing the work, 10 literary sources and web resources were used.

Graphical partial robotic storage of 6 boxes of A1 format: View constructions of drills; drill bit housing; 3-D drill bits; Technological transitions in operations; Drawings of devices, Sheet of the ČPK

The purpose of the work is the development and preparation of a drill bit for rock mining

Key words: Drill for rock, 3D model of the drill.

Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему:
«Проектування бура для видобутку гірських порід»

Київ – 2024 року

ЗМІСТ

Вступ	9
1 Аналіз конструкції інструмента	12
1.1 Варіанти конструкцій типів бурових коронок	12
1.2 Модифікації бурових коронок	17
1.3 Силовий розрахунок процесу буріння	20
2. Опис розроблюваної конструкції	23
2.1 Вибір та обґрунтування матеріалів конструкції	23
2.2. Вибір заготовки та її техніко-економічне обґрунтування	25
2.3 Проектування технологічних маршрутів оброблення поверхонь	27
3 Розроблення та представлення маршрутного технологічного процесу	28
3.1 Вибір обладнання, верстатних пристроїв	37
3.2 Вибір різальних та вимірювальних інструментів	42
3.3 Визначення припусків на механічну обробку	47
3.4 Розрахунок режимів різання	51
3.5.1 Розрахунок норм часу для операції 010	60
3.5.2 Нормування технологічних операцій аналоговим методом	63
4 Технологічний розділ	64
4.1 Розробка і розрахунок пристрою на оснащення 010 операції	64
4.2 Розрахунок затискних систем верстатних пристроїв	65
4.2.1 Розрахунок необхідної сили затиску заготовки	65
4.3.1 Розрахунок деталей пристосування точність	68

5. Симуляція обробки корпусу в CAD/CAM системах	70
Література	80
Додатки	

ВСТУП

Видобуток гірських порід – це складний процес, що вимагає використання спеціалізованого обладнання, серед якого ключове місце займають бури. Ці потужні інструменти не лише забезпечують доступ до різноманітних мінеральних родовищ, але й мають стратегічне значення у видобутку корисних копалин. Давайте розглянемо технології та принципи дії бурів у контексті видобутку гірських порід, розкриємо їхню важливість та вплив на промисловість.

Виробництво цих інструментів вимагає високих технологій, точності та ретельного розуміння умов експлуатації. Давайте заглибимося у світ процесу створення бурів, розглянемо важливість їхнього виготовлення та вплив на успішність гірничих операцій.

1.1 Варіанти конструкцій типів бурових коронок

Задача конструкторської розробки – бур для видобутку гірських порід являє собою різновид буріння, коли породоруйнуючий інструмент (долото), яким здійснюється заглиблення вибою у свердловині циліндричної форми, одержує обертання через колону бурильних труб від ротора бурового устаткування – роторне буріння.

- Збірна конструкція
- Змінні різальні елементи
- Незмінність структури керна при видобутку

Роторне буріння відноситься до класу обертового буріння, що являє собою буріння свердловин шляхом руйнування за рахунок обертання притиснутого до вибою породоруйнуючого інструмента (долота, бурової коронки). Для неглибоких свердловин буріння здійснюється шляхом передачі обертового моменту через штангу від бурового верстата до породоруйнуючого інструмента шарошкового або лопатевого типу. Обертання бурового інструмента в комбінації з ударом застосовують, наприклад., при обертально-ударному та ударно-обертальному бурінні. У залежності від глибини буріння потужність бурових установок, що використовуються для бурових установок, складає від декількох десятків кВт до декількох тисяч кВт.

Розглянемо схожі типи буріння на прикладі обертально-ударному та ударно-обертовому:

- обертально - ударне буріння - процес руйнування породи при бурінні шпурів і свердловин притиснутим до вибою буровим інструментом, що безперервно обертається, по якому періодично наносяться удари бойком.

Буріння здійснюється буровими каретками, на яких встановлюють потужні бурильні молотки, забезпечені гідравлічними маніпуляторами з ланцюговими і гвинтовими подаючими пристроями, а також мобільними буровими верстатами. Частота обертання інструмента при обертально - ударне

буріння складає

до 300 хв-1, осьове зусилля до 14 кН, частота ударів 2000- 4000 на хв., енергія диничного удару 20-40 Дж на 1 см діаметра інструмента. Швидкість роботи 1-2 м/хв, що значно вище, ніж у звичайного бурильного молотка. Застосовується для буріння шпурів при проведенні підземних виробок і для буріння свердловин при підземній відбійці міцних і сер. міцності руд

ударно-обертове буріння- спосіб буріння, при якому руйнування породи здійснюється шляхом нанесення ударів по породоруйнуючому інструменту, який безперервно обертається. Застосовується при веденні гірничих робіт для буріння шпурів і свердловин глибиною 25-50 м, діаметром 40-850 мм і при пошуках, розвідці родовищ. для буріння свердловин глибиною до 2000 м, та діаметром 59-151 мм. [1]

Роторний спосіб буріння свердловин має ряд переваг перед іншими методами. Серед них потрібно відзначити наступні:

- За продуктивністю перевищує решту: в п 'ять разів - ударний і в десять - вібраційний спосіб.
- Має високу швидкість виконання робіт.
- За рахунок застосування різноманітних знімних частот може застосовуватися на ґрунтах різної складності.
- Встановлення має компактні розміри, тому може функціонувати в обмеженому просторі.
- За рахунок можливості розташування на платформі агрегат цілком мобільний.
- Дає можливість буріння глибоких свердловин і забору води з тріщинуватого вапняку.
- Метод володіє хорошими якостями розтину водоноса.

- Дозволяє влаштовувати свердловини до двохсот сантиметрів у діаметрі.

Поряд з такими перевагами роторне буріння має такі мінуси:

- Необхідно обов'язково враховувати тип ґрунтів, щоб підібрати правильне доволото.
- Наявність супертвердих частинок породи на шляху може бути перешкодою, що вимагає застосування більш руйнуючих механізмів.
- Перешкодою може виступити глинистий ґрунт.
- Серйозна перешкода для проведення бурових робіт - мерзла земля.
- Потужність залежить від встановленого в даний момент ротора.
- Необхідність постійної наявності великої кількості рідини для промивання.



Рисунок 1.1 – Варіанти конструкцій типів бурових головок[1]
(а-лопатне долото, б-шарошечне долото, в- секторне(алмазне) долото)

А) Переваги та недоліки лопатного долота;

Переваги:

- висока ефективність при бурінні нафтових, газових та подібних свердловин;
- універсальна конструкція стосовно різних типів долот – уніфікація виробничого процесу, зниження собівартості;
- застосовність у будь-яких гірничо-геологічних умовах (у тому числі у винятково важких - при бурінні термальних та надглибоких свердловин);
- перспектива найвищої ліквідності та рентабельності, поширення інновації на світовому рівні;

Недоліки:

- інтенсивне зношування лопатей у зв'язку з безперервним контактом ріжучих і калібрують стовбур свердловини крайок лопатей долота із вибоєм і стінками свердловини;
 - звуження стовбура свердловини в процесі буріння через швидку втрату діаметра долота;
 - відносно високий момент, що крутить, на обертання долота;
- незадовільна центрованість на вибої, що призводить до інтенсивного мимовільного викривлення.

б) Переваги та недоліки шарошечного долота;

Переваги:

- зубці шарошки почергово і лише короткочасно взаємодіють із вибоєм, що з великої кількості робочих елементів забезпечує велику довговічність озброєння долота;
- можливість варіювання механізмом взаємодії долот із вибоєм, що дозволяє реалізувати найбільш ефективний спосіб руйнування гірської породи, - звідси широка гама типів долот для буріння порід від м'яких до найміцніших;

- використання опор кочення і ковзання дозволяє значно знизити момент, що крутить, необхідний для обертання долота на вибої.

Загальним недоліком всіх типів шарошечних доліт є утворення на вибої свердловини великої кількості пилу і, внаслідок цього, значна витрата енергії на руйнування породи

в) Переваги та недоліки алмазного долота;

- Основними перевагами алмазних доліт є хороша центрованість їх на вибої та формування круглого вибою (на відміну від трикутної із заокругленими вершинами форми вибою при бурінні шарошечними долотами).

- Істотним недоліком алмазних доліт є: по-перше, дуже низька механічна швидкість буріння. Максимальна механічна швидкість буріння зазвичай не перевищує 3 м/год. Для порівняння, максимальна механічна швидкість буріння шарошечними долотами склала близько 120 м/год. По-друге, алмазні долота мають вузьку область застосування (виключаються абразивні породи), і по-третє, пред'являються підвищені вимоги до попередньої підготовки стовбура та вибою свердловини.

Наступний інструмент, який цікавий з конструктивної точки зору – шнекові свердла.

Шнекові свердла (рисунок 1.2) - Це вироби, що складаються з труби, на яку навивається плоска сталева стрічка, що має, як правило, гострі ріжучі кромки.

Самі по собі шнеки різної конструкції широко застосовуються як у повсякденному житті, так і в промисловості, та будівництві. Найпоширенішим прикладом шнека є вал м'ясорубки, який виконується зі змінним кроком для виконання своїх специфічних функцій.

Основне призначення бурових шнеків - буріння отворів у ґрунтах різної щільності. Так, вони застосовуються виготовлення шурфів під час проведення вибухових робіт у кар'єрах.

1.2 Модифікації бурових коронок

Бури шнекові застосовуються для роботи з ґрунтами від 1 до 8 категорії. Залежно від характеру ґрунту застосовується інструмент із круглими скельними ріжучими частинами (скельні ґрунти) або з плоскими ножами для м'яких ґрунтів.

Розрізняються три модифікації бурів:

Однозахідні - ріжучі частини розташовані з одного боку від осі інструменту.

Застосовуються для буріння в м'яких породах I - III категорій і скельних породах III - IV категорій.

Двозахідні - ріжучі частини розташовані з двох сторін від осі інструменту.

Застосовуються для буріння в м'яких породах I - III категорій і скельних породах III - IV категорій з більш високим моментом, що крутить.

Прогресивний однозахідний — ріжучі частини розташовані складною кривою з перекриттям зон дії кожного різця. Таким чином, вирішується проблема розподілу навантаження на ріжучі частини.

Такий інструмент застосовується для буріння у скельних породах IV - VIII категорій. Є також двостороннє його виконання.

Переваги

- висока швидкість буріння;
- безперервне вилучення породи без необхідності витягувати інструмент;
- Можливість здійснювати роботу у відсутності промивання.

Недоліки:

- відносно невелика глибина буріння,
- Висока споживана потужність обертання масивної шнекової колони



Рисунок 1.2 бури шнекові[1]

З точки зору конструкції, ще цікавими є корончасті свердла (рисунок 1.3). Корончасті свердла - свердло у вигляді пустотілого циліндра з різальними крайками на одному з його торців. Таке свердло при свердлінні перетворює у стружку лише вузьку кільцеву частину матеріалу на периметрі отвору, що обробляється, залишаючи матеріал у середині.

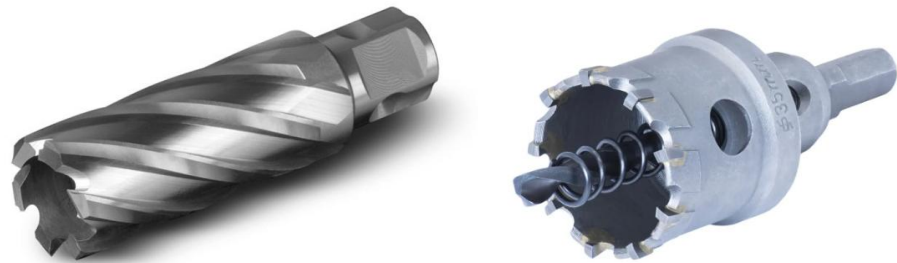
Корончасті свердла є альтернативою до менш ефективних, дорожчих і повільніших спіральних свердел. Корончасті свердла мають схожість з кільцевими пилками і коронками для буріння бетону, різниця полягає лише у матеріалі та геометрії різальних крайок. Корончасті свердла є продуктивнішими, простішими і точнішими, ніж звичайні спіральні свердла.

Корончасті свердла виготовляються у розмірах діаметра обробки від 12мм до 200 мм (і більших під замовлення). Типова довжина корончастого свердла становить 30мм, 55мм, 75мм та 110мм.

Недоліком корончастого свердла є неможливість свердління глухих отворів.

Отвори, виконані корончастим свердлом, мають меншу шорсткість поверхні і вищу точність, розмірів ніж отвори, виконані спіральним свердлом.

Охолодження корончастого свердла забезпечується подаванням мастильно-охолоджувальної рідини усередину свердла. Охолодження і змащення є важливими при свердлінні глибоких отворів.



а)

б)

Рисунок 1.3- Корончасті свердла[1]

(а- цільне, б- зі вставними ножами)

Бурові інструменти спеціального технологічного призначення



Рисунок 1.4 – Бурові інструменти спеціального призначення [1]

(а – врізне долото, б – фрезер кільцевий, в – фрезер забійний, г – калібратор колонний, д – калібратор наддолотний, е – металозловлювач)

Проаналізувавши існуючі конструкції бурів та бурових головок, а також переваги та недоліки можна зробити певні висновки, а саме:

1) у деяких з перерахованих варіантів важливим недоліком є неможливість видобутку стовпа ґрунту без змішування;

2) також важливим є неможливість фіксації видобутої породи за допомогою варіантів, яких не стосується проблема 1 пункту, а саме відсутність пристосування для фіксації видобутої породи.

1.3 Силовий розрахунок процесу буріння

Особливості роботи при роботі з певними ґрунтами. Силовий розрахунок процесу буріння.

При проведенні буріння на різних ділянках з різними умовами доводиться використовувати різні методики та підходи, таким чином вирізимо певні типи головок для робіт в різних умовах [2].

Желонка - це інструмент, призначений для буріння свердловин у сипучих ґрунтах (пісках), а також для очищення свердловини від шламу або дрібних уламків породи при бурінні твердих порід за допомогою долота.

Буровий стакан - призначений для буріння липких і м'яких порід, за структурою схожих і за типом глин (зволожених) з відбором зразка на вигляд стовпа керна.

Долото – пристосування, що використовують при бурінні скельних порід, порода руйнується ударами інструмента та окремо в подальшому видаляється зі свердловини.

Вертлюг – елемент бурової установи, що забезпечує вільне обертання бурильної колони з одночасним підведенням промивної рідини в неї.

При роторному методі буріння зразки витягувати не можливо, тому використовують колонкове буріння через це порода залишається всередині труби бурильної установки.

Продуктивність інструменту з твердосплавними пластинами

визначається технічними, технологічними та організаційними чинниками. Для кожного етапу буріння розраховуються параметри режимів буріння: осьова сила; частота обертання; витрата промивної рідини (у випадку наявності такої).

Осьова сила розраховується за формулою, даН:

$$C = C_{\text{пит}} m, \quad (1)$$

де $C_{\text{пит}}$ – питоме навантаження на один різець, даН, m – кількість різців. Питоме навантаження обирають з урахуванням міцності твердосплавних пластин, також залежить від категорії порід за рівнем складності буріння.

Частота обертання інструмента розраховується за формулою, хв^{-1} :

$$n = \frac{60 \cdot V_{\text{кол}}}{\pi \cdot D_c} \quad (2)$$

де $V_{\text{кол}}$ – колова швидкість руху різця, м/с; D_c – середній діаметр коронки, м, та розраховується за формулою:

$$D_c = \frac{D_3 + D_B}{2} \quad (3)$$

де D_3 та D_B – відповідно зовнішній та внутрішній діаметри колонки, м.

Видобуток порід розбит на групи за рівнем складності буріння, це необхідно враховувати при виборі типу твердосплавних пластин та режимів роботи. До групи порід IV–VIII категорій віднесені породи з меншою рекомендованою швидкістю буріння, ніж м'яких, значення промивання знижується і найголовнішим є осьове навантаження і частота обертання. При роботі в середовищах з наявністю абразивних часток слід зменшити частоту обертання та збільшити осьове навантаження (до рекомендованих максимальних значень). Колову швидкість приймають в межах 0,6...2,5 м/с, менші значення швидкості рекомендовані для абразивних, з тріщинами та переміжних за твердістю, а також неоднорідних за складом, а великі – для неабразивних, монолітних та однорідних за складом, а також будовою. При роботі з породами V–IX категорій варто використовувати промивну рідину або

пневматичну систему продувки. При роботі з м'якими породами I–IV категорій зазвичай промивну рідину не застосовують, а також використовують спеціальні клапани, керновідривачі та матеріали для заклинювання керна в трубах бурильної системи.[2]

Згідно з даними, описаними раніше, можна визначити параметри роботи (осьову силу та частоту обертання інструмента). Попередньо слід відзначити, що проєктована бурильна головка призначена для буріння піщаних порід низької твердості, з певною ймовірністю зустрічі інструмента з твердими частками. Також важливим моментом є розміри інструмента необхідні для розрахунків, а саме внутрішній та зовнішній діаметри головки – 31 та 104 мм відповідно. Кількість твердосплавних різальних елементів – 3.

Визначаємо осьову силу при роботі інструменту за формулою (1):

$$C = 40 \cdot 3 = 120 \text{ Н}$$

Визначаємо середній діаметр коронки за формулою (3), м:

$$D_c = \frac{104 + 31}{2} = 67,5 \text{ мм} = 0,0675 \text{ м}$$

Визначаємо частоту обертання інструмента за формулою (2), об/хв:

$$n = \frac{60 \cdot 0,8}{\pi \cdot 0,0675} = 226,5 \text{ об/хв}$$

Таким чином, проаналізувавши існуючі конструкції, які могли б задовольнити вимогам, ми можемо провести роботи по створенню власної конструкції, яка б виконувала всі поставлені задачі та була б актуальною при виконанні необхідних робіт в заданих умовах.

2 ОПИС РОЗРОБЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

2.1 Вибір та обґрунтування матеріалів конструкції

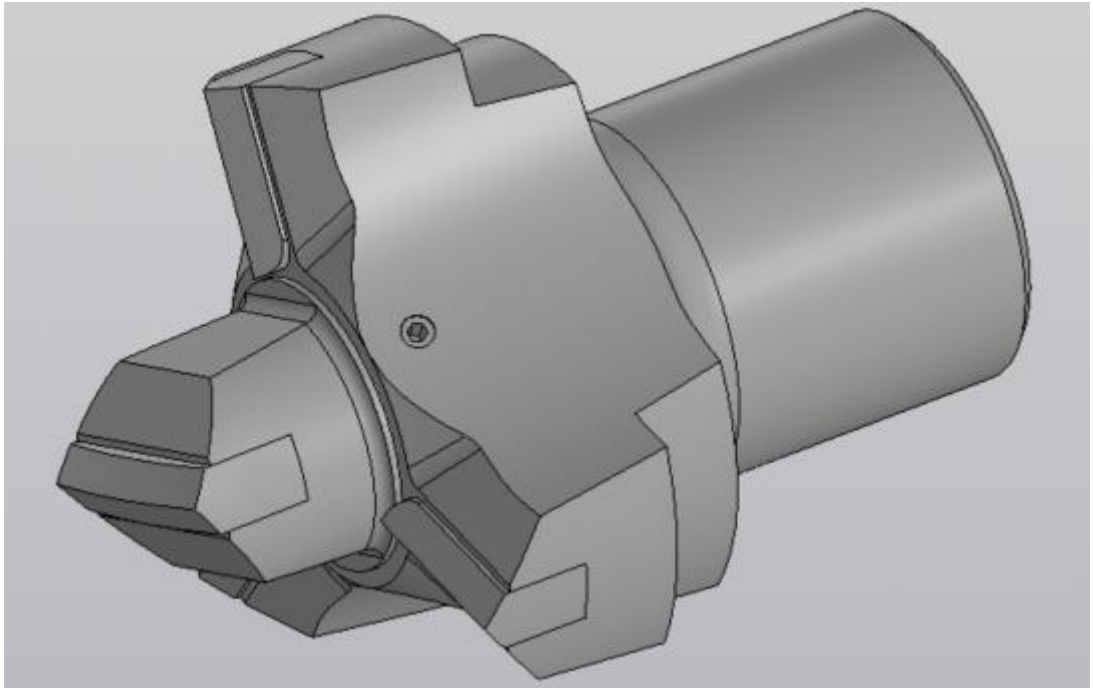


Рисунок 2.1 - 3D – модель бурової головки

Для виготовлення бурів, головок, корончастих свердл та їх робочих частин згадаємо матеріали з яких вони виконуються.

Наприклад, бурові коронки виготовляють різних сталей та сплавів, в якості ріжучих елементів використовують твердосплавні пластини (ВК6, ВК8, ВК6В та інші). Корпусні частини зі сталей (Ст.30, Ст.35, Ст.40) за рахунок цих матеріалів корпус має достатню міцність, добре змочується під час пайки та добре оброблюється.

Обов'язковою умовою при конструюванні шарошечних доліт є створення досить довговічних опор шарошок. З цією метою деталі, що труться, долота яких виконуються з високоякісних сталей і мають особливу термообробку, для утворення елементів опорно-рухового апарату спеціальних матеріалів.

Для виготовлення шарошечних коронок використовують сталі, наприклад (15НЗМА, 14ХНЗМА) для виготовлення тіл кочення використовують (55СМ5ФА)

Лопастні долота в залежності від конструкції та оснащення твердосплавним

матеріалом корпус яких виконується з високоміцних сталей, а ріжучі елементи виконуються з твердосплавного матеріалу.

Виходячи з отриманої інформації, в якості матеріалу корпусу обираємо Ст.35, а матеріал різальних елементів – ВК8. Матеріал корпусу використовується при виготовленні деталей з високою міцністю до ударних навантажень, твердість та низька пластичність, що може впливати на кручення під час роботи та низька вартість, тим самим її легко замінити. Таким чином, спираючись на характеристики Ст.35, можемо дійти висновку, що вона чудово підходить для умов роботи бурильного інструмента. А матеріал ВК8 був обраний в якості матеріалу різальних частин, як матеріал який чудово себе зарекомендував в гірничій справі при обертальному бурінні, перевірений роками та чудово підходить за своїми характеристиками для роботи в визначених умовах. Даний матеріал дозволить уникнути виходу зі строю інструмента у випадку попадання на більш тверду ділянку породи.

Ст. 35 Вуглецева якісна сталь конструкційна. Виготовляється у вигляді найрізноманітнішого металопрокату: від профілів із сортової та фасонної групи до дроту, поковок та стрічки. Прокат цієї сталі може поставлятися без термічної обробки, після контрольованої прокатки або нормалізації, а також з поліпшеною обробкою поверхні. Дана марка також застосовується для зварено-литих та зварено-кованих конструкцій.[3]

Таблиця 2.1 – Хімічні властивості Сталь 35[3]

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	As	N
0,32...0,4	0,17...0,37	0,5...0,8	≤0,035	≤ 0,03	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,25	≤ 0,08	≤ 0,008

Таблиця 2.2 – Фізико-механічні властивості Сталь 35

σ_b	σ_T	δ_5	ψ	KCU	Термообр.
МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
530	315	20	45	708	Відпал 800 - 900°C

Висновок: Матеріал Заготовки Сталь 35 забезпечує гарну стійкість при невеликих напруженнях, що дуже добре сприяє обробці в заданих умовах

2.2. Вибір Заготовки та її техніко-економічне обґрунтування

У сучасному машинобудуванні Заготовки виготовляються шляхом:

- лиття;
- пластичного деформування (кування, штампування тощо);
- відділення (відрізання від прокату, вирізання від листів тощо);
- методами порошкової металургії;
- комбінованими методами (окемі частини Заготовки виготовляються

вище зазначеними методами, а потім, наприклад, зварюються).

Більшість компонентів для виробництва машин виготовляються через лиття або пластичне деформування. При визначенні способу виготовлення слід урахувати матеріал, конструктивні особливості та умови роботи деталі в системі. Основним документом для проектування є креслення, де вказані матеріал та маса деталі, а також треба враховувати обсяг виробництва цих компонентів.

Заготовку будемо одержувати методом штампування по [4] .

Таблиця 2.2. Загальні припуски на обробку поверхонь деталі «корпус бурової коронки»[Складено автором]

Розмір деталі, мм	Точність розмірів, квалітет	Шорсткість R_a , мкм	Припуск на розміри заготовки, мм	Розмір заготовки, мм
135±0,5	Js10	6,3	7,5x2	150 ^{+0,5} _{-0,3}
Ø104 _{-0,035}	h7	1,6	5,5x2	115 ^{+0,5} _{-0,3}
Ø56 _{-0,074}	h9	3,2	4,5x2	65 ^{+0,5} _{-0,2}
Ø43 _{-0,025}	h7	1,6	36x2	115 ^{+0,5} _{-0,3}
Ø27,5 _{-0,013}	h6	0,63	13,75x2	0

Розрахункові дані штамповки:

Маса Заготовки: $m = 8,6 \text{ кг}$

Маса деталі отримана при моделюванні в Компас – 3D: 4,7 кг

Отже, коефіцієнт використання матеріалу $\frac{4,7}{8,6} = 0,55$

2.3. Проектування технологічних маршрутів оброблення поверхонь

Детальну конструкцію можна розбити на різні типові геометричні фігури, які мають визначені вимоги до точності та якості обробки поверхні згідно креслень. У машинобудівній практиці використовується накопичений досвід технологічних операцій для досягнення встановлених параметрів розмірів та шорсткості робочих поверхонь. Більшість технологічних посібників містять такі методи. Ці типові методи слід аналізувати й уточнювати при плануванні технологічних процесів. Точність обробки поверхонь, яку можна досягти, та їх шорсткість наведені в таблиці 2.4 для деталі «корпус бурової коронки», поверхні якої зображено на рисунку 2.4.

Таблиця 2.3 – Розрахунок міжопераційних розмірів

Розміри деталі, вид обробки	Точність розмірів, квалітет	Шорсткість поверхні, Ra, мкм	Операційний припуск, мм	Міжопераційний розмір, мм
Ø104 _{-0,035}				
Шліфування н/ч	h7	1,6	0,05x2	Ø104 _{-0,035}
Точіння чистове	h8	2,5	0,2x2	Ø104,1 _{-0,054}
Н/ч точіння	h10	6,3	1,75x2	Ø104,5 _{-0,14}
Точіння попереднє	h12	12,5	3,5x2	Ø108 _{-0,35}
Заготовка	R _z 20			Ø115 ^{+0,5} _{-0,3}
Ø56 _{-0,074}				
Точіння остаточне	h9	3,2	0,25x2	Ø56 _{-0,074}
Н/ч точіння	h10	6,3	1,25x2	Ø56,5 _{-0,12}
Точіння попереднє	h12	12,5	3,0x2	Ø59 _{-0,3}
Заготовка	R _z 20			65 ^{+0,5} _{-0,2}
Ø43 _{-0,025}				
Шліфування н/ч	h7	1,6	0,1x2	Ø43 _{-0,025}
Точіння остаточне	h8	3,2	0,4x2	Ø43,2 _{-0,039}
Н/ч точіння	h10	6,3	10,5x2	Ø44 _{-0,1}
Точіння попереднє	h12	12,5	25,0x2	Ø65 _{-0,3}
Заготовка	R _z 20			Ø115 ^{+0,5} _{-0,3}
Ø27,5 ^{+0,013}				

Розміри деталі, вид обробки	Точність розмірів, квалітет	Шорсткість поверхні, Ra, мкм	Операційн ий припуск, мм	Міжопераційний розмір, мм
Шліфування чистове	H6	0,63	0,05x2	$\varnothing 27,5^{-0,013}$
Шліфування н/ч	H7	1,6	0,2x2	$\varnothing 27,4^{+0,021}$
Розточування остаточне	H8	3,2	0,2x2	$\varnothing 27^{+0,033}$
Н/ч Розточування	H10	6,3	0,8x2	$\varnothing 26,6^{+0,084}$
Розточування попереднє	H12	12,5	2,5x2	$\varnothing 25^{+0,21}$
Свердлення	H14	12,5	10x2	$20^{+0,3}$
Заготовка	R _z 20			0

3. РОЗРОБЛЕННЯ ТА ПРЕДСТАВЛЕННЯ МАРШРУТНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Ключовим етапом є упорядкування послідовності обробки поверхонь деталі. Основним документом для цього етапу є креслення деталі, де визначено класифікацію поверхонь відповідно до їх функцій. Цей етап визначає основу для розробки технологічних операцій, оскільки кожна операція залежить від обраних шляхів обробки поверхонь та можливостей верстатів.

Загальний алгоритм обробки поверхонь, виник з наукових досліджень та аналізу практичного досвіду застосування технологічних процесів у виробництві. Ця послідовність включає такі кроки:

- Початкова обробка базових поверхонь перед наступними операціями.
- Рання обробка потенційно дефектних поверхонь для виявлення та виправлення дефектів, що зменшить витрати на обробку.
- Обробка поверхонь з максимальним обсягом матеріалу або з найбільшим припуском на початкових етапах.
- Заключна обробка найбільш важливих поверхонь на останніх етапах для коригування попередніх похибок та уникнення непередбачених пошкоджень.
- Обробка поверхонь з урахуванням їх просторового розташування разом.
- Обробка кріпильних поверхонь після завершення обробки основних поверхонь для забезпечення правильності розташування кріплення.

- Планування послідовності операцій так, щоб кількість інструментів не перевищувала ємність інструментального магазину верстата.

- Включення етапів контролю між операціями для особливо важливих етапів та після завершення процесу.

При розробці технологічного процесу виготовлення деталі 'Бур складений' були враховані всі вимоги цього алгоритму.

ОПЕРАЦІЙНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ «Корпус бурової коронки»

005 Заготівельна

1. Виготовити штамповку згідно креслення

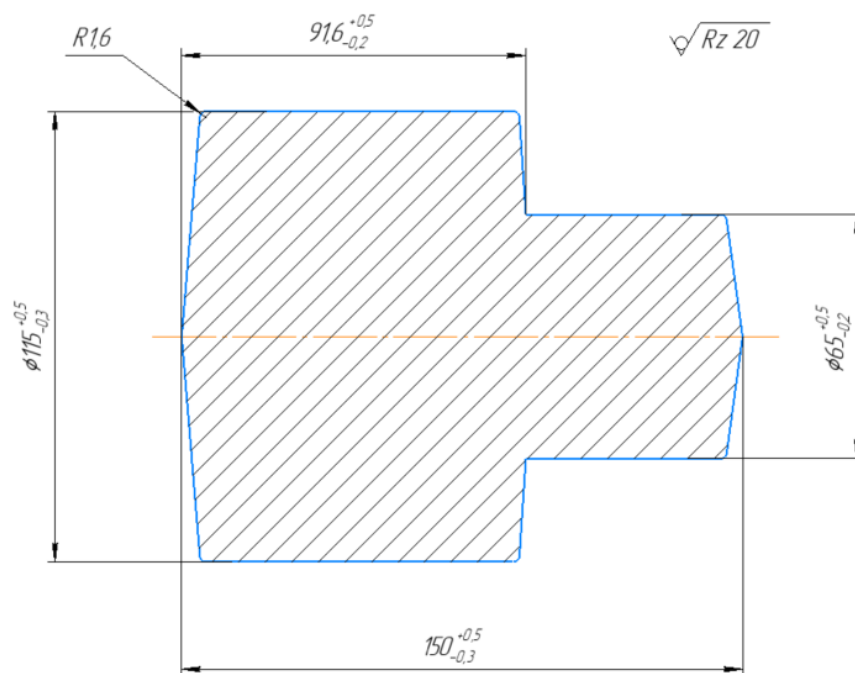
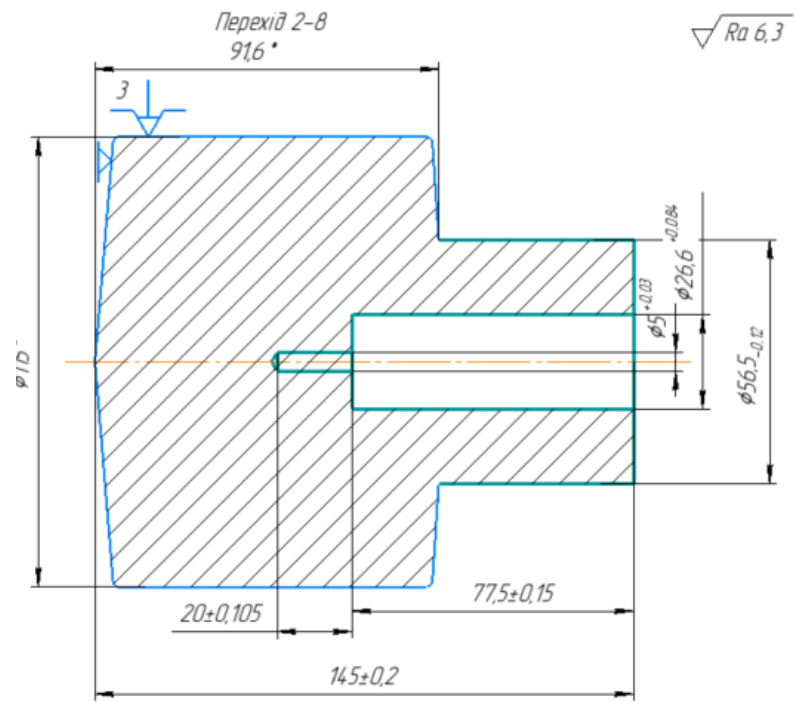


Рисунок 2.4 – операційний ескіз операції 005

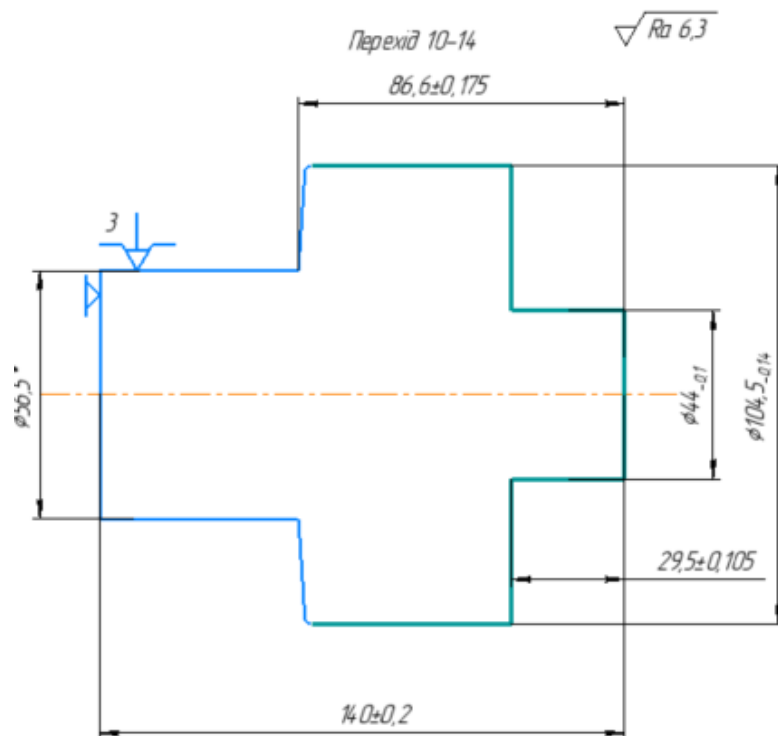
010 Токарна з ЧПК Comak 360

- 1 Установити, закріпити, зняти.
- 2 Підрізати торець в розмір $145 \pm 0,2$ мм згідно креслення по програмі.
- 3 Точити начорно поверхню $\varnothing 59_{-0,3}$ мм витримуючи розмір $91,6_{-0,2}^{+0,5}$ мм згідно креслення по програмі.

- 4 Точити н/ч поверхню $\varnothing 56,5_{-0,12}$ мм витримуючи розмір $91,6_{-0,2}^{+0,5}$ мм згідно креслення по програмі.
- 5 Свердлити отвір $\varnothing 20^{+0,3}$ мм на довжину $75 \pm 0,15$ мм згідно креслення по програмі;
- 6 Свердлити отвір $\varnothing 5^{+0,03}$ мм на довжину $20 \pm 0,105$ мм витримуючи розмір $75 \pm 0,15$ мм згідно креслення по програмі;
- 7 Розточити отворів в розмір $\varnothing 25^{+0,21}$ мм витримуючи розмір $75 \pm 0,15$ мм згідно креслення по програмі.
- 8 Розточити отворів в розмір $\varnothing 26,6^{+0,084}$ мм витримуючи розмір $75 \pm 0,15$ мм згідно креслення по програмі.
- 9 Перевстановити
- 10 Підрізати торець в розмір $140 \pm 0,2$ мм згідно креслення по програмі.
- 11 Точити начорно поверхню $\varnothing 108_{-0,35}$ мм витримуючи розмір $86,6 \pm 0,175$ мм згідно креслення по програмі.
- 12 Точити н/ч поверхню $\varnothing 104,5_{-0,14}$ мм витримуючи розмір $86,6 \pm 0,175$ мм згідно креслення по програмі.
- 13 Точити начорно поверхню $\varnothing 65_{-0,3}$ мм витримуючи розмір $29,5 \pm 0,105$ мм згідно креслення по програмі.
- 14 Точити н/ч поверхню $\varnothing 44_{-0,1}$ мм витримуючи розмір $29,5 \pm 0,105$ мм згідно креслення по програмі.



* - Розміри для довідок



* - Розміри для довідок

Рисунок 2.5 – операційний ескіз операції 010

015 Термічна. Піч термічна

1. Гартування та відпуск

020 Токарна з ЧПК Cormak 360

1. Установити, закріпити, зняти.
2. Підрізати торець в розмір $137,5 \pm 0,2$ мм з утворенням фаски $2 \times 45^\circ$ згідно креслення по програмі.
3. Точити начисто поверхню $\varnothing 56_{-0,074}$ мм на довжину $58 \pm 0,15$ мм з утворенням скруглення R8, згідно креслення по програмі.
4. Розточити начисто отвір в розмір $\varnothing 25^{+0,21}$ мм витримуючи розмір $80 \pm 0,15$ мм з утворенням уступа $\varnothing 30^{+0,21}$ на довжину 5 мм згідно креслення по програмі.
5. Перевстановити
6. Підрізати торець в розмір $135 \pm 0,2$ мм з утворенням фаски $10 \times 45^\circ$ згідно креслення по програмі.
7. Підрізати торець в розмір $47 \pm 0,125$ мм з утворенням фасок $2,5 \times 45^\circ$ та $10 \times 45^\circ$ згідно креслення по програмі.
8. Точити начисто поверхню $\varnothing 43,2_{-0,039}$ мм на довжину $30 \pm 0,15$ мм з утворенням скруглення R2,5, з утворенням фаски $10 \times 45^\circ$ згідно креслення по програмі.
9. Точити начисто поверхню $\varnothing 104,1_{-0,054}$ мм на довжину $47 \pm 0,125$ мм з утворенням фаски $2,5 \times 45^\circ$ згідно креслення по програмі.

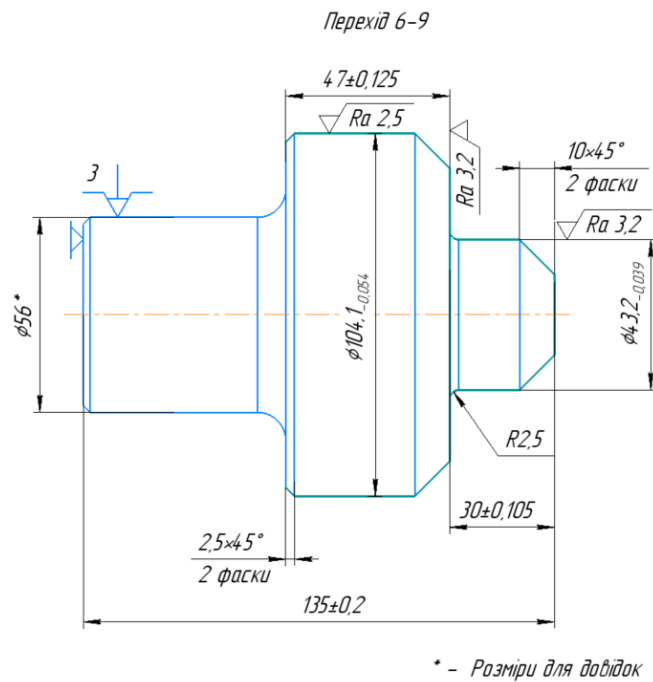
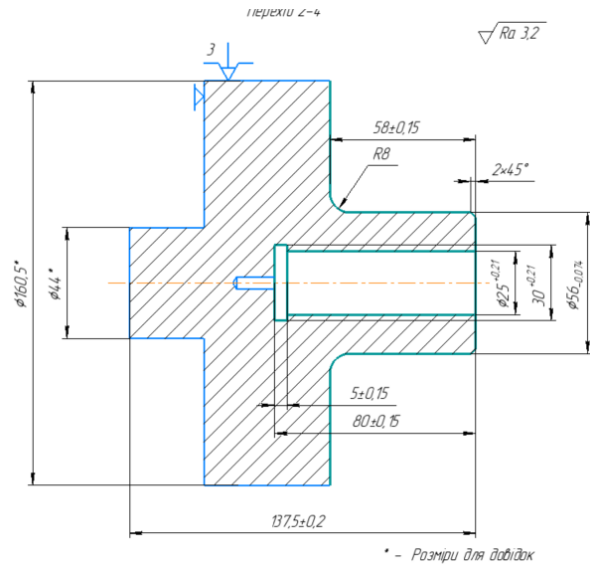


Рисунок 2.6– операційний ескіз операції 020

025 Свердлильно – фрезерувальна з ЧПК Bernardo BFM 180

- 1 Установити, закріпити, зняти
- 2 Свердлити 3 отвори під різьбу М5 на прохід витримуючи розмір $17,5\pm 0,09$ мм згідно креслення по програмі з переворотом на 120° .
- 3 Нарізати різьбу М5 на довжину $7\pm 0,18$ витримуючи розмір $17,5\pm 0,09$ мм згідно креслення по програмі з переворотом на 120° .
- 4 Перевстановити

5 Фрезерувати зовнішню поверхню $\varnothing 104,1_{-0,054}$ мм радіусом R55 скорегованого відносно отвору M5 3 рази з переворотом на 120° витримуючи розмір $25,9 \pm 0,105$ мм.

6 Фрезерувати 3 пази шириною $10_{-0,025}^{+0,003}$ мм на глибину $15 \pm 0,0215$ мм витримуючи розмір $27 \pm 0,026$ мм та $\varnothing 43,2^*$ мм

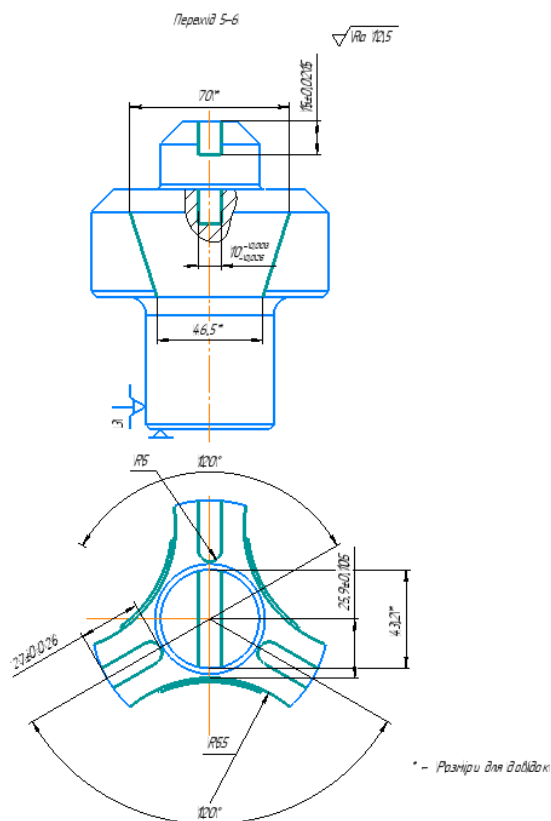
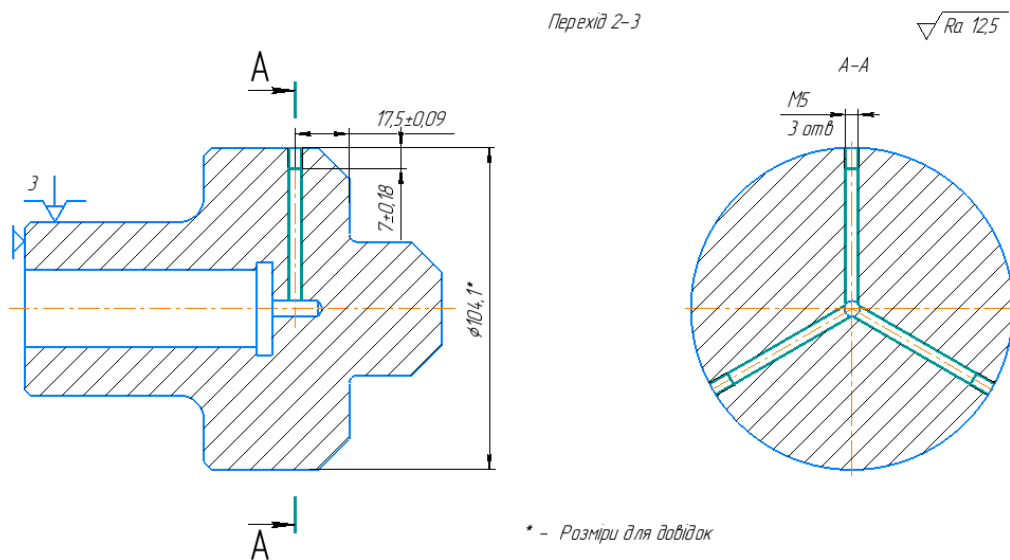


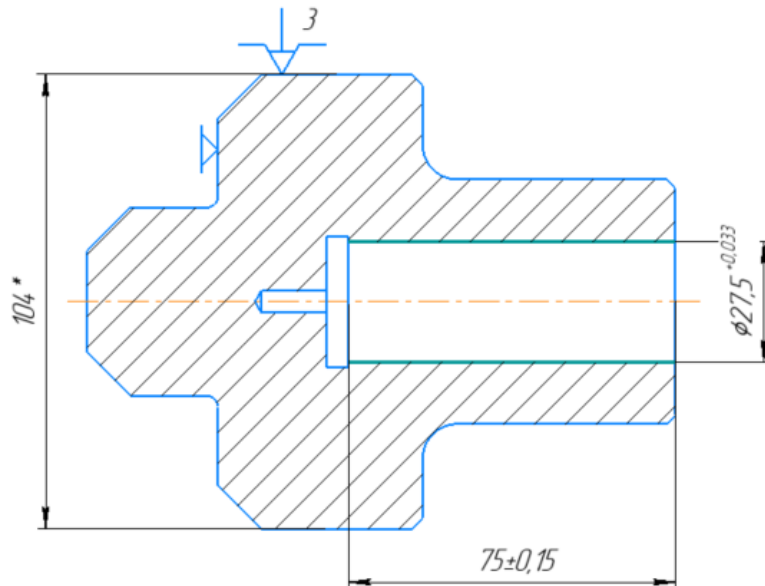
Рисунок 2.7 – операційний ескіз операції 025

030 Контрольна

- 1 Контролювати округлення R55 та пази шириною $10_{-0,025}^{-0,003}$ мм

035 Внутрішньошліфувальна з ЧПК JHI-150NC

- 1 Установити, зняти, закріпити
- 2 Шліфувати н/ч отвір в розмір $\varnothing 27,4^{+0,021}$ мм витримуючи розмір $75 \pm 0,15$ мм згідно креслення по програмі.
- 3 Шліфувати начисто отвір в розмір $\varnothing 27,5^{+0,013}$ мм витримуючи розмір $75 \pm 0,15$ мм згідно креслення по програмі.



* - Розміри для довідок

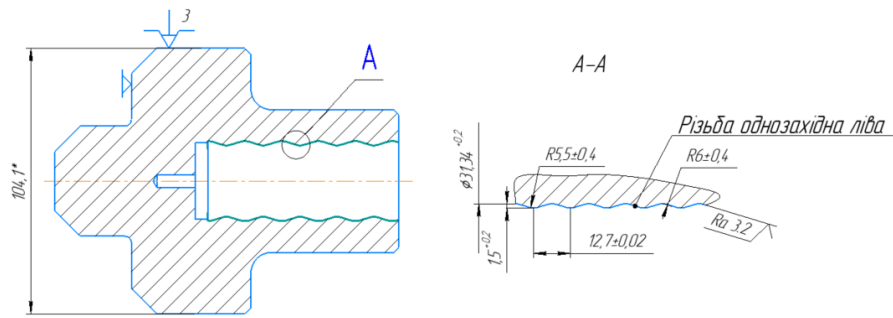
Рисунок 2.8 – операційний ескіз операції 035

040 Слюсарна

- 1 Зняти гострі кромки після фрезерування

045 Токарна з ЧПК Comak 360

1. Встановити, закріпити, зняти
- 2 Точити одно західну ліву хвильову поверхню витримуючи крок $12,7 \pm 0,02$ мм та $\varnothing 31,34^{+0,2}$ мм згідно креслення по програмі.

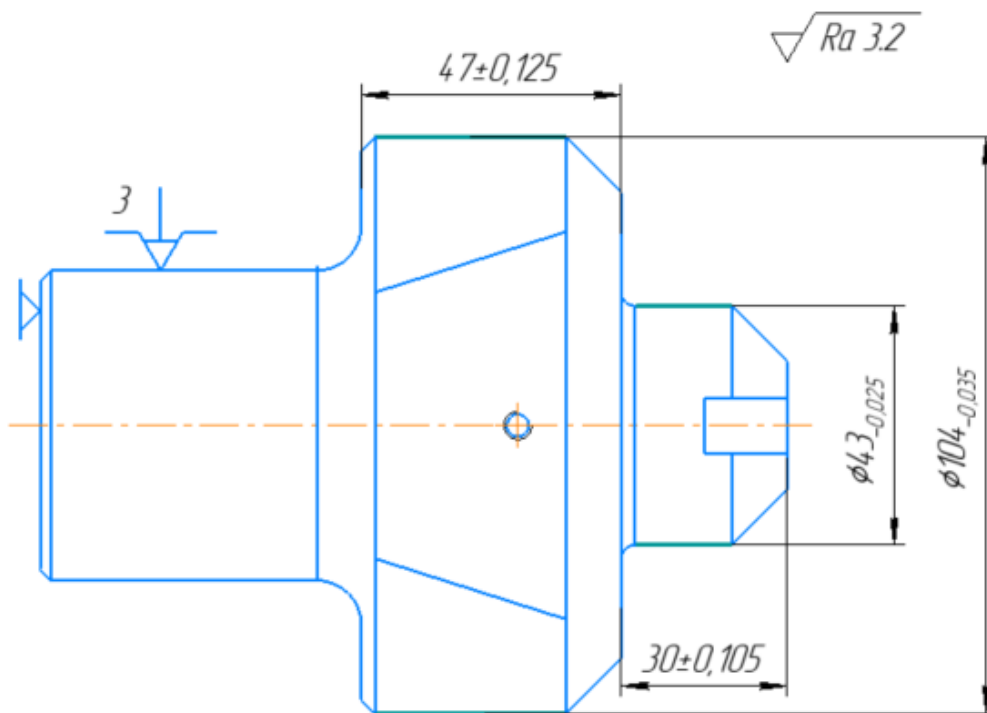


* - Розміри для довідок

Рисунок 2.9 – операційний ескіз операції 045

050 Круглошліфувальна з ЧПК Bernardo URS 1000N

1. Установити, закріпити, зняти
2. Шліфувати н/ч в розмір $\varnothing 43_{-0,025}$ мм на довжину $30 \pm 0,105$ мм згідно креслення по програмі
3. Шліфувати н/ч в розмір $\varnothing 104_{-0,035}$ мм на довжину $47 \pm 0,125$ мм згідно креслення по програмі.



* - Розміри для довідок

Рисунок 2.10 – операційний ескіз операції 050

055 Миїчна

60 Контрольна

1. Контролювати розміри згідно креслення

3.1 Вибір обладнання, верстатних пристроїв.



Рисунок 3.1 – Токарний верстат CORMAK 360 [5]

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики верстата CORNAK 360[5]

Макс. діаметр обробки над станиною	360 мм
Діаметр обточування над опорою	220 мм
Діаметр обточки в станині	490 мм
Відстань між центрами	970 мм
Висота центрів	180 мм
Ширина станини 187 мм	187 мм
Попередня подача	0,055 – 1,291 мм/об
Попередня подача	0,014 – 0,345 мм/об
Швидкість обертання шпинделя	90 – 2000 об/хв
Прохідний діаметр шпинделя	32 мм
Метрична різьба	0,4 – 7 мм
Дюймова різьба	4 – 60 витків на д.
Модульна різьба	0,2-3 М.Р.
Діаметр пінолі задньої бабки	32 мм
Конус пінолі задньої бабки	KM3
Хід пінолі задньої бабки 70 мм	70 мм
Конус шпинделя	D1-4
Пристрої цифрової індикації для	3 осей
Розмір різців	16x16 мм
Потужність двигуна	1,5 кВт
Напруга	400 В
Габаритні розміри	1890x720x1500 мм
Вага	580 кг



Рисунок 3.2 – Свердлильно – фрезерний Bernardo BFM 180 [6]

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики верстата Bernardo BFM 180[6]

Відстань від шпинделя до стійки	370 мм
Хід шпинделя вертикальний	180 мм
Частота обертання вертикального шпинделя	94-2256 об/хв
Ширина Т-образного паза	14 мм
Розмір робочого столу	1220x360 мм
Потужність	1,5 кВт
Габаритні розміри	1770x1800x2320мм
Вага	1400 кг



Рисунок 3.3 – Внутрішньошліфувальний верстат JHI-150NC[7]

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики верстата JHI-150NC[7]

Діаметр внутрішнього шліфування	Ø6-Ø150 мм
Максимальна глибина шліфування	150 мм
Максимальна довжина встановленої деталі	200 мм
Максимальний діаметр деталі над станиною	520 мм
Частота обертання шпинделя	10-1000 об/хв.
Потужність привода шпинделя	2 кВт
Габаритні розміри верстата	2900x1900x2100
Вага верстата	2500 кг



Рисунок 3.4 – Круглошліфувальний верстат Bernardo URS 1000N[8]

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики верстата Bernardo URS 1000N[8]

Висота центрів	180 мм
Відстань між центрами	1000 мм
Діаметр зовнішнього шліфування	8-320 мм
Максимальна глибина внутрішнього шліфування	125 мм
Максимальна вага заготовки	150 кг
Швидкість переміщення столу	0,1-4 м/хв
Швидкість обертання шпинделя	25-220 об/хв
Потужність двигуна шпинделя	5,5 кВт
Потужність робочого шпинделя	1,5 кВт
Габаритні розміри	3700x1900x1500 мм
Вага	3700 кг

3.2 Вибір різальних і вимірювальних інструментів

Таблиця 3.5 – Різальні інструменти та вимірювальні інструменти

№ операції	Інструмент	Оснащення
010 015	 <p>Державка MCLNR3232P12 Пластина CNMG120408 LF9018</p>	Різцетримач при верстаті
010	 <p>Свердло спіральне Ø20</p>	 <p>Патрон цанговий С4-391.32-08 077</p>
010	 <p>Свердло спіральне Ø5, L = 200, l = 150</p>	 <p>Патрон цанговий С4-391.32-08 077</p>

№ операції	Інструмент	Оснащення
010 015	 <p data-bbox="446 851 893 1030">Різець розточний Державка: S10K-SDUCR07 Пластина: DC**0702**</p>	Різцетримач при верстаті
010	 <p data-bbox="399 1433 941 1478">Штангенциркуль ШЦ-II 250-0,05</p>	
010	 <p data-bbox="399 1915 941 1960">Штангенциркуль ШЦ-I 125-0,02</p>	

№ операції	Інструмент	Оснащення
015	 <p data-bbox="363 555 981 660">Штангенциркуль індикаторний ШЦ-I-150-0,01</p>	
015 045	 <p data-bbox="379 1070 960 1108">Скоба мікрометрична 100-125 0,001</p>	
025	 <p data-bbox="375 1563 970 1601">Сверло спіральне Ø4,2, L = 75, l = 43</p>	 <p data-bbox="1040 1512 1540 1590">Патрон цанговий С4-391.32-08 077</p>
025	 <p data-bbox="363 1870 986 1908">Метчик машинний М5х0,8мм 70/16мм</p>	 <p data-bbox="1040 1960 1540 2038">Патрон цанговий С4-391.32-08 077</p>

№ операції	Інструмент	Оснащення
025	 <p data-bbox="451 528 895 629">Фреза кінцева конічна Ø80, L=200,φ=17°</p>	Оправка при верстаті
025	 <p data-bbox="363 1240 979 1279">Фреза кінцева Ø10 z=3 ГОСТ17025-71</p>	 <p data-bbox="1042 1084 1541 1184">Патрон цанговий С4-391.32-08 077</p>
035	 <p data-bbox="392 1832 954 1933">Головка шліфувальна 8x10x6 14А- 34AF60(P25)СТ1</p>	

№ операції	Інструмент	Оснащення
035	 <p>Нутромір індикаторний НІ-18-50 ±0,015мм</p>	
045	 <p>Різець прохідний Державка: SRDCN 1010 F10 Пластина: RC10</p>	Різцетримач при верстаті
050	 <p>Круг шліфувальний 125x20x32 2A40CM16KB3 35 м/с ГОСТ 2424-83</p>	Пристрій для правки круга

№ операції	Інструмент	Оснащення
050	 <p data-bbox="497 607 849 707">Скоба мікрометрична 0-50 ГОСТ5701-51</p>	

3.3. Визначення припусків на механічну обробку

3.3.1. Аналітичний розрахунок припусків

Розрахуємо міжопераційні припуски для оброблення поверхні $\varnothing 10h9$.

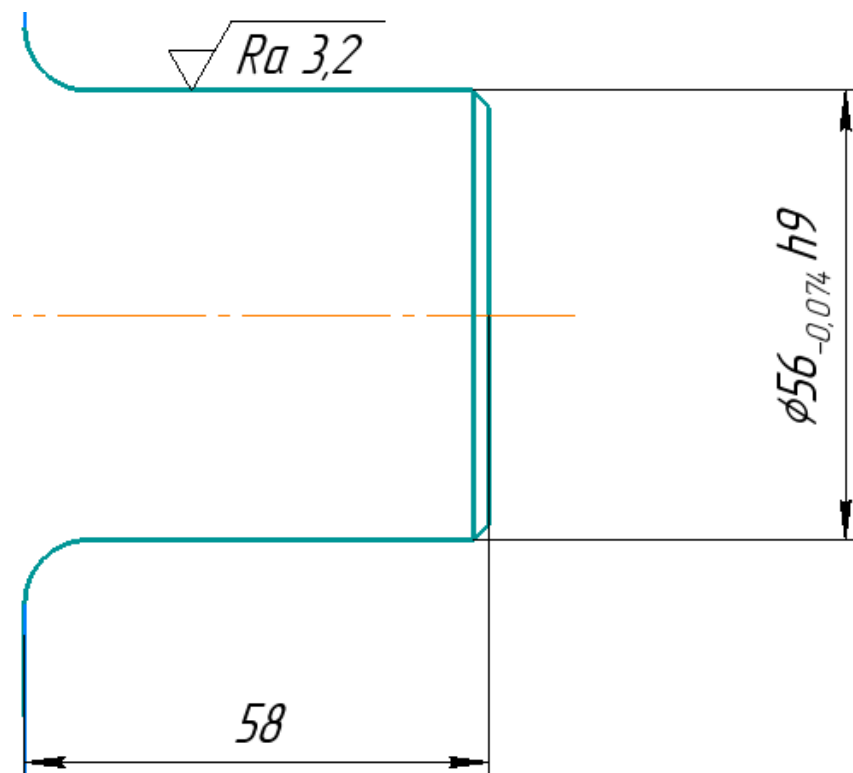


Рисунок 3.5 Ескіз поверхні, що обробляється

Технологічний процес обробки містить у собі 3 переходи:

- чорнове точіння h12, Ra = 12,5 мкм,
- напівчистове точіння h10, Ra = 6,3 мкм,
- чистове точіння h9, Ra = 3,2 мкм,

Розрахунок мінімальних припусків проводимо за формулою [9, с.175, ф. (2)]:

$$2Z_{mini} = 2 \left(R_{z(i-1)} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right)$$

де $R_{z(i-1)}$ – висота нерівностей профілю на попередньому переході;

h_{i-1} – глибина поверхневого дефектного шару на попередньому переході;

Δ_{i-1} – сумарне відхилення розташування поверхні на попередньому переході;

ε_i – похибка встановлення заготовки.

Мінімальні розрахункові припуски.

Точіння чорнове:

$$2Z_{min1} = 2 \left(R_{z0} + h_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_0^2} \right)$$

$$R_{z0} + h_0 = 200 + 250 = 450 \text{ мкм}; [9, \text{с. 186, табл. 12}]$$

$\Delta_0 = \Delta_k l = 1,6 \cdot 58 = 150 \text{ мкм}$ (для поковок типа валів та довжини деталі); [9, с. 187, табл. 24]

$$\varepsilon_0 = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} \text{ – однопозиційне оброблення;}$$

$\varepsilon_6 = 0$ – суміщення технологічної та вимірювальної баз;

$$\varepsilon_3 = 750 \text{ мкм} .$$

$$2Z_{min1} = 2 \cdot 2 \left(450 + \sqrt{150^2 + 750^2} \right) = 2 \cdot 2 \cdot 1214,85 \approx 4860 \text{ мкм}$$

Точіння напівчистове:

$$2Z_{min2} = 2 \left(R_{z1} + h_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_1^2} \right)$$

$R_{z1} + h_1 = 125 + 120 = 245 \text{ мкм}$ – після чорнового обточування; [9, с. 187, табл. 24]

$\Delta_1 = \Delta_k l = 1,6 \cdot 58 = 150$ мкм – (для поковок типа валів та довжини деталі);[9, с. 186, табл. 16]

$$\varepsilon_1 = 80 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min 2} = 2 \cdot 2 \left(245 + \sqrt{150^2 + 80^2} \right) = 1660 \text{ мкм}$$

Точіння чистове:

$$2Z_{\min 2} = 2 \left(R_{z2} + h_2 + \sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon_2^2} \right)$$

$R_{z2} + h_2 = 40 + 40 = 80$ мкм – після напівчистового точіння;[9, с. 187, табл. 24]

$\Delta_2 = \Delta_k l = 1,6 \cdot 58 = 150$ мкм – (для поковок типа валів та довжини деталі);[9, с. 186, табл. 16]

$$\varepsilon_2 = 80 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min 3} = 2 \cdot 2 \left(80 + \sqrt{150 + 80^2} \right) = 1000 \text{ мкм}$$

Технологічні допуски [16]:

$$T_{\text{точ.чор}} = 0,3 \text{ мм (12 квал.)};$$

$$T_{\text{точ.н/ч}} = 0,12 \text{ мм (10 квал.)};$$

$$T_{\text{точ.чис}} = 0,074 \text{ мм (9 квал.)};$$

Найменші граничні розміри:

$$D_{\text{мін.точ.чис}} = D_{\text{мін}} + 2Z_{\min 3} = 55,926 + 1,0 = 56,926 \text{ мм}$$

$$D_{\text{мін.точ.н/ч}} = D_{\text{мін.точ.чис}} + 2Z_{\min 2} = 56,926 + 1,66 = 58,586 \text{ мм}$$

$$D_{\text{мін.точ.чор}} = D_{\text{мін.точ.н/ч}} + 2Z_{\min 1} = 58,586 + 4,86 = 63,446 \text{ мм}$$

Враховуючи допуски оброблення, приймаємо такі значення розмірів:

$$D_{\text{макс.точ.чис}} = 56,0 \text{ мм}$$

$$D_{\text{макс.точ.н/чис}} = 56,5 \text{ мм}$$

$$D_{\text{макс.точ.чор}} = 59,0 \text{ мм}$$

Перераховуємо найбільші граничні розміри:

$$D_{\text{мін.точ.чис}} = D_{\text{макс.точ.чис}} - T_{\text{точ.чис}} = 56,0 - 0,074 = 55,926 \text{ мм}$$

$$D_{\text{мін.точ.н/чис}} = D_{\text{макс.точ.н/чис}} - T_{\text{точ.чис}} = 56,5 - 0,12 = 56,38 \text{ мм}$$

$$D_{\text{мін.точ.чор}} = D_{\text{макс.точ.чор}} - T_{\text{точ.чор}} = 59,0 - 0,3 = 58,7 \text{ мм}$$

Перераховуємо мінімальні розміри припусків:

$$2Z_{\text{мін3}} = D_{\text{мін.точ.н/чис}} - D_{\text{мін.точ.чис}} = 56,38 - 55,926 = 0,454 \text{ мм}$$

$$2Z_{\text{мін2}} = D_{\text{мін.точ.чор}} - D_{\text{мін.точ.н/чис}} = 58,7 - 56,38 = 2,32 \text{ мм}$$

$$2Z_{\text{мін1}} = D_{\text{мін.загот}} - D_{\text{мін.точ.чор}} = 64,8 - 58,7 = 6,1 \text{ мм}$$

Перераховуємо максимальні розміри припусків:

$$2Z_{\text{макс3}} = D_{\text{макс.точ.н/чис}} - D_{\text{макс.точ.чис}} = 56,5 - 56,0 = 0,5 \text{ мм}$$

$$2Z_{\text{макс2}} = D_{\text{макс.точ.чор}} - D_{\text{макс.точ.н/чис}} = 59,0 - 56,5 = 2,5 \text{ мм}$$

$$2Z_{\text{макс1}} = D_{\text{макс.загот}} - D_{\text{макс.точ.чор}} = 65,5 - 59,0 = 6,5 \text{ мм}$$

Таблиця 3.6 Розрахунок припусків і граничних розмірів за технологічними переходами обробки поверхні Ø56h9

Технол. перех.	Елементи припуску, мкм				Розр., мм		Т, мкм	Прийняті розміри, мм		Значення припусків, мм	
	Rz	h	Δ	ε	2Z _{мін}	D _{мін}		D _{мін}	D _{макс}	2Z _{мін}	2Z _{макс}
Загот.	1250	350	750	-	-	64,8	700	64,8	65,5	-	-
Точ.чорн	200	250	150	80	6,1	58,7	300	58,7	59,0	6,1	6,5
Точ. н/ч	125	120	150	80	2,32	56,38	120	56,38	56,5	2,32	2,5
Точ.чистове	40	40	150	80	0,454	55,926	74	55,926	56	0,454	0,5
Σ										8,874	9,5

$$T_0 - T_3 = \sum 2Z_{\text{макс}} - \sum 2Z_{\text{мін}}$$

$$700 - 74 = 9,5 - 8,874$$

626 мкм = 626 мкм – умова виконується

3.4. Розрахунок режимів різання

Розрахунок режимів різання на 010 Токарна операцію з ЧПК Comak 360 аналітичним методом

Перехід 2: Підрізати торець в розмір $145 \pm 0,2$

Ріжучий інструмент, його матеріал та геометрія надаються в таблиці [3.5]

Призначається припуск на обробку h , мм з таблиці[3.6].

$$h=5$$

Глибина різання t , мм розраховується за формулою:

$$t = \frac{h}{i}, \quad (4)$$

де h – припуск на обробку, мм;

i – кількість проходів інструменту.

$$i=2$$

$$t = \frac{5}{2} = 2,5$$

Подача S_o , мм/об призначається для обробки деталі зі сталі при глибині різання до 3 мм, різцем з поперечним перетином державки, мм 16×16 [10, с. 266 табл. 11]

$$S_o = 0,8$$

Швидкість різання V_i , м/хв визначається за формулою:

$$V_s = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_{od}^y} \cdot K_u, \quad (5)$$

де - C_v , K_v , m , x , y – коефіцієнти та показники степені, що враховують дійсні умови різання;

T – стійкість різця, хв.

Приймається для зовнішнього повздовжнього точіння деталі зі сталі різцем з Т5К10, подачі: [10, с.269, табл..17]

$$C_v = 47; m = 0,2; x = -; y = 0,8; T = 60 [10, с.269]$$

K_v поправочний коефіцієнт розраховується за формулою:

$$K_v = K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{mv} , \quad (6)$$

де K_{nv} - коефіцієнт, що залежить від стану заготовки;

K_{uv} - коефіцієнт, що залежить від матеріалу ріжучого інструмента;

K_{mv} - коефіцієнт, що залежить від матеріалу ріжучого інструменту та матеріалу оброблюємої поверхні.

$K_{nv}=0,8$ – для заготовки з поковок[10, с.263, табл.5];

$K_{uv}=1,0$ - для для обробки сталі загартованої сталі з Т5К10[6, с.263, табл.6];

K_{mv} визначається за формулою [10, с.261, табл.1]:

$$K_{mv} = K_r (750/\sigma_B)^{n_v} , \quad (7)$$

де K_r , n_v – коефіцієнт та показник степені, що враховують дійсні умови різання.

Приймається для точіння сталі з σ_B , МПа <600 різцем з твердого сплаву: [7, с.262, табл.2] - $n_v = 1,0$; $K_r=1,0$

$\sigma_B = 390$ – з таблиці 2.2

$$K_{mv} = 1,0(750/390)^{1,0} = 1,42$$

$$K_v = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,42 = 1,14$$

$$V_s = \frac{47}{60^{0,2} \cdot 2,5 \cdot 0,8^{0,8}} \cdot 1,14 = 14,08$$

Частота обертання шпинделя n , хв^{-1} визначається за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V_u}{\pi \cdot D} , \quad (8)$$

де D - діаметр оброблюємої поверхні, мм;

$$D=65$$

$$n = \frac{1000 \cdot 14,08}{3,14 \cdot 65} = 69,0$$

Дійсна частота обертання n_d , хв^{-1} приймається з паспорту верстата

$$n_d = 90$$

Дійсна швидкість різання V_d , м/хв розраховується за формулою (5)

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000} \quad (9)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 65 \cdot 90}{1000} = 18,4$$

Хвилинна подача $S_{\text{хв}}$, мм/хв розраховується за формулою

$$S_{\text{хв}} = S_0 \cdot n_d \quad (10)$$

$$S_{\text{хв}} = 0,8 \cdot 90 = 72$$

Приймається дійсне значення хвилинної подачі $S_{\text{хв,д}}$, мм/хв :

$$S_{\text{хв}} = 7,5$$

Потужність різання $N_{\text{різ}}$, кВт розраховується за формулою

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z \cdot V_d}{1020 \cdot 60}, \quad (11)$$

де P_z – тангенціальна сила різання, Н розраховується за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_{pz} \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_{pz}, \quad (12)$$

де C_{pz} , K_{pz} , x , y , n - коефіцієнти та показники степеней, що враховують дійсні умови різання;

K_{pz} розраховується за формулою:

$$K_{pz} = K_{\text{мпз}} \cdot K_{\text{фпз}} \cdot K_{\text{γпз}} \cdot K_{\text{λпз}} \cdot K_{\text{рпз}}, \quad (13)$$

де K_{mpz} – коефіцієнт розраховується за формулою:

$$K_{mpz} = (\sigma_B / 750)^n \quad (14)$$

Приймається показник степіні n для обробки сталі з $\sigma_B \leq 600$ твердосплавним різцем [10, с.264, табл.9];

$$n = 0,75$$

$$K_{mpz} = (530 / 750)^{0,75} = 0,77$$

$K_{\varphi pz}$, $K_{\gamma pz}$, $K_{\lambda pz}$, $K_{r pz}$ - коефіцієнти призначаються по [12, с.275, табл.23];

$K_{\varphi pz} = 0,89$ – для твердосплавного різця з $\varphi = 90^\circ$,

$K_{\gamma pz} = 1,0$ – для твердосплавного різця з $\gamma = 10^\circ$,

$K_{\lambda pz} = 1,0$ – для твердосплавного різця,

$K_{r pz} = 1,0$ – для твердосплавного різця.

$$K_{pz} = 0,77 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,69$$

- Приймаються для зовнішнього точіння сталі твердосплавним різцем: [10, с.273, табл.22]

$$C_{pz} = 300; x = 1,0; y = 0,75; n = -0,15$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 14,08^{-0,15} \cdot 0,77 = 3285,3$$

$$N_{piz} = \frac{3285,3 \cdot 18,4}{1020 \cdot 60} = 0,99$$

Перевірка двигуна верстата на достатність потужності виконується із умови за формулою:

$$N_{piz} \leq N_{дв} \cdot \eta, \quad (15)$$

де $N_{дв}$ – потужність двигуна верстата;

η - коефіцієнт корисної дії двигуна;

$$\eta = 0,85; N_{дв} = 1,5 \text{ кВт}$$

$$0,99 \leq 1,5 \cdot 0,85$$

$$0,99 \leq 1,28$$

Умова виконується, тобто потужність двигуна дозволяє працювати на розрахованих режимах різання.

Основний машинний час T_o , хв розраховується за формулою:

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_{xv}} \cdot i, \quad (16)$$

де $L_{p.x}$ – довжина робочого ходу, мм.

Довжина робочого ходу $L_{p.x}$, мм розраховується за формулою:

$$L_{p.x} = l + y + \Delta, \quad (17)$$

де l - довжина різання, мм;

Δ - величина перебігу інструменту, мм;

y - величина врізання інструменту, мм.

$$l = 32,5; \Delta = 1,5$$

Величина врізання інструменту y , мм розраховується за формулою:

$$y = t \cdot \text{ctg} \varphi \quad (18)$$

$$\varphi = 95^\circ$$

$$y = 2,5 \cdot \text{ctg} 95 = 0,36$$

Розраховані значення параметрів режиму різання та основного часу перевіряються на ЕОМ.

$$L_{p.x} = 32,5 + 0,36 + 1,5 = 34,4$$

$$T_o = \frac{34,4}{72} \cdot 2 = 0,96$$

Розрахунок режимів різання на 010 Токарна операцію з ЧПК Comak 360 табличним методом

Перехід 3: Точити начорно поверхню $\varnothing 59_{-0,3}$ мм

Ріжучий інструмент, його матеріал та геометрія надаються в таблиці [3.5]

Призначається припуск на обробку h , мм з таблиці [3.6].

$$h=3$$

Глибина різання t , мм розраховується за формулою (4):

$$t = \frac{3}{1} = 3,0$$

Подача S_o , мм/об призначається від виду обробки, матеріалу різця і заготовки, глибини різання [11, с. 36 карта. 1]

$$S_o = S_{\text{отабл.}} \cdot K_{S_o} \quad (19)$$

$$S_o = 0,8 \cdot 1,0 = 0,8$$

Швидкість різання V_i , м/хв визначається за формулою [11, с. 51 карта. 9]:

$$V_i = V_{\text{табл.}} \cdot K_{S_o}, \quad (20)$$

$$V_i = 71 \cdot 1,0 = 71$$

Частота обертання шпинделя n , хв^{-1} визначається за формулою (8):

$$n = \frac{1000 \cdot 71}{3,14 \cdot 65} = 347,9$$

Дійсна частота обертання n_d , хв^{-1} приймається з паспорту верстата

$$n_d = 400$$

Дійсна швидкість різання V_d , м/хв розраховується за формулою (9)

$$V_o = \frac{3,14 \cdot 65 \cdot 400}{1000} = 81,64$$

Потужність різання $N_{\text{різ}}$, кВт розраховується за формулою [11, с. 49 карта.

7]

$$N_{\text{різ}} = N_{\text{табл.}} \cdot K_N, \quad (21)$$

$$N_{\text{різ}} = 2,0 \cdot 0,7 = 1,4$$

Основний машинний час T_o , хв розраховується за формулою:

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{n_d \cdot S_{од}}, \quad (22)$$

Довжина робочого ходу $L_{p.x}$, мм розраховується за формулою (17):

$$l = 53,4; \Delta + y = 4$$

Розраховані значення параметрів режиму різання та основного часу перевіряються на ЕОМ.

$$L_{p.x} = 53,4 + 4 = 57,4$$

$$T_o = \frac{57,4}{400 \cdot 0,8} \cdot 1 = 0,18$$

У подальшому усі розрахунки режимів різання будуть виконуватись табличним методом та занесені до таблиць

Таблиця 3.7 - Параметри режимів різання та основний час для виконання токарної операції з ЧПК 010

Перехід	D	t	S _o	S _{од}	V	V _д	n	n _д	N _{різ}	N _{дв}	l _{різ}	y+Δ	L _{p.x}	i	T _o
	мм	мм	мм/об		м/хв		об/хв		кВт		мм				хв
2	65	2,5	0,8	0,8	14,08	18,4	69	90	0,99	11,5	32,5	1,86	34,4	2	0,96
3	65	3,0	0,8	0,8	71	81,64	347,9	400	2,3		53,4	4	57,4	1	0,18
4	59	1,25	0,5	0,5	148	148	798,9	800	2,0		53,4	4	57,4	1	0,14
5	20	10	0,2	0,2	30,25	31,4	481,7	500	1,3		75	5	80	1	0,8
6	5	2,5	0,15	0,15	24	25,1	1528	1600	0,8		20	2,5	22,5	1	0,1
7	20	1,25	0,15	0,15	215	125,6	3424	2000	1,4		75	5	80	2	0,6
8	25	0,8	0,1	0,1	215	125,6	2739	2000	1,4		75	5	80	1	0,4
10	115	2,5	0,8	0,8	132	144,5	365,5	400	3,4		57,5	5	62,5	2	0,4
11	115	3,5	1,0	1,0	93	101,1	257,5	280	7,0		86,6	5	91,6	1	0,33
12	108	1,75	0,9	0,9	117	135,6	345,0	400	3,4		86,6	5	91,6	1	0,25
13	104,5	3,95	0,6	0,6	132	131,25	402,3	400	5,8		29,5	3	32,5	5	0,68
14	65	3,5	0,5	0,5	132	132,7	646,7	650	4,1		29,5	3	32,5	3	0,3
$\sum T_o = 5,14$															

Таблиця 3.8 - Параметри режимів різання та основний час для виконання токарної операції з ЧПК 020

Перехід	D	t	S _o	S _{од}	V	V _д	n	n _д	N _{різ}	N _{дв}	l _{різ}	y+Δ	L _{р.х}	i	T _o
	мм	мм	мм/об		м/хв		об/хв		кВт		мм				хв
2	56,5	2,5	0,8	0,8	14,08	18,4	69	90	0,99	11,5	28,25	1,86	30,11	1	0,42
3	56,5	0,25	0,14	0,14	270	283,9	1521	1600	2,9		58	4	62	1	0,16
4	26,6	0,45	0,11	0,11	270	167	3232	2000	1,2		80	5	85	1	0,4
6	44	2,5	0,8	0,8	132	138,2	955	1000	4,1		22	3	25	1	0,03
7	104,5	2	0,8	0,8	132	131,3	402,3	400	5,8		30,25	5	35,25	5	1,43
8	44	0,2	0,3	0,3	222	221	1606	1600	2,9		30	3	33	2	0,07
9	104,5	0,1	0,18	0,18	235	262,5	716	800	2,2		47	3	50	2	0,7
$\sum T_o = 3,21$															

Таблиця 3.9 - Параметри режимів різання та основний час для виконання свердлильно-фрезерної операції з ЧПК 025

Перехід	D	t	S _o /S _z	S _{од} /S _{зд}	V	V _д	n	n _д	N _{різ}	N _{дв}	l _{різ}	y+Δ	L _{р.х}	i	T _o
	мм	мм	мм/об мм/зуб		м/хв		об/хв		кВт		мм				хв
2	4,2	2,1	0,1 2	0,1 2	32	29,75	2426	2256	0,8	1,5	40	2,5	42,5	3	0,5
3	5	2,5	0,8	0,8	5,4	5,4	430	430	0,0 5		7	2,5	9,5	3	0,2
5	80	55	0,1 5	0,1 5	141	141	560	560	1,3		55	10	65	3	2,49
6	10	5	0,015	0,015	35	35	690	390	1,0		27	5	33	4	1,2
$\sum T_o = 4,39$															

Таблиця 3.10 - Параметри режимів різання та основний час для виконання внутрішньошліфувальної операції з ЧПК 035

Перехід	D	t	S _м	S _{цдв.х}	V _д	V _{кр}	n	n _д	N _{різ}	N _{дв}	l _{різ}	y+Δ	L _{р.х}	i	T _o
	мм	мм	мм/м		м/хв		об/хв		кВт		мм				хв
2	27	0,1	2110	0,007	21,2	0,42	264	250	1,7	2,0	75	8	83	2	4,5
3	27,4	0,05	2110	0,007	21,2	0,42	264	250	1,7	2,0	75	8	83	2	2,25
$\sum T_o = 6,75$															

Таблиця 3.11 - Параметри режимів різання та основний час для виконання токарної операції з ЧПК 045

Перехід	D	t	S _o	S _{од}	V	V _д	n	n _д	N _{різ}	N _{дв}	l _{різ}	y+Δ	L _{р.х}	i	T _o
	мм	мм	мм/об		м/хв		об/хв		кВт		мм				хв
2	27,5	0,192	12,7	12,7	24,52	27,2	284	315	1,1	11,5	75	10	85	20	5,3

Таблиця 3.12 - Параметри режимів різання та основний час для виконання круглошліфувальної операції з ЧПК 050

Перехід	D	t	S _м	S _{тх}	V _д	V _{кр}	n	n _д	N _{різ}	N _{дв}	l _{різ}	y+Δ	L _{р.х}	i	T _o
	мм	мм	мм/м		м/хв		об/хв		кВт		мм				хв
2	43,2	0,0005	2250	0,008	21,7	1,44	220	160	2,4	5,5	30	10	40	2	4,45
3	104,1	0,0005	1840	0,007	35,96	1,44	220	110	3,8	5,5	47	10	57	2	8,85
$\sum T_o = 13,3$															

Сумарний операційний час на виконання усіх операцій розраховується за формулою:

$$\sum T_o = T_{o1} + T_{o2} + T_{o3} + T_{o4} + T_{o5} + T_{o6}$$

$$\sum T_o = 5,14 + 3,2 + 4,39 + 6,75 + 5,3 + 13,3 = 38,08 \text{ хв}$$

3.5.1 Розрахунок норм часу для операції 010

Призначається допоміжний час на операцію, що вміщує час на встановлення, закріплення та зняття деталі та на виконання переходу ($T_{\text{вст.зн}} + T_{\text{пер}}$), хв, що складається з: [12, с.56, карта 9, лист 1]

1,25 – час, пов'язаний з встановленням деталі, хв

0,085 – час, пов'язаний з перестановкою деталі;

$$T_{\text{вст.зн}} + T_{\text{пер}} = 1,25 + 0,085 = 1,335$$

Призначається час на вимірювання розміру, мм $T_{\text{вим}}$, хв для штангенциркуля [12, с.207, карта 86]

$$T_{\text{вим}} = 2 \cdot 0,26 + 0,22 \cdot 10 = 2,72$$

Встановлюється періодичність контрольних вимірювань K для роботи інструментом, встановленим на розмір [12, с.207, карта 44]

$$K = 1,0$$

Розраховується допоміжний час на контроль точності обробки $T_{\text{контр}}$, хв за формулою:

$$T_{\text{контр}} = T_{\text{вим}} \cdot K \quad (23)$$

$$T_{\text{контр}} = 2,72 \cdot 1,0 = 2,72$$

Норма допоміжного часу $T_{\text{д}}$ є нормою часу на здійснення дій, які дають можливість виконати основну роботу, наприклад: вмикання та вимикання верстата, неробочі рухи інструменту, зміна інструменту на інший або зміна позиції поточного інструменту. На цій операції $T_{\text{в}}$ визначимо за формулою:

$$T_{\text{д}} = T_{\text{мв}} + T_{\text{в}} \quad (24)$$

де $T_{мв}$ – допоміжний час, пов'язаний з виконанням холостих і допоміжних ходів і переміщень при обробці поверхонь, для операції 010

$$T_{мв} = 5,5 \text{ хв.}$$

$T_{вв}$ – вмикання-вимикання верстата приймаємо $T_{вв} = 1,0 \text{ хв.}$

Виконується перевірка умови перекриваємості допоміжного часу за формулою

$$T_{контр} \leq T_o \quad (25)$$

де T_o – основний час на операцію, хв

$$2,72 < 5,14$$

Отже, далі час $T_{контр}$ не враховується.

Розраховується допоміжний час $T_{доп}$, хв за формулою

$$T_{доп} = T_{вст.зн} + T_{пер} \quad (26)$$

$$T_{доп} = 1,335$$

Розраховується оперативний час $T_{оп}$, хв. За формулою

$$T_{оп} = T_o + T_{доп} \quad (27)$$

$$T_{оп} = 5,14 + 1,335 = 6,475$$

Розраховується час на організаційно-технічне обслуговування робочого міста $T_{орг.тех}$, хв що становить 3% від оперативного часу [12, с.184, карта 85]

$$T_{орг.тех} = \frac{3 \cdot 6,475}{100} = 0,19$$

Розраховується час на відпочинок та на особисті потреби $T_{відп}$, хв що становить 7% від оперативного часу при роботі з механічною подачею верстата [12, с.203, карта 88]:

$$T_{\text{відп}} = \frac{7 \cdot 6,475}{100} = 0,45$$

Розраховується додатковий час, $T_{\text{дод}}$, хв за формулою

$$T_{\text{дод}} = T_{\text{орг.тех}} + T_{\text{отл}} \quad (28)$$

$$T_{\text{дод}} = 0,19 + 0,45 = 0,64$$

Розраховується штучний час $T_{\text{шт}}$, хв за формулою

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{дод}} \quad (29)$$

$$T_{\text{шт}} = 6,475 + 0,64 = 7,115$$

Розраховується підготовчо-заключний час $T_{\text{пз}}$, хв, що складається з: [12, с.184, карта 85]

- 27,7 – на наладку верстата
- 10 – на отримання інструменту

$$T_{\text{пз}} = 27,7 + 10 = 37,7$$

Розраховується штучно-калькуляційний час $T_{\text{шк}}$, хв за формулою

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + \frac{T_{\text{пз.}}}{n} \quad (30)$$

де n – кількість деталей в партії

$$n = 10$$

$$T_{\text{шт.к.}} = 7,115 + \frac{37,7}{10} = 10,885$$

3.5.2. Нормування технологічних операцій аналоговим методом

Розрахунки для решти операцій проводимо аналоговим методом.

Таблиця 3.13 - Зведена таблиця нормування часу

№	T _о хв	T _д хв		T _{пз} хв	T _{шт} хв	T _{орг. тех} хв	T _{отл} хв	T _{оп} хв	T _{шт.к} хв
		T _{мд} хв	T _{вв} хв						
010	5,14	5,5	1,0	37,7	7,115	0,19	0,45	6,475	10,885
020	3,2	4,0	1,0	37,7	4,95	0,135	0,315	4,5	8,72
025	4,39	9,6	2,2	39,5	7,326	0,264	0,462	6,6	11,276
035	6,75	1,8	0,5	24	10,03	0,45	0,63	8,95	12,43
045	5,3	6,0	0,5	31,7	9,35	0,255	0,595	8,5	12,52
050	13,3	1,8	0,5	21	17,27	0,47	1,1	15,7	19,37

4 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Розробка і розрахунок пристрою на оснащення 010 операції

На сучасних підприємствах використовується технічне обладнання, яке безпосередньо впливає на результати виробництва та якість продукції. Це зменшує час, потрібний для ручних операцій, сприяє зниженню трудомісткості, підвищує точність та надійність у виробництві. Технологічне оснащення допомагає уникнути виробництва бракованих виробів, спрощує процес виробництва і підвищує продуктивність праці, створюючи основу для багатOVERSTATного виробництва.

Проектування технічних засобів для виробництва є складним процесом, що потребує використання передових наукових та технічних досягнень разом із високою кваліфікацією робітників.

На рисунку 4.1 зображено корпус бурильної головки, яку необхідно обробити. Основне завдання полягає у створенні деталі, яка виконуватиме функцію перехідного елемента для закріплення трикулачкового патрона на плиті верстата з ЧПК. Під час проектування слід урахувати можливі похибки базування заготовки та пристосування, які повинні бути мінімізовані.

Виготовлення та розробка технічних інструментів для виробництва - це складний процес, що вимагає постійного застосування передових досягнень у науці та техніці, а також високої кваліфікації працівників.

На рисунку 4.1 зображено корпус бурильної головки. Основним завданням є обробка внутрішнього отвору та пазів для кріплення суміжних деталей. Для цієї операції потрібно використати тіло обертання, і одним із можливих варіантів для обробки цих поверхонь може бути встановлення трикулачкового патрона на плиті верстата з ЧПК.

Отже, основне завдання полягає у створенні деталі, яка виконуватиме роль перехідного елемента для кріплення трикулачкового патрона на плиті верстата ЧПК. Під час проектування та розрахунку необхідно врахувати можливі похибки базування заготовки та пристосування, які повинні бути мінімізовані.

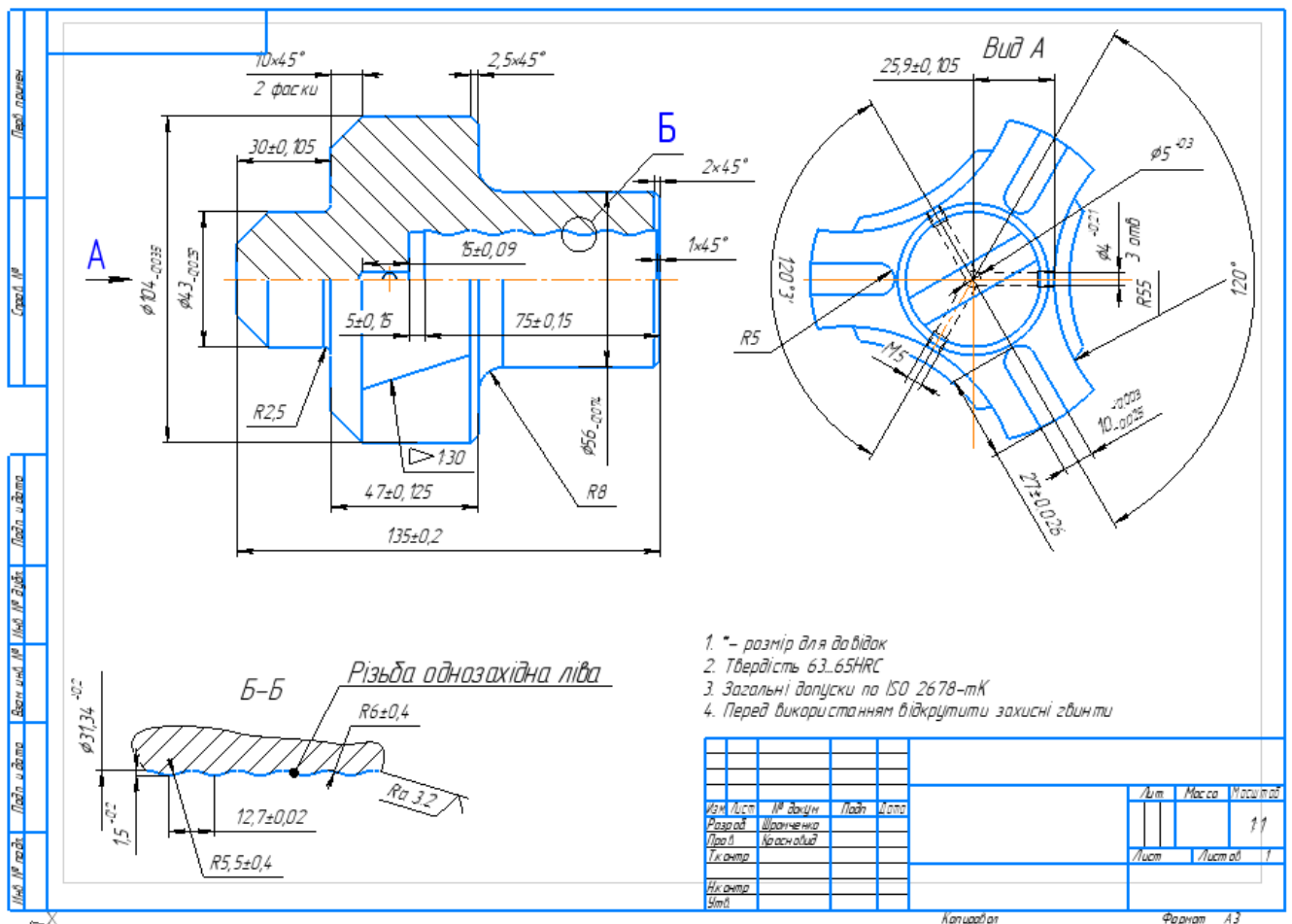


Рисунок 4.1 Корпус бурильної коронки

4.2. Розрахунок затискних систем верстатних пристроїв

4.2.1 Розрахунок необхідної сили затиску Заготовки Q

З огляду на технологічний процес представленого оброблення деталі для операції 010, можна зробити висновок, що найбільші сили різання будуть виникати при точінні, тому розрахунки будемо проводити з умови рівноваги заготовки при цій обробці.

Вихідні дані:

Матеріал заготовки: Сталь 35

Державка MCLNR3232P12

Пластина CNMG120408 LF9018

Подача: $S_0 = 0,8 \text{ мм/об}$;

Швидкість різання: $V = 81,64 \text{ м/хв}$;

Частота обертання шпинделя: $n = 400 \text{ об/хв}$;

Тангенціальна складова сили різання: $P_z = 1635,6 \text{ Н}$;

Радіальна складова сили різання: $P_y = 0,85 \cdot P_z = 0,85 \cdot 1635,6 = 1390,3 \text{ Н}$;

Осьова складова сили різання: $P_x = 0,5 \cdot P_z = 0,5 \cdot 1635,6 = 817,8 \text{ Н}$

Конструкція верстатного пристрою для обробки «Корпус бурової коронки» на операції 010 фіксується таким чином:

Заготовка фіксується в самоцентруючому трьохкулачковому патроні.

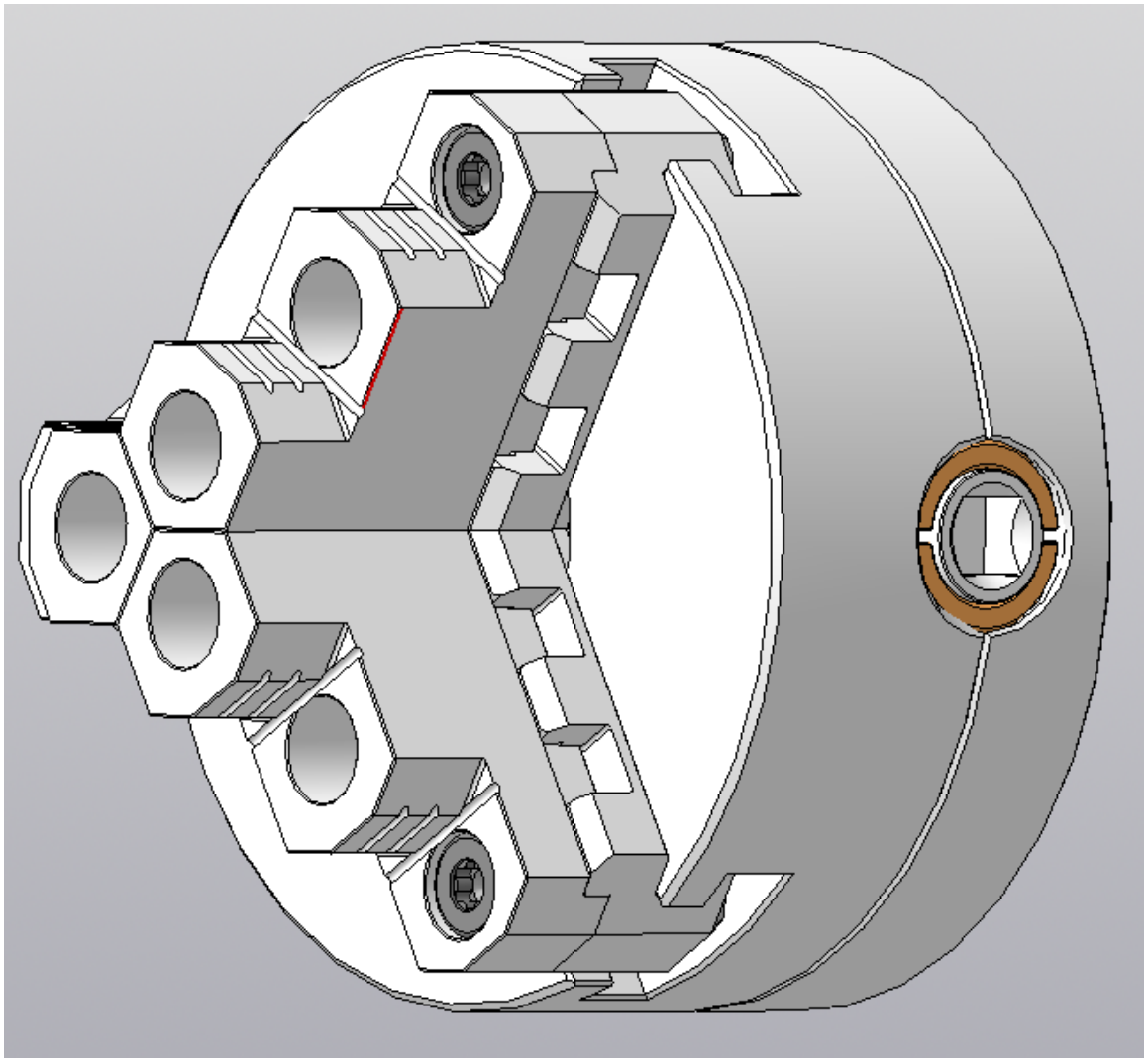


Рисунок 4.2 – 3D – модель самоцентруючого трьохкулачкового патрона

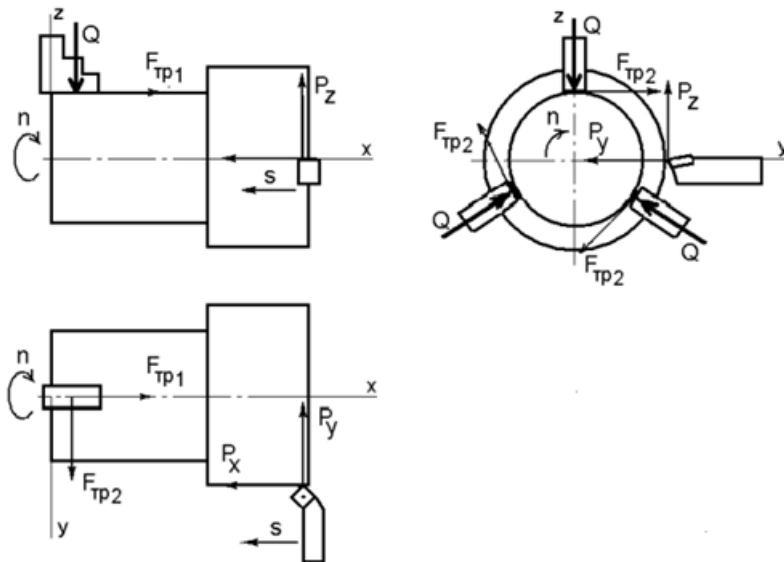


Рисунок 4.3– Розрахункова схема для визначення сил закріплення при точінні.[13]

Визначаємо необхідну силу затиску деталі в самоцентруючий трьохкулачковому патроні за формулою:

$$Q = K \cdot \sqrt{\left(\frac{P_z D_1}{3f D_2}\right)^2 + \left(\frac{P_x}{3f}\right)^2} \quad (31)$$

де, $f = 0,3$ – коефіцієнт тертя між кулачками і заготовкою (сталі кулачки–стальна заготовка); $D_1 = 115 \text{ мм}$; $D_2 = 115 \text{ мм}$

Коефіцієнт запасу, який враховує нестабільність силових дій на заготовку, вводять при визначення сили для забезпечення надійного закріплення:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (32)$$

K_0 –гарантований коефіцієнт запасу $K_0 = 1,5$;

K_1 –коефіцієнт, що враховує нерівномірність припуску по оброблюваній поверхні заготовки, що призводить до збільшення сили різання, для чорнової обробки $K_1 = 1,2$;

K_2 –коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при затупленні ріжучого інструменту $K_2 = 1,2 - 1,4$; $K_2 = 1,2$;

K_3 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при обробці уривчастих поверхонь, $K_3 = 1,0$;

K_4 – коефіцієнт, що враховує мінливість сили затиску, для автоматичного затискання $K_4 = 1,0$;

K_5 – коефіцієнт, що враховує ергономіку ручних затискних елементів, $K_5 = 1,0$;

K_6 – коефіцієнт, що враховується лише за наявності моментів, які прагнуть повернути заготовку. Якщо заготовка встановлена базовою площиною опори з обмеженою поверхнею контакту $K_6 = 1,0$.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,16$$

$$Q = K \cdot \sqrt{\left(\frac{P_z D_1}{3f D_2}\right)^2 + \left(\frac{P_x}{3f}\right)^2} = 2,16 \cdot \sqrt{\left(\frac{1635,6 \cdot 115}{3 \cdot 0,3 \cdot 115}\right)^2 + \left(\frac{817,8}{3 \cdot 0,3}\right)^2} = 4388,8 \text{ Н}$$

Як бачимо на рисунку 4.3 деталь фіксується в пристосуванні за допомогою трьох кулачків, отже потрібно розраховану силу затиску рівномірно розподілити по трьом кулачкам. Кожен кулачок має передавати силу затиску не менше ніж $\frac{4388,8}{3} = 1462,9 \text{ Н}$

4.3.1. Розрахунок деталей пристосування на точність

Розраховуємо похибку зміщення осей пазів:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \sum \Delta i + \Delta z + \Delta \text{п} + \Delta \text{и} + \Delta \text{у.п}$$

$\sum \Delta i$ – сумарна похибка виготовлення окремих деталей пристосування, яка регламентована допускам на робочих кресленнях.

$\sum \Delta i = 160 \text{ мкм}$ – згідно допуску на поверхню, яка затискається.

Δz – похибка обумовлена наявністю зазорів при посадці заготовок на складання пристосування.

$\Delta z = 100 \text{ мкм}$ – згідно з [9, с. 75, табл. 2.11]

$\Delta \text{п}$ – похибка обумовлена перекосом або зміщенням ріжучого інструменту.

Припустимо, $\Delta_{\text{п}} = 20$ мкм, тому що різець при врізанні може змінити положення початкової осі.

$\Delta_{\text{и}}$ - похибка обумовлена зносом установчих направляючих елементів. Можливу величину зносу можна оцінити по наступній формулі[13, с. 76, ф. 2.25]:

$$U = U_0 \cdot k_t \cdot k_l \cdot k_y \quad (33)$$

де U_0 – величина зносу по нормалі до поверхні, отримана на підставі дослідних даних. Для числа контактів з заготовкою рівним 5000, опора установча має середню величину зносу $U_0 = 16$ мкм.

k_t – коефіцієнт, який враховує час контакту заготовки з опорами (орієнтовно $k_t = 0,79t_{\text{маш}}$, де $t_{\text{маш}}$ - машинний час, хв)

$$t_{\text{маш}} = 0,18 \text{ хв.}$$

$$k_t = 0,79 \cdot 0,18 = 0,14$$

k_l – коефіцієнт, який враховує довжину шляху ковзання при установці заготовки для верстатів з ЧПК – $k_l = 1,25$.

k_y – коефіцієнт, що враховує умови оброблення. Для точіння незагартованої сталі з охолодженням $k_y = 0,94$.

$$\text{Отже, } \Delta_{\text{и}} = U = U_0 k_t k_l k_y = 16 \cdot 0,14 \cdot 1,25 \cdot 0,94 \approx 2,6 \text{ мкм}$$

$\Delta_{\text{у.п}}$ – похибка установки пристосування на верстаті.

Спосіб встановлення пристосування на конус шпинделя[14, с. 86, табл. 2.15]:

$$\Delta_{\text{у.п.}} = 30 \text{ мкм}$$

В результаті, похибка пристосування:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \sum \Delta_i + \Delta_z + \Delta_{\text{п}} + \Delta_{\text{и}} + \Delta_{\text{у.п}} = 160 + 100 + 20 + 2,6 + 30 = 312,6 \text{ мкм}$$

Було обрано 3х кулачковий патрон для закріплення деталі, розраховано силу затиску та розраховано пристосування на точність, виходячи з розрахунків, приходимо до висновку, що розраховані дані забезпечують закріплення деталі у 3х- кулачковому патроні.

5 Симуляція в CAD/CAM системах

Цей розділ буде виконуватись в програмі «FeatureCAM 2013». Демонстрація роботи буде виконуватися на операцію 10 «Токарна з ЧПК Cormak 360» порядок виконання буде зображено далі:

5.1 Параметризація заготовки

Виходячи з того що в нас спеціальна заготовка, то потрібно натиснути на вкладку «Заготовка» та задати тип заготовки «Спеціальний» та описати контур нашої заготовки. Виходячи з того, що заготовка була вже побудована, то побрібну її конвертувати до нашої програми та обрати криву пов'язану з контуром нашої деталі.

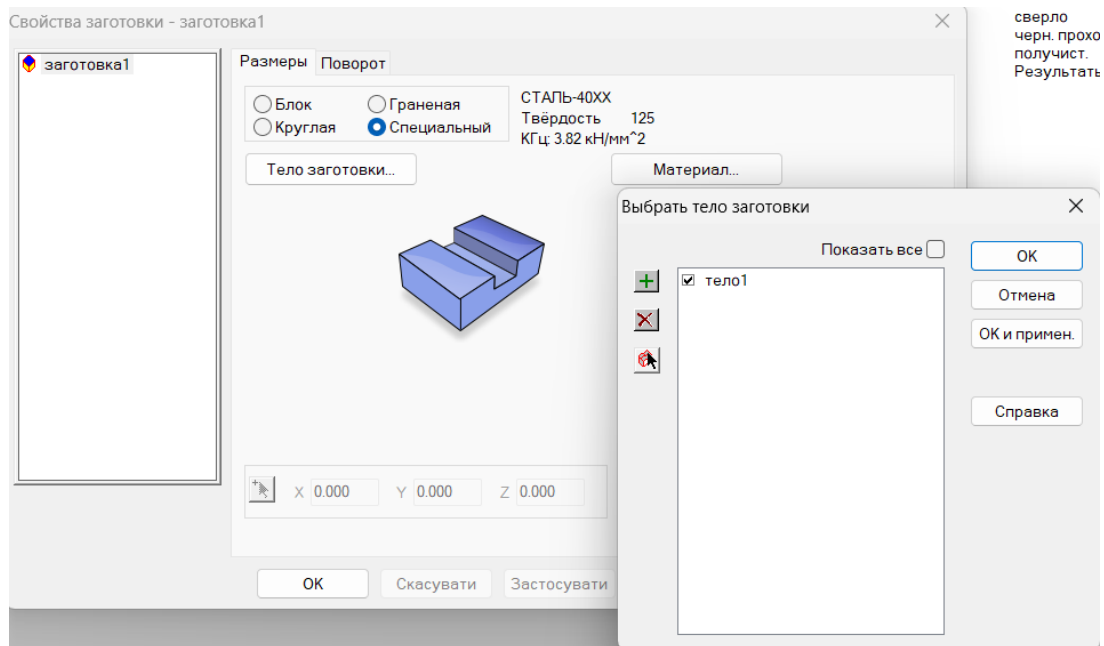


Рисунок 6.1 - Вікно «Властивності Заготовки»

5.2 Операції підрізки торця

Натиснути на вкладку «Елементи», в з'явившомуся вікні обираємо тип обробки (рисунок 5.2), в наступному вікні обираємо потрібний нам елемент(рисунок 5.3), виконуємо параметризацію цього елемента (рисунок 5.4). Наступним кроком є вибір інструмента(рисунок 5.5) та режимів різання (рисунок

5.6). Завершующим кроком є натискання кнопки «Просмотр» та дивимось отриманий результат (рисунок 5.7)

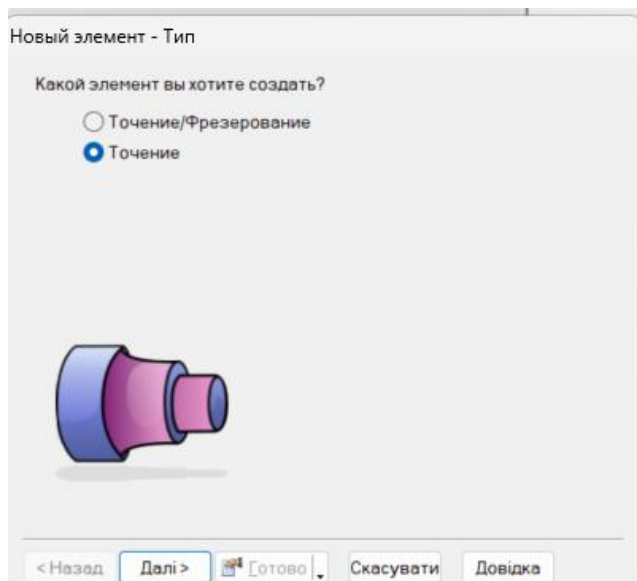


Рисунок 5.2 – Вікно типу обробки

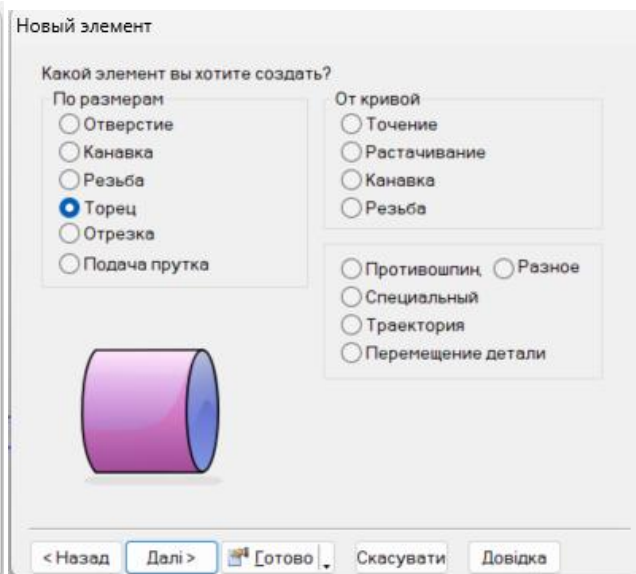


Рисунок 5.3 – Вікно вибору елемента

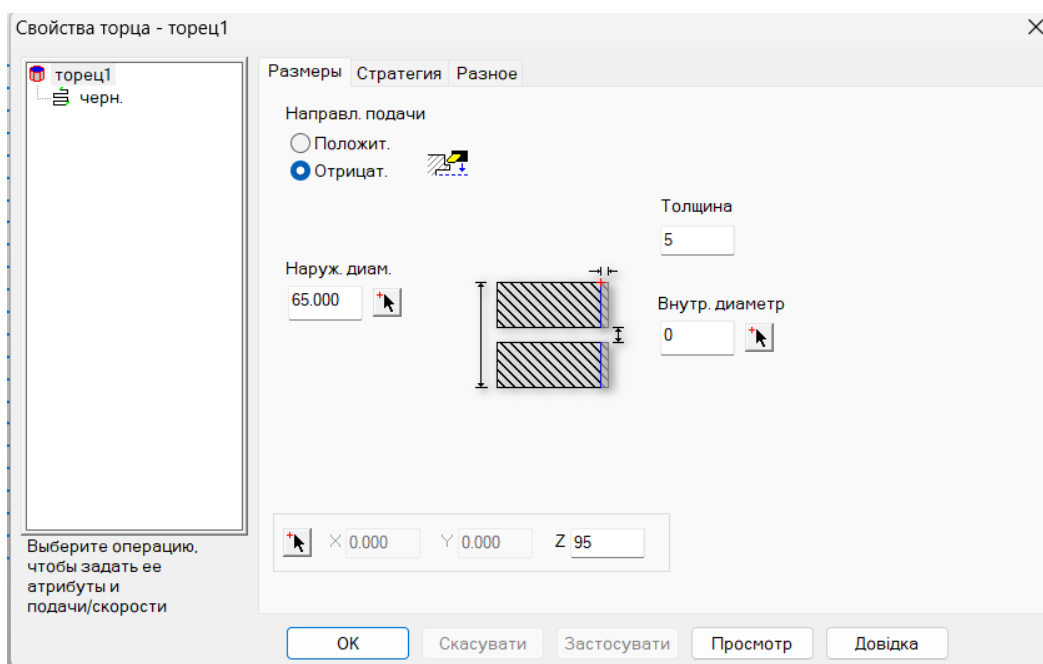


Рисунок 5.4 – Параметризація елемента «Торец»

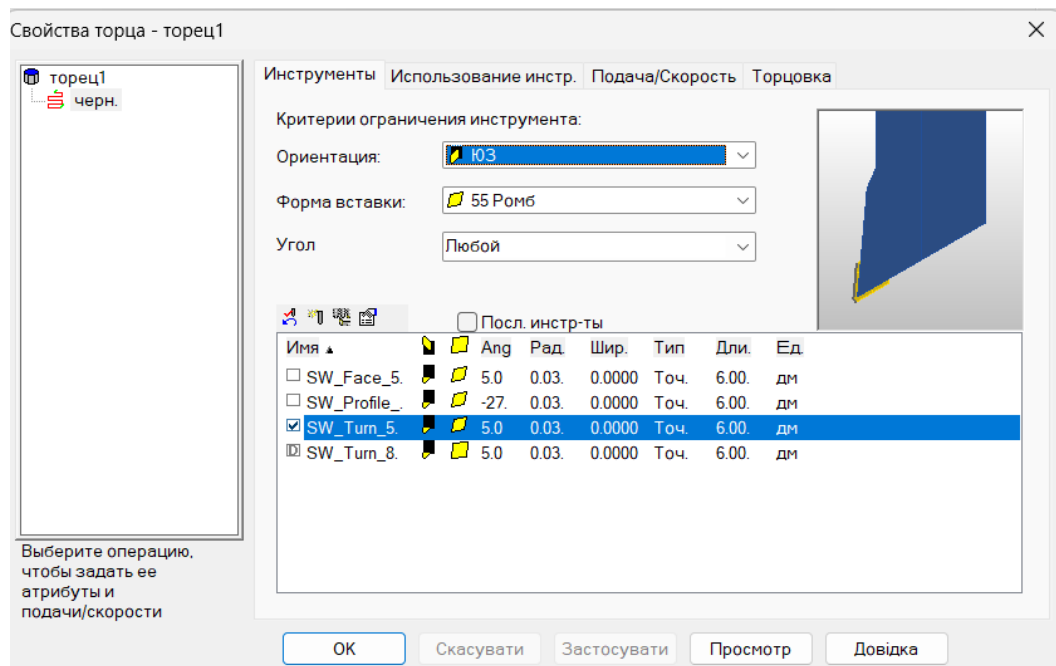


Рисунок 5.5 – Вікно з вибором інструменту

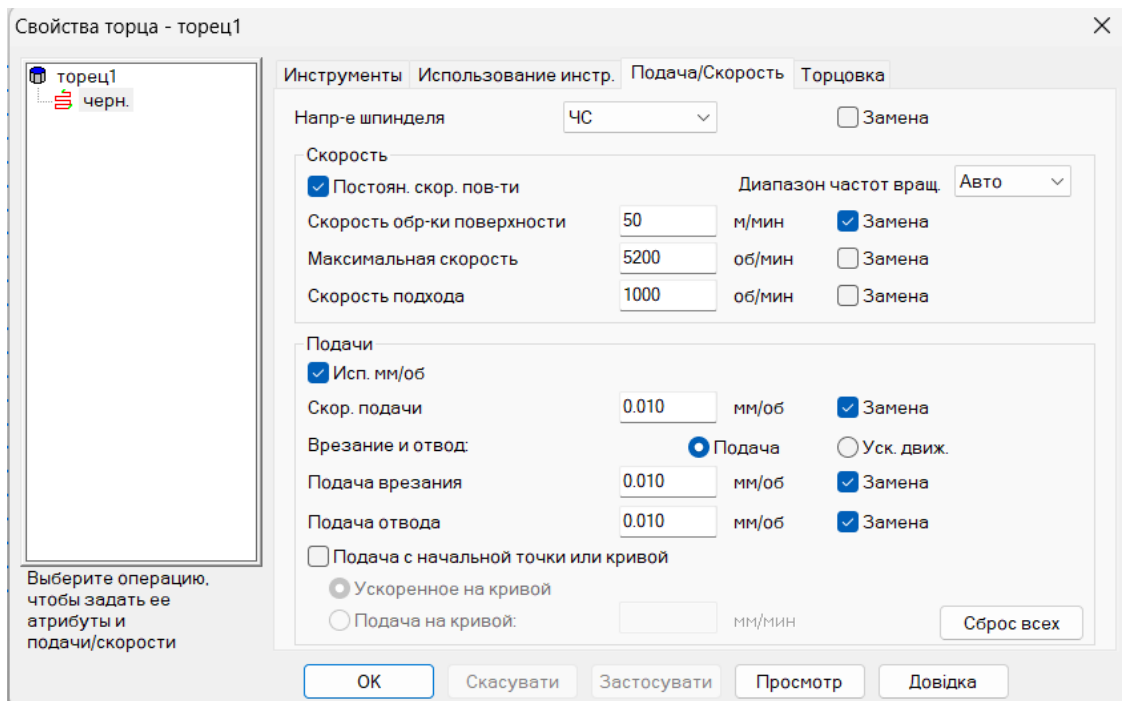


Рисунок 5.6 – Вікно з режимами різання

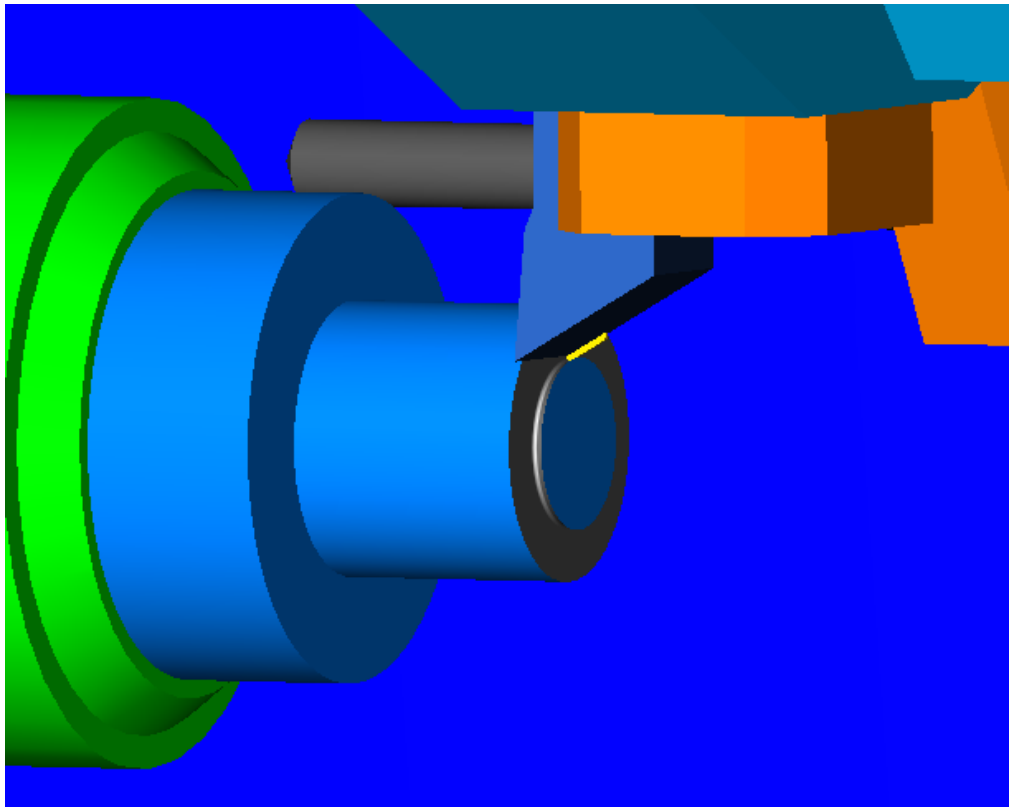


Рисунок 5.7 – Результат виконання попередніх дій

5.3 Операція повздовжнього чорнового та напівчорнового точіння

Для виконання цієї операції. Потрібно створити криву, яка описує діаметр обробки. Для цього натискаємо на вкладку «Крива» за допомогою геометрії будуємо криву та об'єднуємо в одну лінію. Після цього оберемо Тип обробки (рисунок 5.8) та елемент «Точение» по кривій (рисунок 5.9) обираємо потрібну нам криву та повторюємо операції з вибором інструменту(рисунок 5.10) та режимів різання (рисунок 5.11) та дивимось на результат (рисунок 5.12)

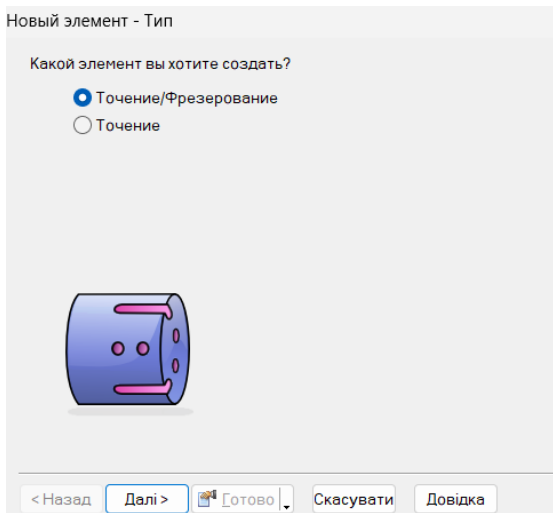


Рисунок 5.8 – Вікно з вибором типу обробки

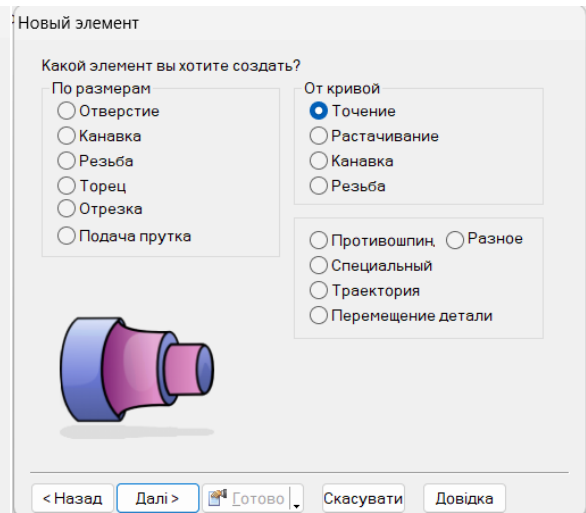


Рисунок 5.9 – Вікно з вибором елемента

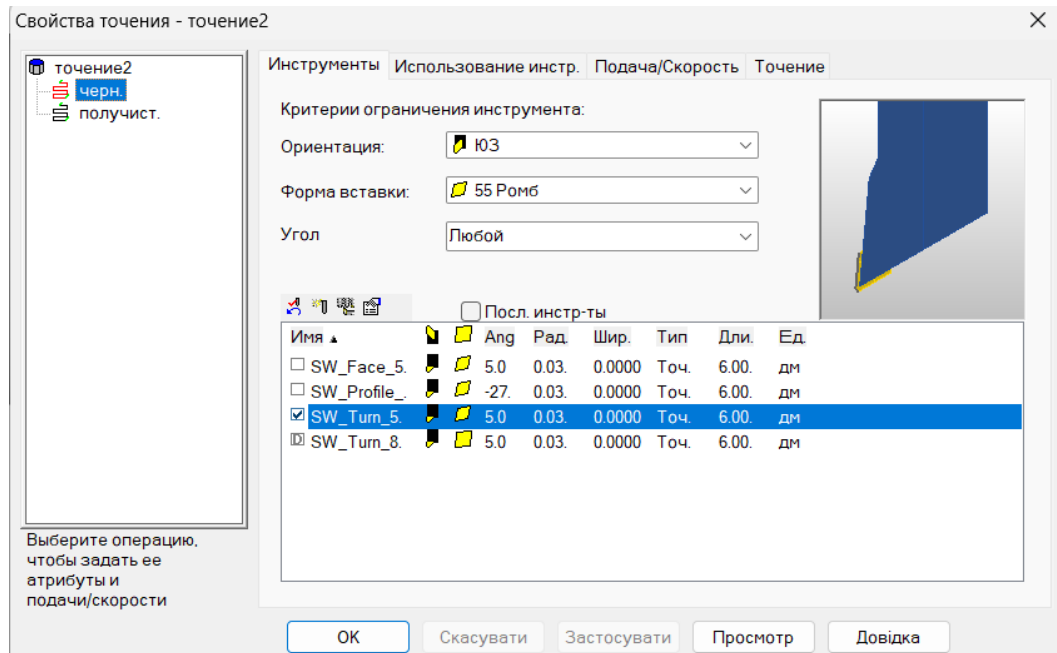


Рисунок 5.10 Вибір іструменту

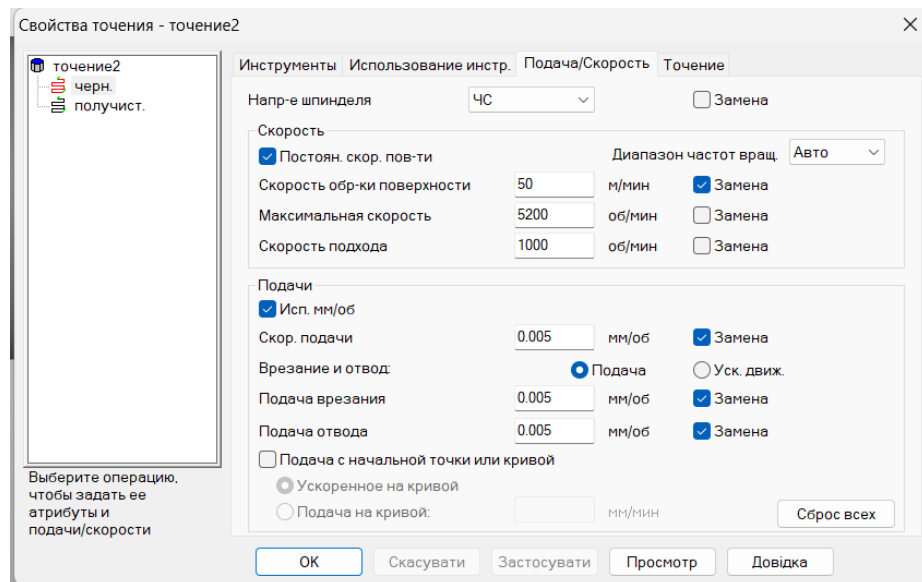


Рисунок 5.11 - Встановлення режимів різання

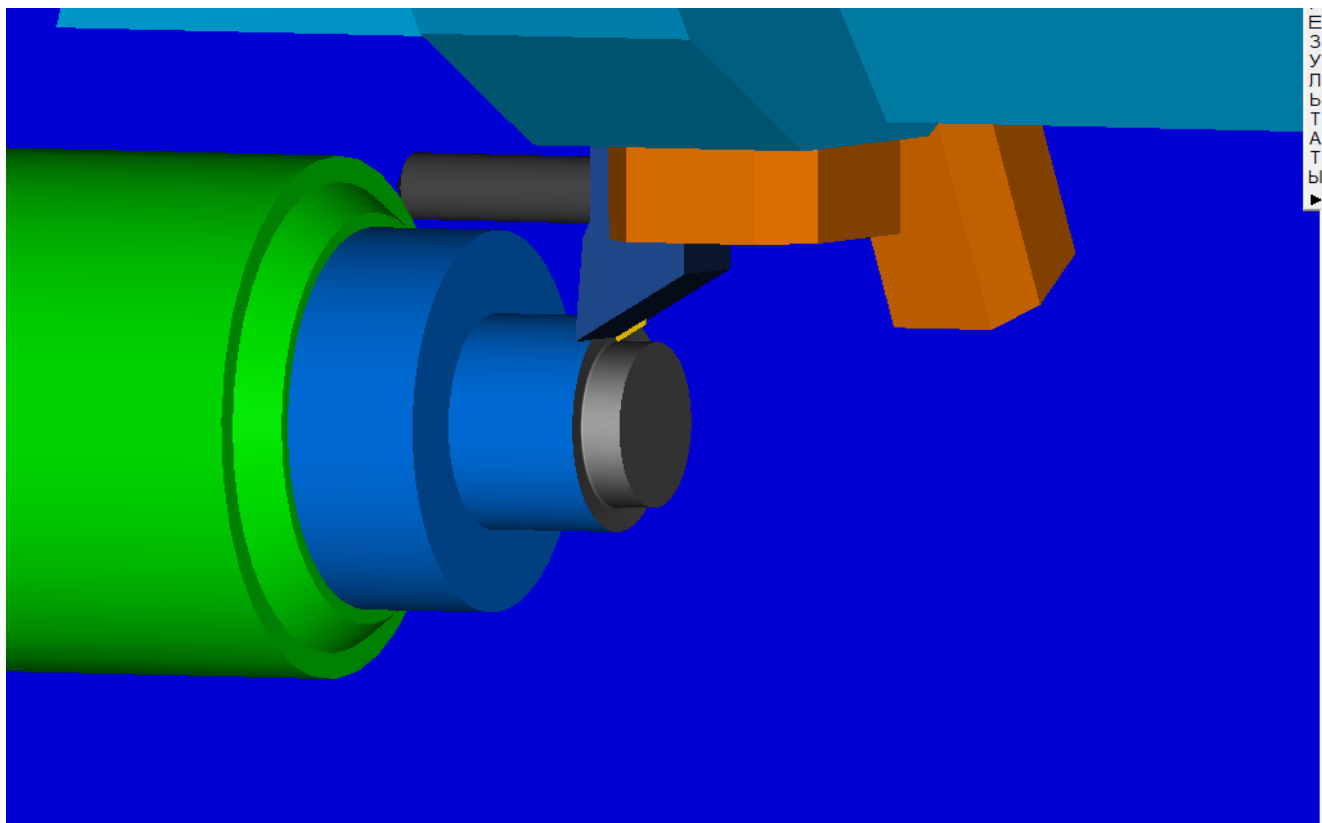


Рисунок 5.12 – Візуалізація операції повздовжнього точіння

5.4 Операція «Свердлення»

Обираємо тип обробки «Отверстие» (рисунок 5.13) обираємо тип отвору та де розташовано цей отвір. потім виконуємо ті ж операції з вибором інструменту,

режимів різання та дивимось отриманий результат (рисунок 5.14) . Наступна операція повторює дії цієї, тому буде занесено на (рисунок 5.15-5.17)

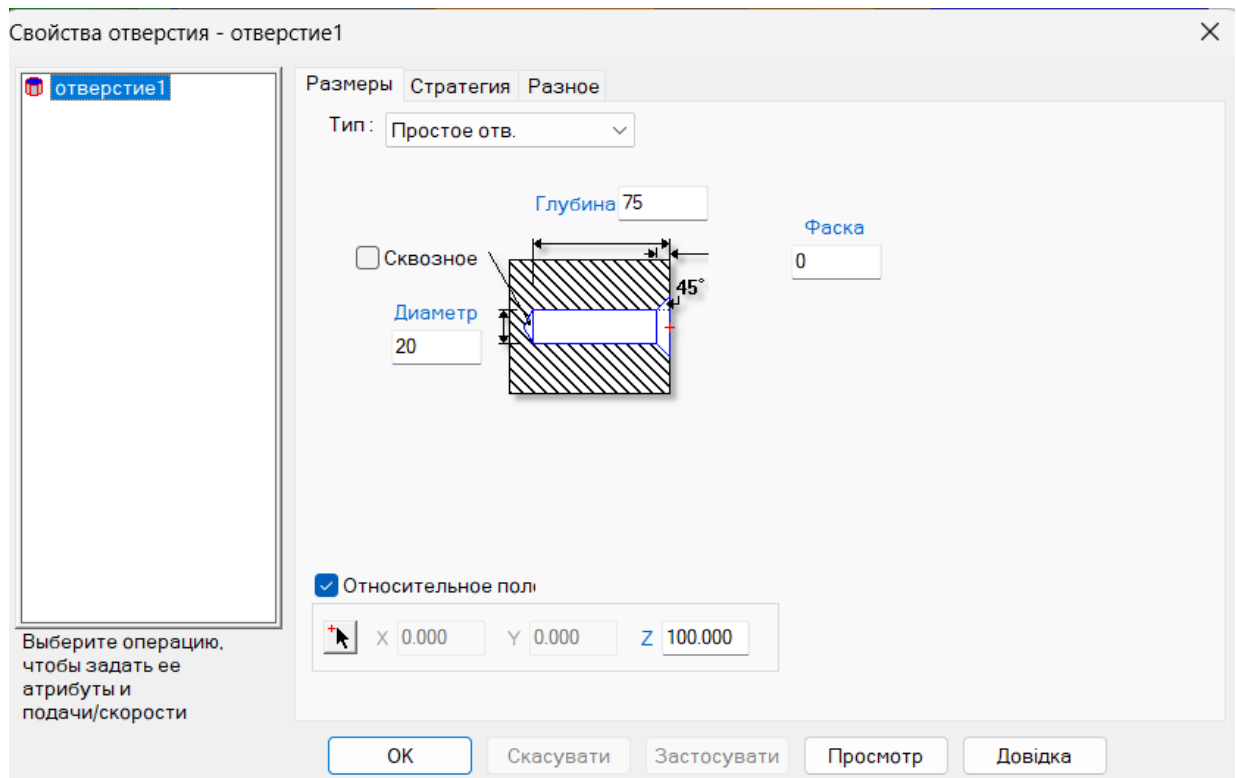


Рисунок 5.13 Вибір та стратегія обробки отвору

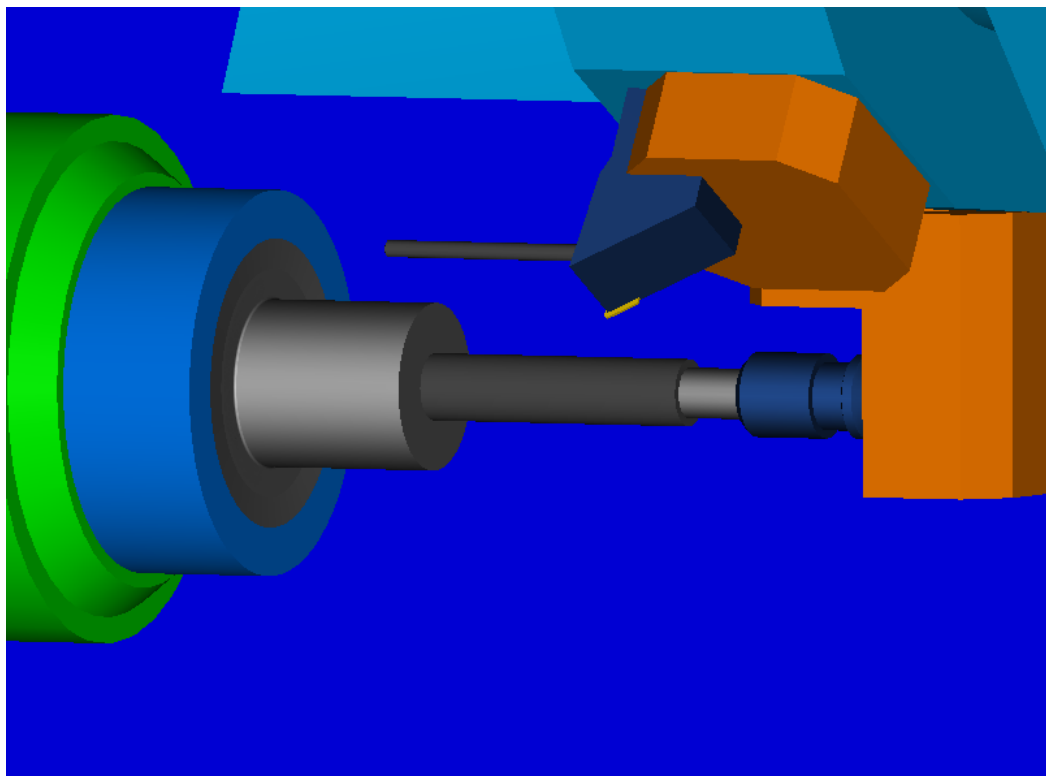


Рисунок 5.14 Результ візуалізації операції «Свердлення»

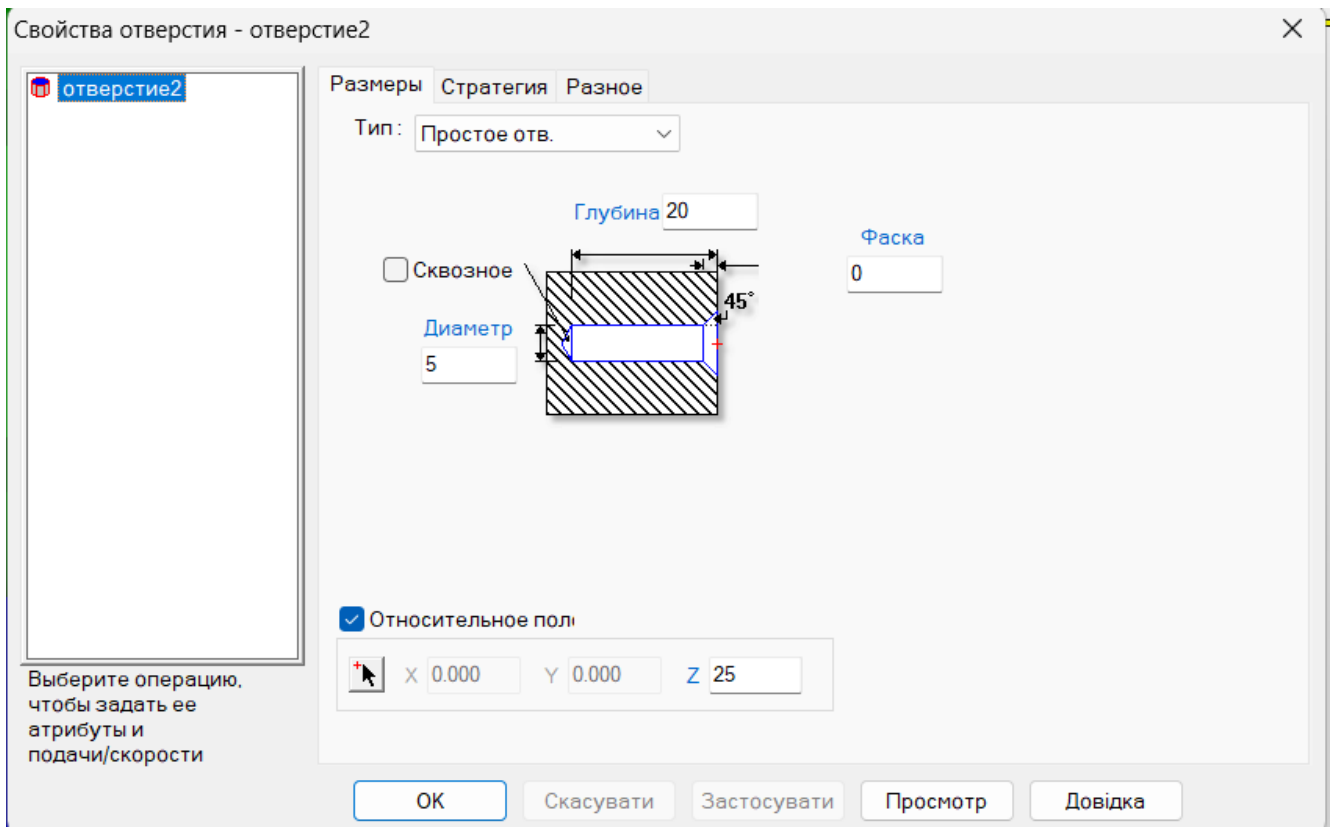


Рисунок 5.15 Вибір та стратегія обробки отвору

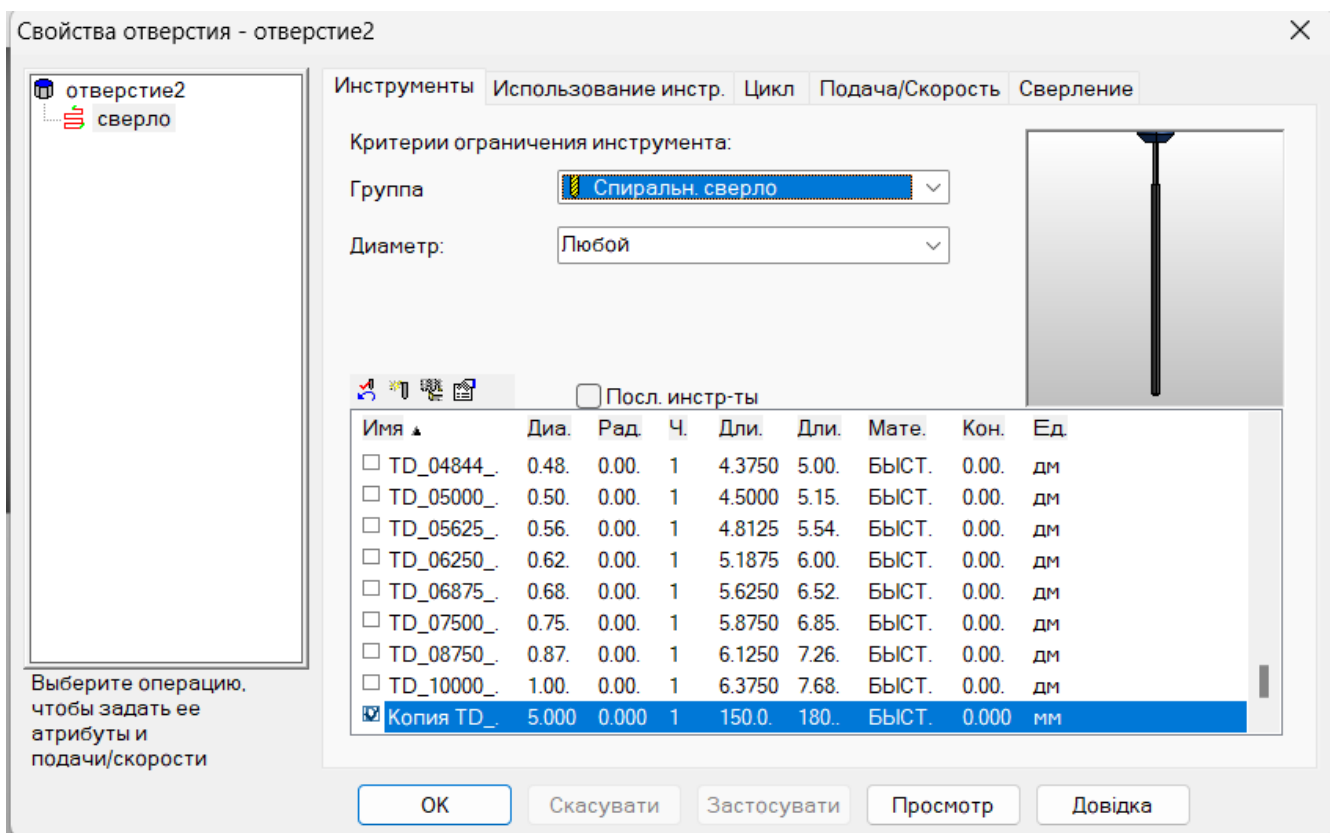


Рисунок 5.16 Вибір інструменту

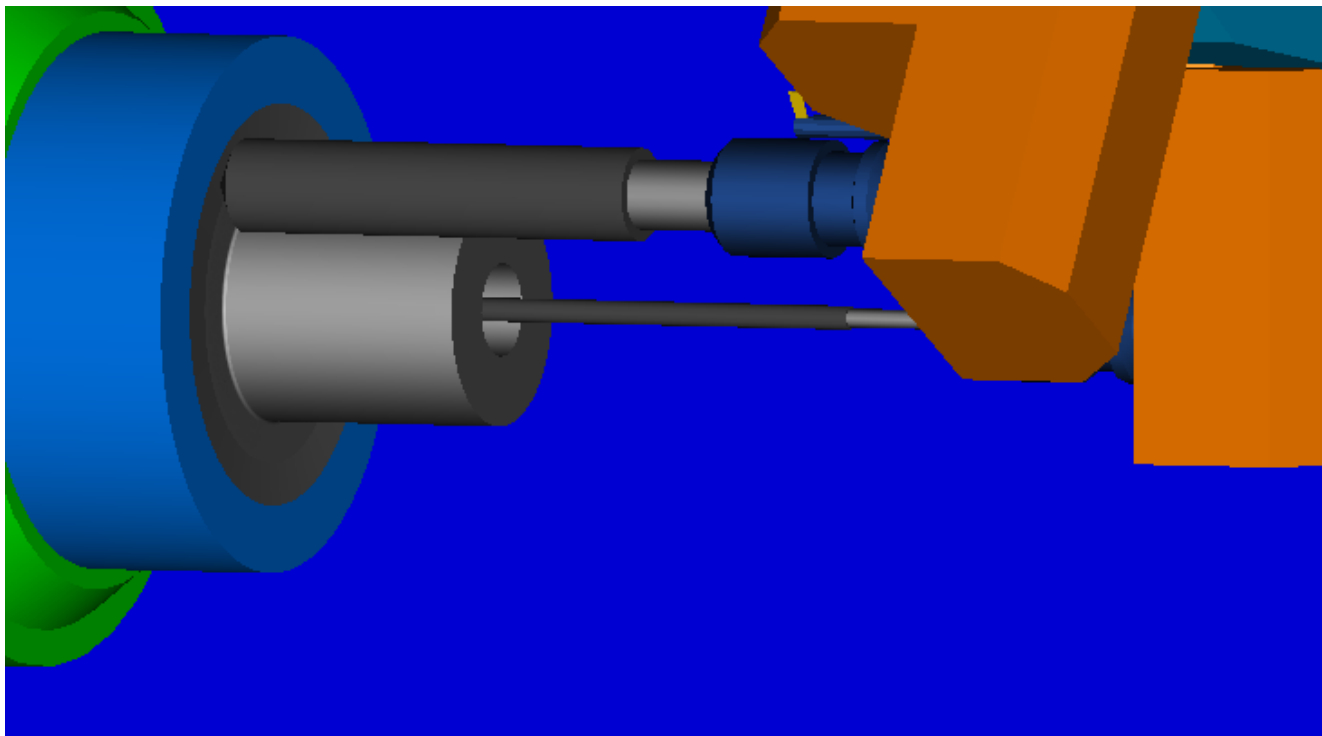


Рисунок 5.17 Результ візуалізації операції «Свердлення»

5.5 Операція «Розточування»

Ця операція дуже схожа на операцію повздовжнього точіння, тому дії по її виконанню дивитись в п. 5.3 (рисунок 5.18- 5.20)

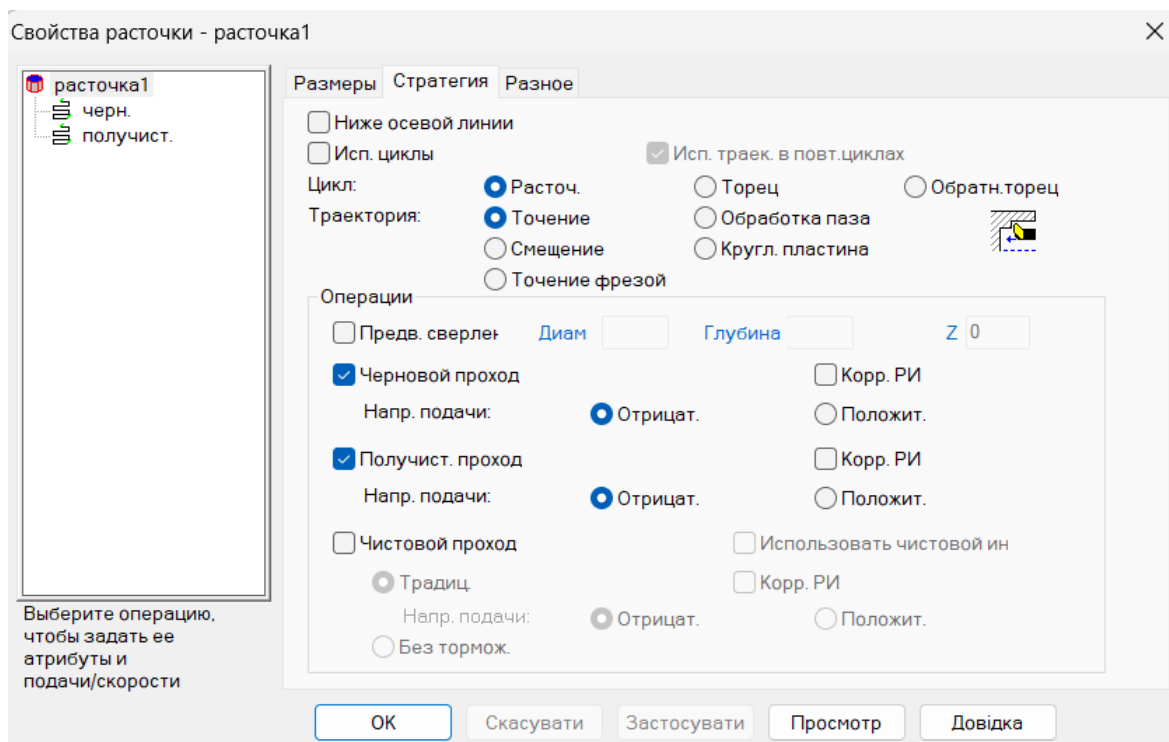


Рисунок 5.18 – Стратегія виконання операції «Розточування»

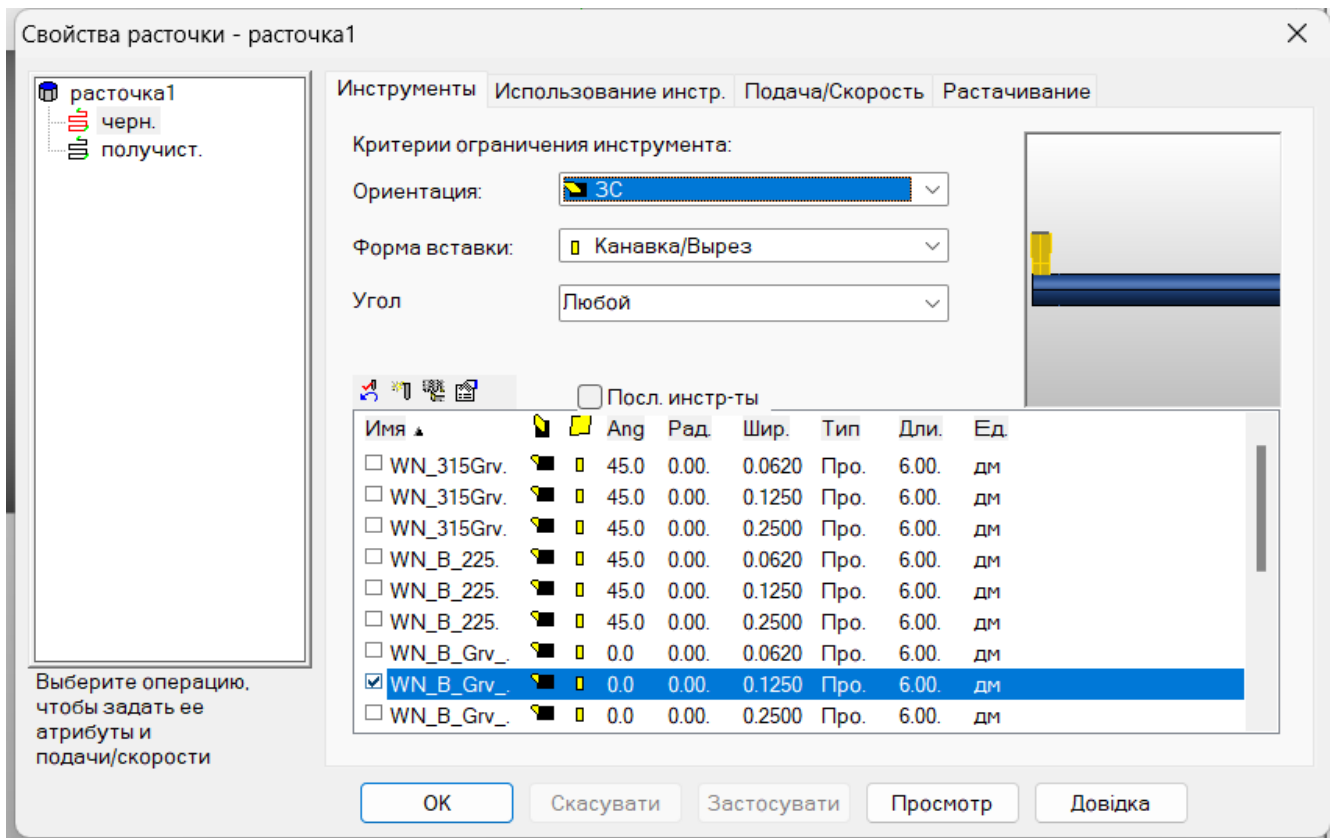


Рисунок 5.19 Вибір інструменту

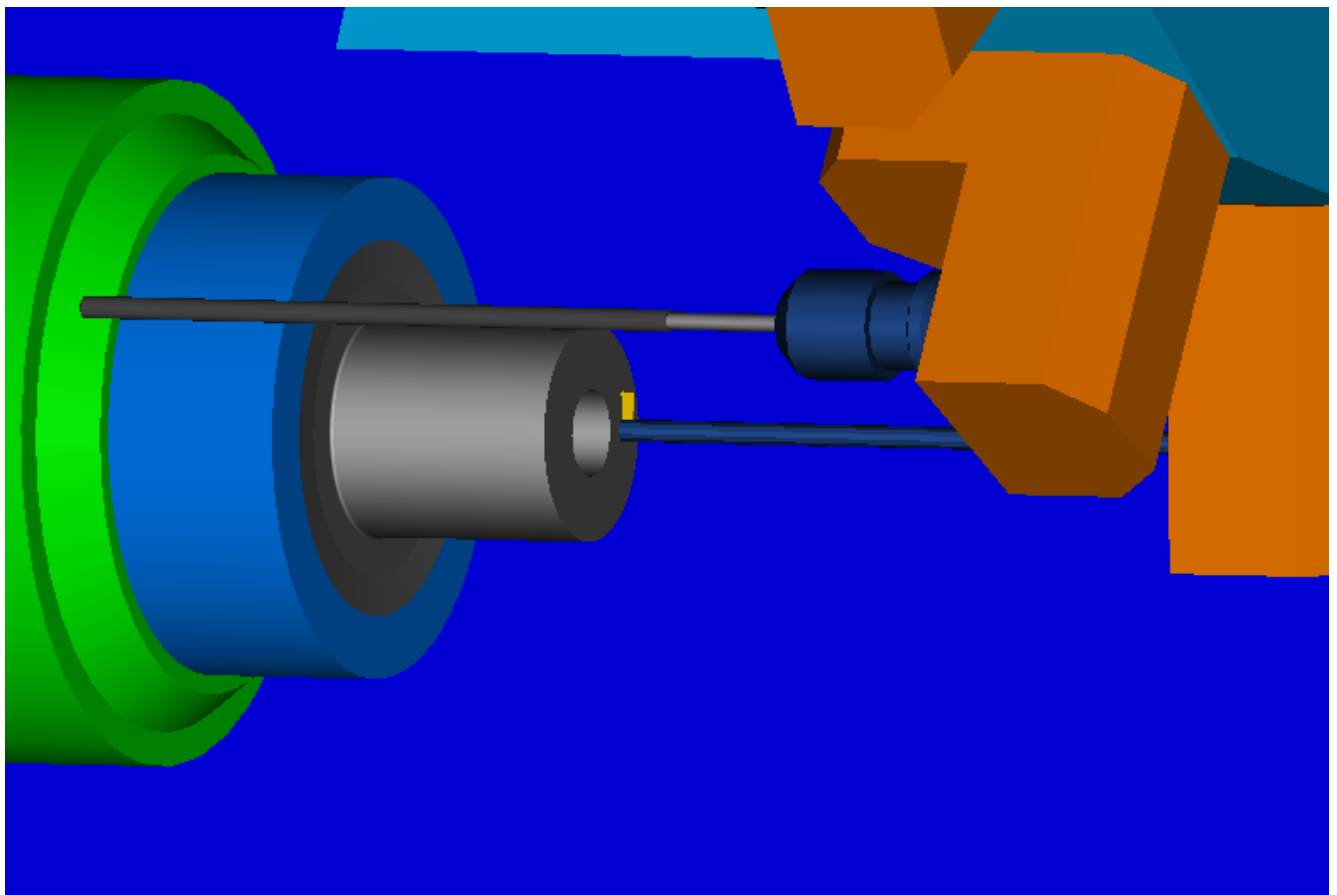


Рисунок 5.20 Результ візуалізації операції «Розточування»

ЛІТЕРАТУРА

1. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. — Д. : Східний видавничий дім, 2004—2013.
2. Шехурдин В.К., Несмотряев В.И., Федоренко П.И. Горное дело: Учебник для техникумов. - М.: Недра, 1987. - 440 с.
3. Сталь марки 35. URL: https://metallischekiy-portal.ru/marki_metallov/stk/35 (Дата звернення 16.01.2024)
4. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные; Міждержавний - стандарт метрології та сертифікації. Замість ГОСТ 7505-74. Від 01.07.90
5. Токарний верстат CORMAK TORNADO 360. URL: https://mast-group.com.ua/catalog/metaloobrobne_obladnannya/tokarni_verstati_po_metalu/3980/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=iw/pmax/ua/tovary_100000&utm_term=&gclid=CjwKCAiAx_GqBhBQEiwAIDNAZksR_ZIAIz9rEQANSh17UY6DAs9ZlmsHNz5_tF8zpuMg3diFas8_ChoCqvIQAvD_BwE#props/. (Дата звернення 16.01.2024)
6. Вертикально-фрезерний верстат Bernardo BFM180. URL: <https://storgom.ua/ua/product/vertikalno-frezernyy-standok-bernardo-bfm-180-02-1310xl.html>. (Дата звернення 16.01.2024)
7. Внутрішньошліфувальний верстат JHI-150NC. URL: <https://www.stankoimpuls.ru/catalog/vnutrishlifovalnye-stanki-/vnutrishlifovalnye-stanki-jhi-150nc/>. (Дата звернення 16.01.2024)
8. Круглошліфувальний верстат Bernardo URS 1000N. URL: <https://storgom.ua/ua/product/krugloshlifovalnyy-standok-bernardo-urs-1000-n-05-1382xl.html#properties-tab>. (Дата звернення 16.01.2024)
9. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х томах Т1. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4-е изд. переработанное и дополненное – М.: Машиностроение. 1986г. – 656 с.
10. Справочник технолога-машиностроителя В 2-х томах Т2. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4-е изд. переработанное и дополненное – М.: Машиностроение. 1986г. – 496 с.

11. Общемашиностроительные нормативы режимов резания часть I
12. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках, часть I-М.: Машиностроение, 1967
13. Справочник приспособления: Справочник. В 2-х томах. Под ред. Б.Н. Вардашкина, Т1 : М.: Машиностроение. 1984г. – 592 с.
14. Справочник приспособления: Справочник. В 2-х томах. Под ред. Б.Н. Вардашкина, Т2 : М.: Машиностроение. 1984г. – 656 с.

Аналіз відомих типів долот

Лопастне долото



- Переваги**
- Висока ефективність;
 - Універсальна конструкція;
 - Буріння термальних та надглибоких свердловин

- Недоліки**
- Інтенсивне зношування;
 - Високий момент;
 - Швидка втрата діаметра долота;



Шарошечне долото

- Переваги**
- Почергова взаємодія зубців з матеріалом
 - Використання опор кочення, що значно знижує крутний момент;

- Недоліки**
- Значна витрата енергії;
 - Утворення великої кількості пилу;

Секторне долото



- Переваги**
- Формування крзлого вибою;
 - Гарне центрування;

- Недоліки**
- Низька швидкість буріння;
 - Вузька область застосування;
 - Підвищені вимоги до вибору свердловини;



Бур шнековий

- Переваги**
- Висока швидкість буріння;
 - Безперервне вилучення пародки;
 - Робота у відсутності промивання

- Недоліки**
- Небелічка глибина буріння;
 - Висока споживна потужність;

Корончасті свердла



- Переваги**
- Швидкість різання
 - Продуктивність
 - Точність обробки



- Недоліки**
- Неможливість обробки глухих отворів



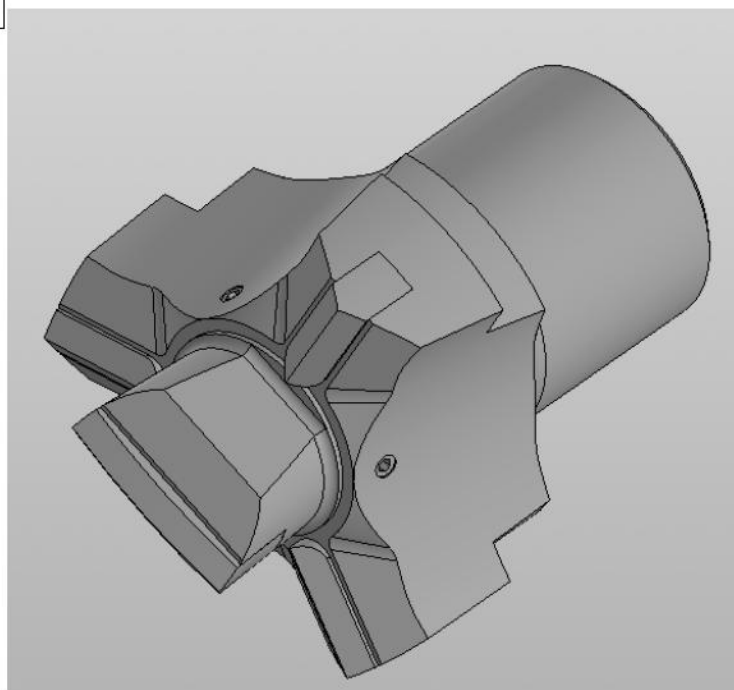
Врізне долото



Фрезер кільцевий



Фрезер завітки



Имя/Лист	№ докум.	Лист	Дата	Коронка вид 3D	Лист	Масса	Масштаб
Разработ	Шарошечко						1:1
Проект	Краснобид				Лист	Листов	1
Инженер							
Мет							

Лист № докум. | Вид и дата | Взам. инв. № | Инв. № докум. | Лист и дата | Стр. №

Аналіз відомих типів долот

Лопастне долото



Переваги

- Висока ефективність;
- Універсальна конструкція;
- Буріння термальних та надглибоких свердловин

Недоліки

- Інтенсивне зношування;
- Високий момент;
- Швидка втрата діаметра долота;



Шарошечне долото

Переваги

- Почергова взаємодія зубців з матеріалом
- Використання опор кочення, що значно знижує крутний момент;

Недоліки

- Значна витрата енергії;
- Утворення великої кількості пилу;

Секторне долото



Переваги

- Формування круглого вибою;
- Гарне центрування;

Недоліки

- Низька швидкість буріння;
- Вузька область застосування;
- Підвищені вимоги до вибору свердловини;



Бур шнековий

Переваги

- Висока швидкість буріння;
- Безперервне вилучення породи;
- Робота у відсутності промивання

Недоліки

- Невелика глибина буріння;
- Висока споживна потужність;

Корончасті свердла



Переваги

- Швидкість різання
- Продуктивність
- Точність обробки



Недоліки

- Неможливість обробки глухих отворів



Врізне долото



Фрезер кільцевий



Фрезер забійний

Перв. примен.

Справ. №

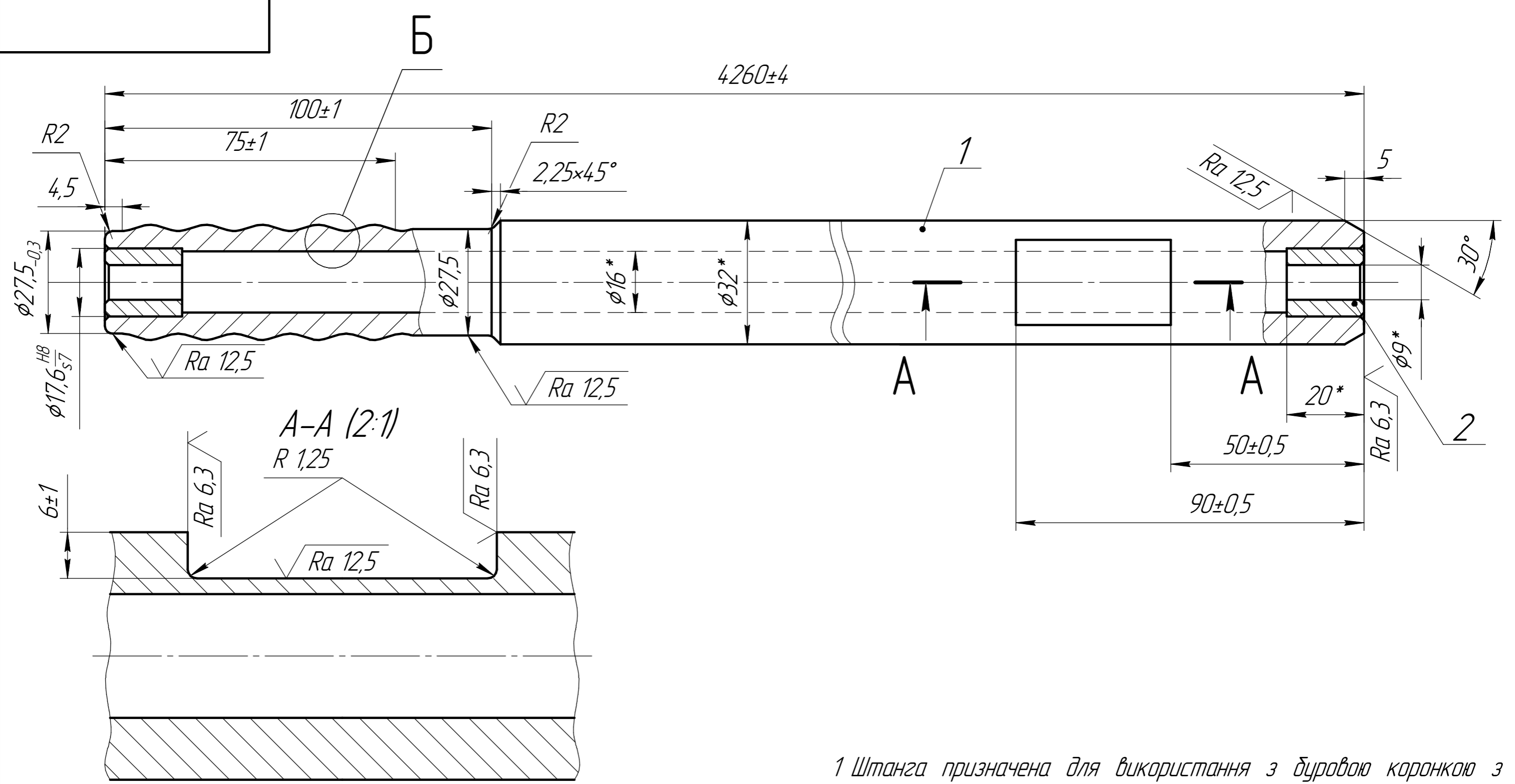
Подп. и дата

Инд. № д.ц.д.

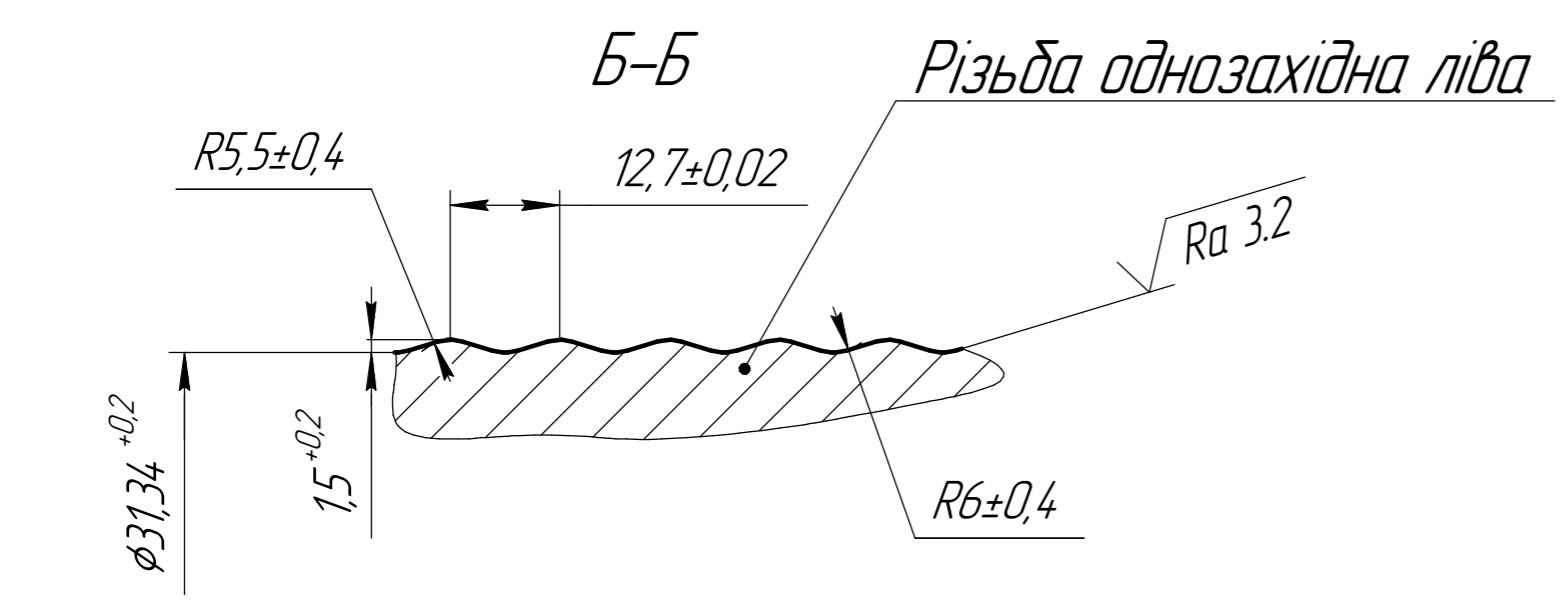
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.



1 Штанга предназначена для использования с буровой коронкой с
 резьбой по ISO 10208 та пластинами M-104903-1, M-104903-2
 2 ISO 2678-тК



Изм.	Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Штанга Складальний кресленник	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Шрамченко А.А.							1:1
Пров.	Красновид Д.О.					Лист	Листов	1
Т.контр.								
И.контр.								
Утв.								

Перв. примен.

Справ. №

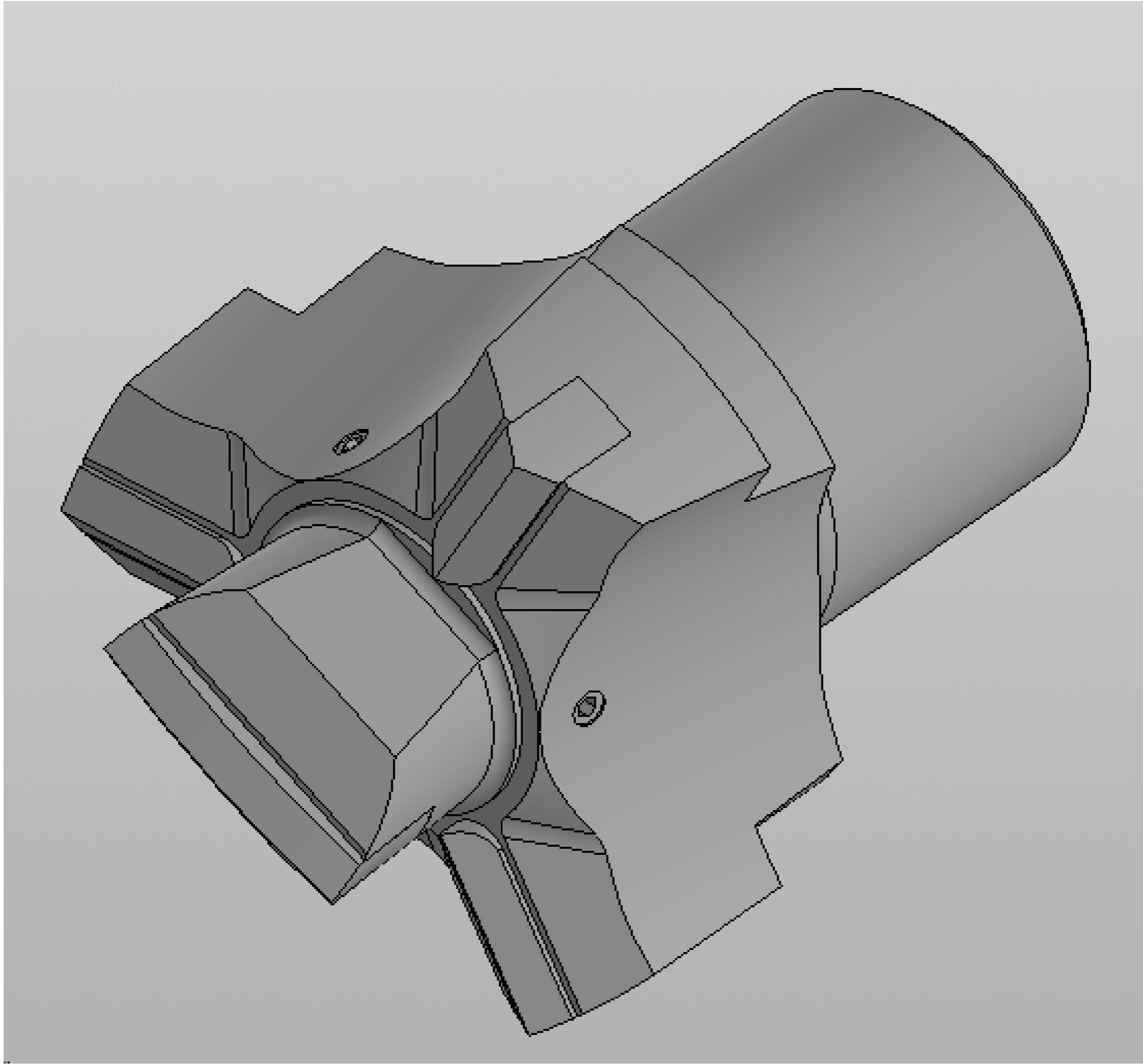
Подп. и дата

Инв. № дцкл.

Взам. инв. №

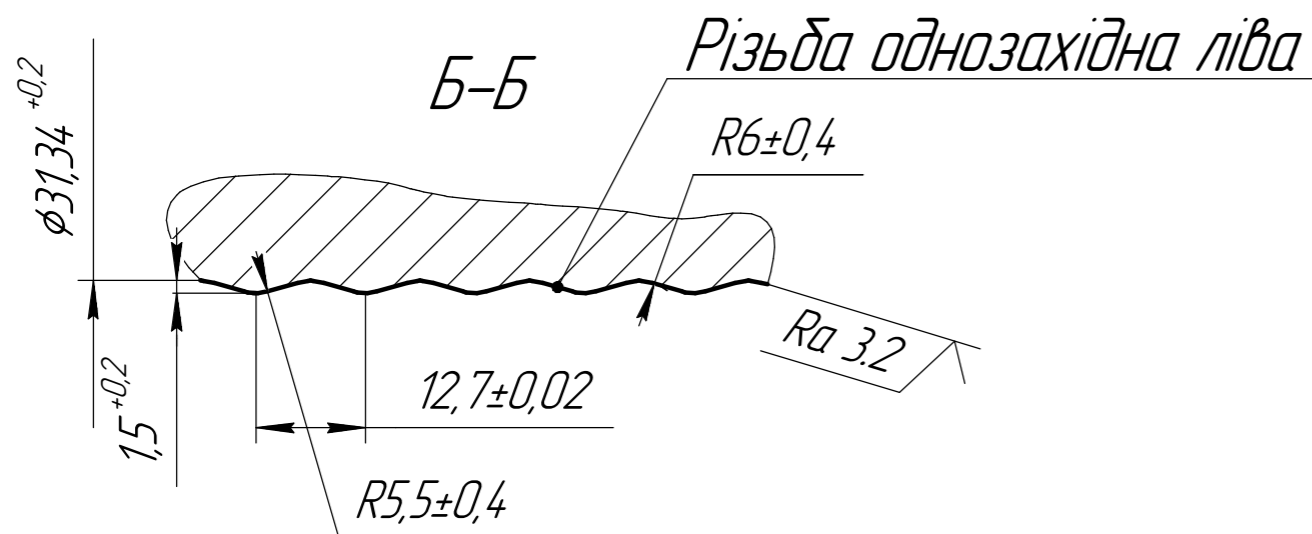
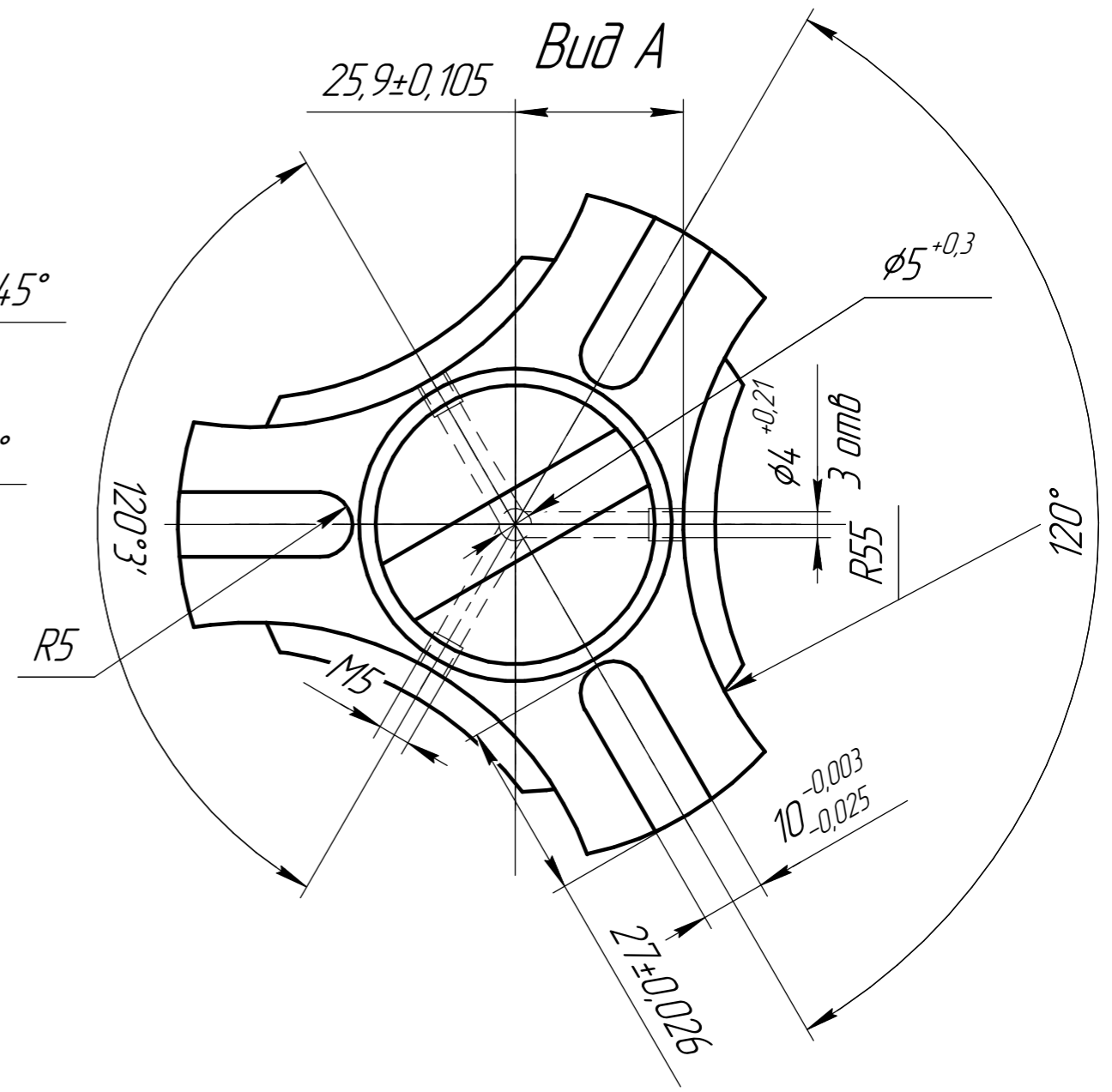
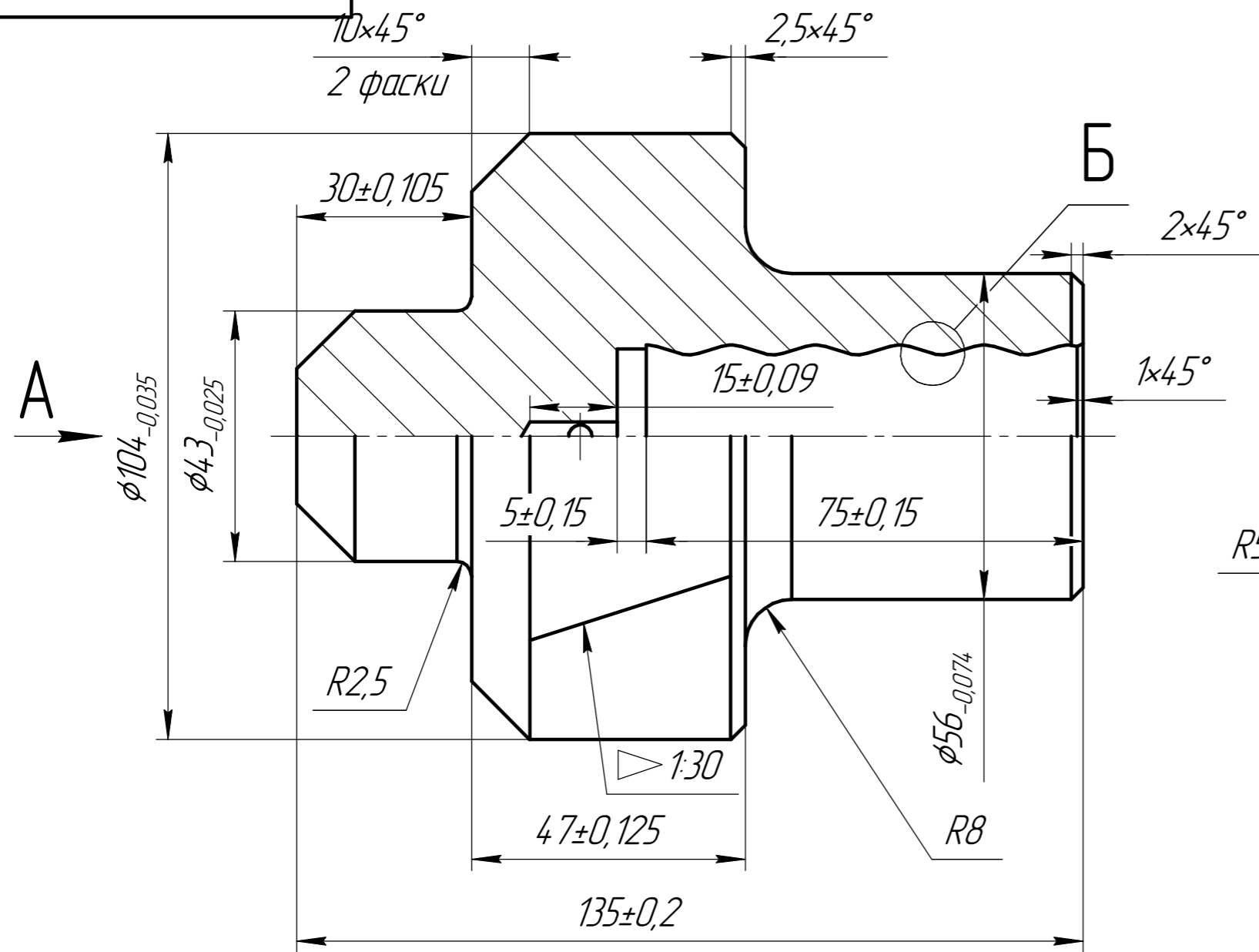
Подп. и дата

Инв. № подл.



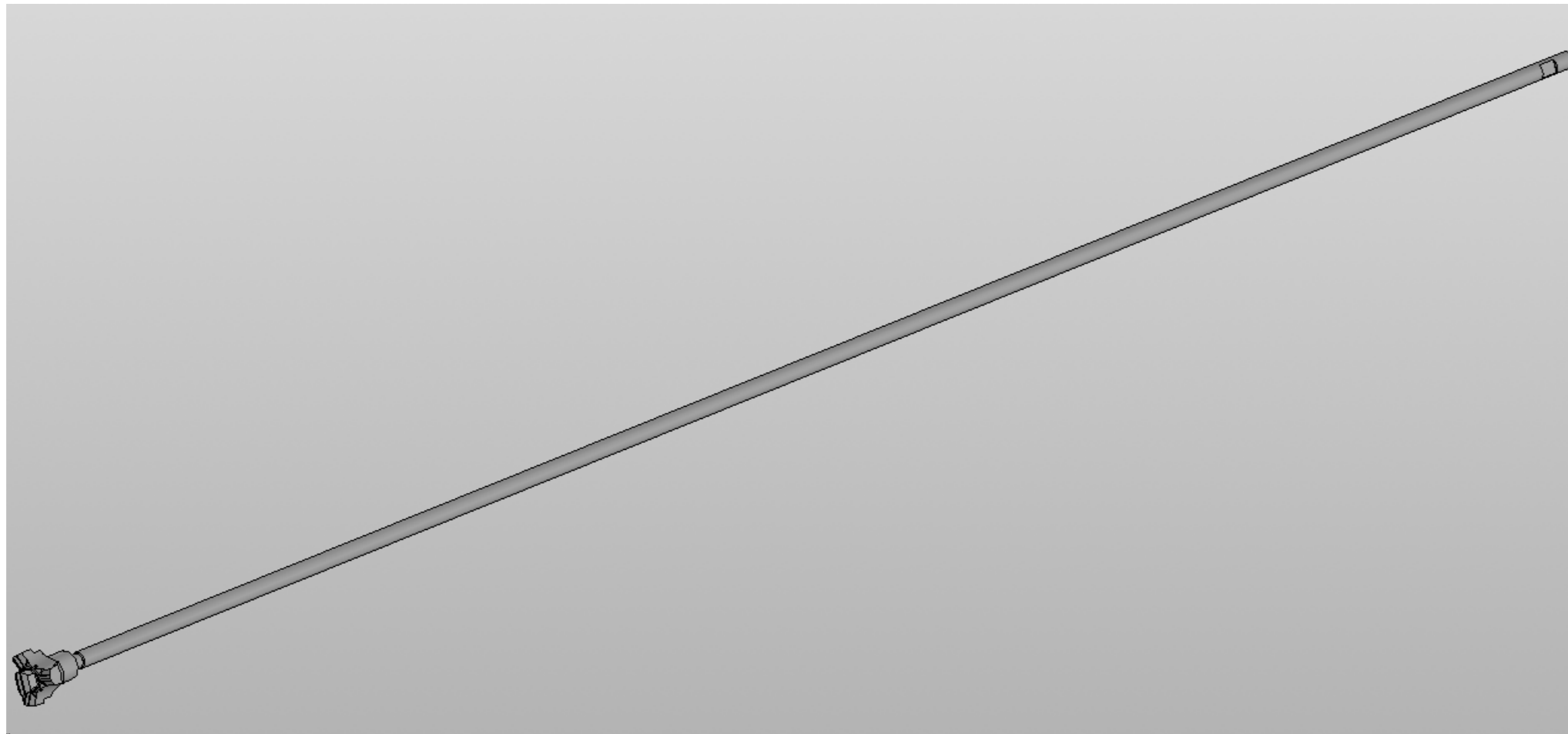
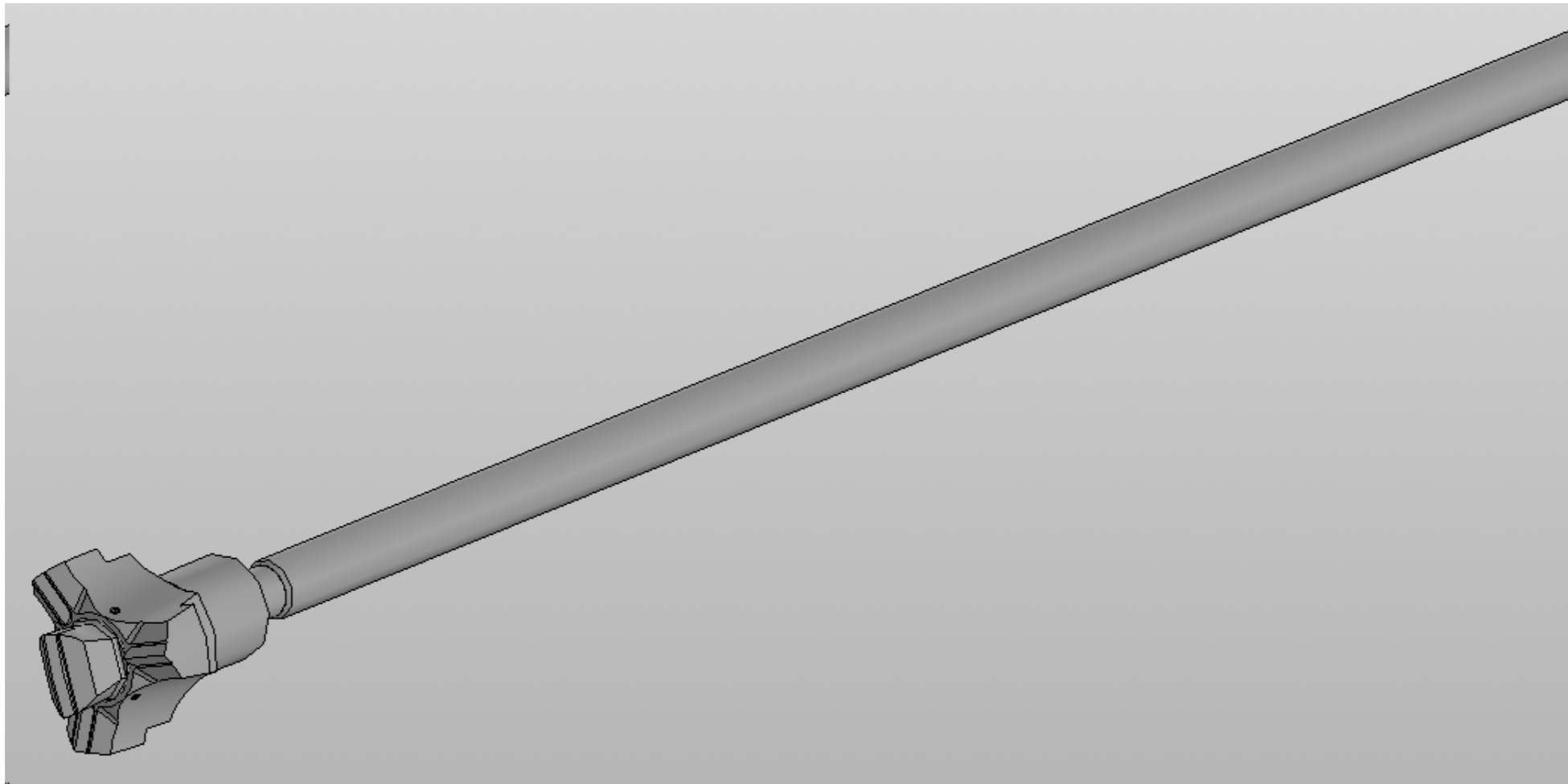
Виконав: Шрамченко А.А
Керівник Красновид Д.О

Перв. примен.					
Справ. №					
Подп. и дата					
Взам. инв. №					
Инв. № д/цкл.					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					



- * - розмір для довідок
- Твердість 63...65HRC
- Загальні допуски по ISO 2678-тК
- Перед використанням відкрутити захисні гвинти

Изм.	Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Шрамченко						1:1
Пров.	Красновид						
Т.контр.					Лист	Листов	1
Н.контр.							
Утв.							



Виконав: Шрамченко А.А
Керівник: Красновид Д.О

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дцкл.

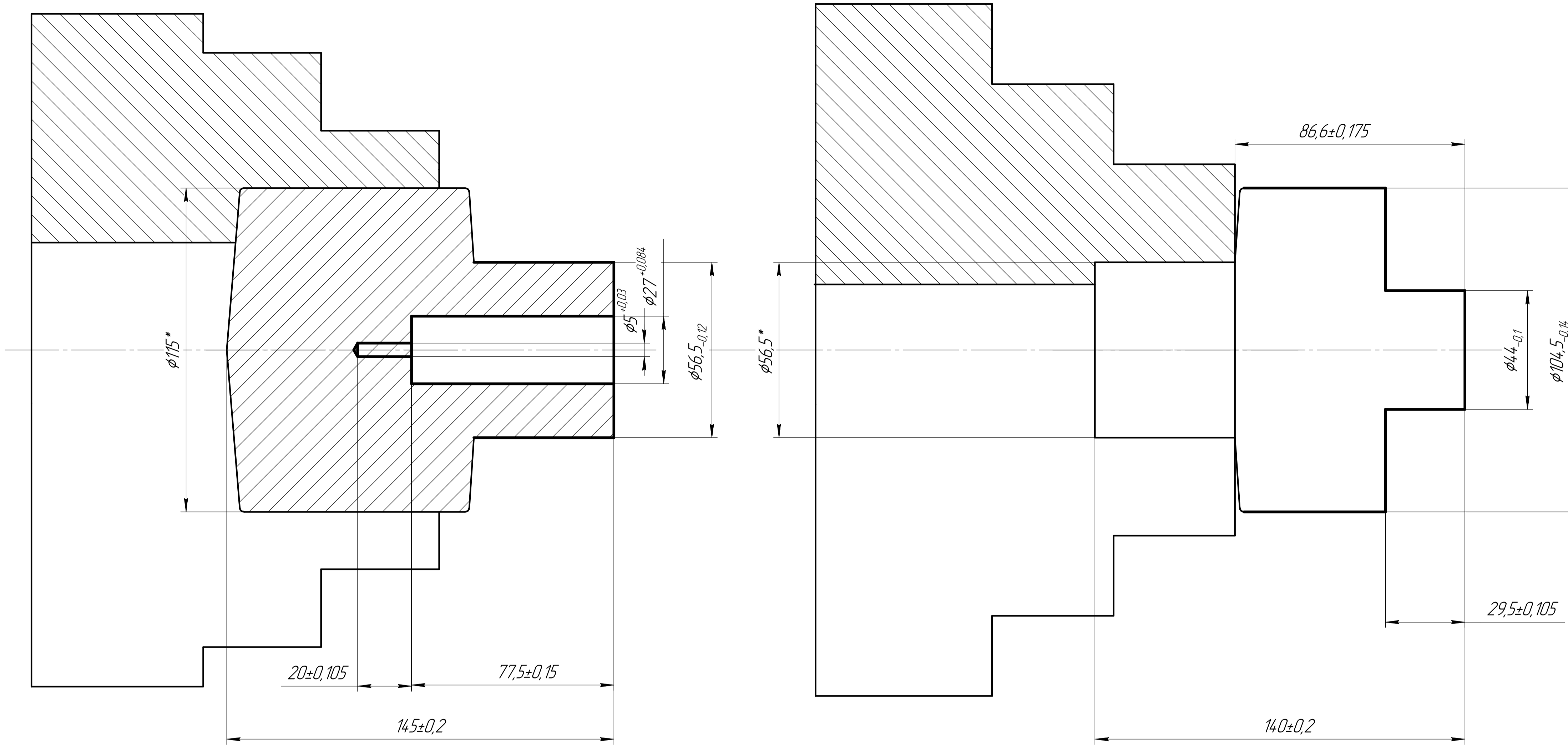
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Перехід 2-8

Перехід 10-14



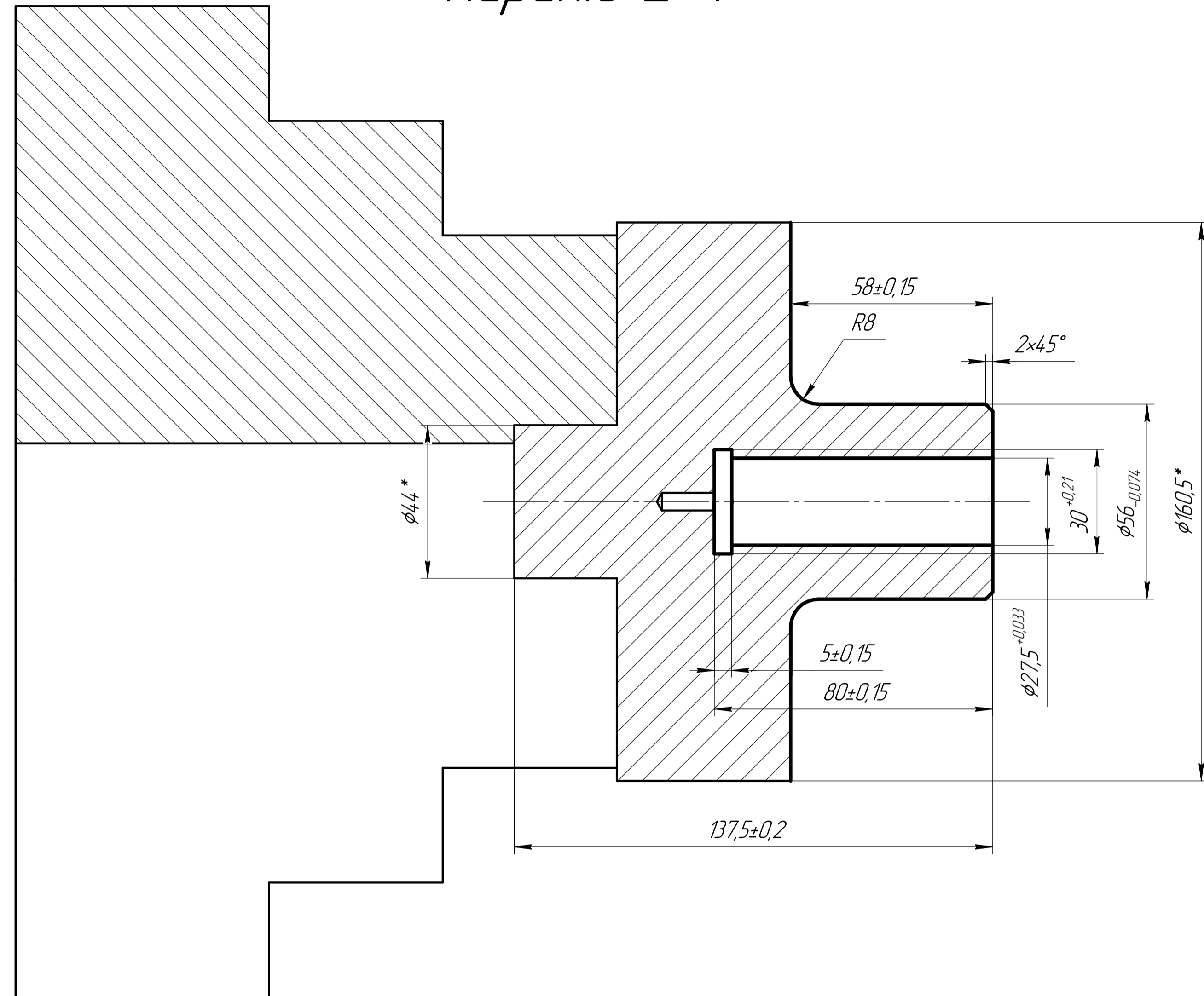
№ інструменту	Зображення інструменту	Траекторія переміщення інструменту
1		
1		
2		
3		
4		

Номер переходу	№ інструменту	Назва інструменту	V, м/хв	t, мм	S, мм/од	n, од/хв	T _о , хв
2	1	Різець контурний	18,4	2,5	0,8	90	0,96
3	1	Різець контурний	81,64	3,0	0,8	400	0,18
4	1	Різець контурний	14,8	1,25	0,5	800	0,14
5	2	Свердло спіральне	31,4	10	0,2	500	0,8
6	3	Свердло спіральне	25,1	2,5	0,15	1600	0,1
7	4	Різець розточний	125,6	1,25	0,15	2000	0,6
8	4	Різець розточний	125,6	0,8	0,1	2000	0,4
10	1	Різець контурний	144,5	2,5	0,8	400	0,4
11	1	Різець контурний	101,1	3,5	1,0	280	0,33
12	1	Різець контурний	135,6	1,75	0,9	400	0,25
13	1	Різець контурний	131,25	3,95	0,6	400	0,68
14	1	Різець контурний	132,7	3,5	0,5	650	0,3

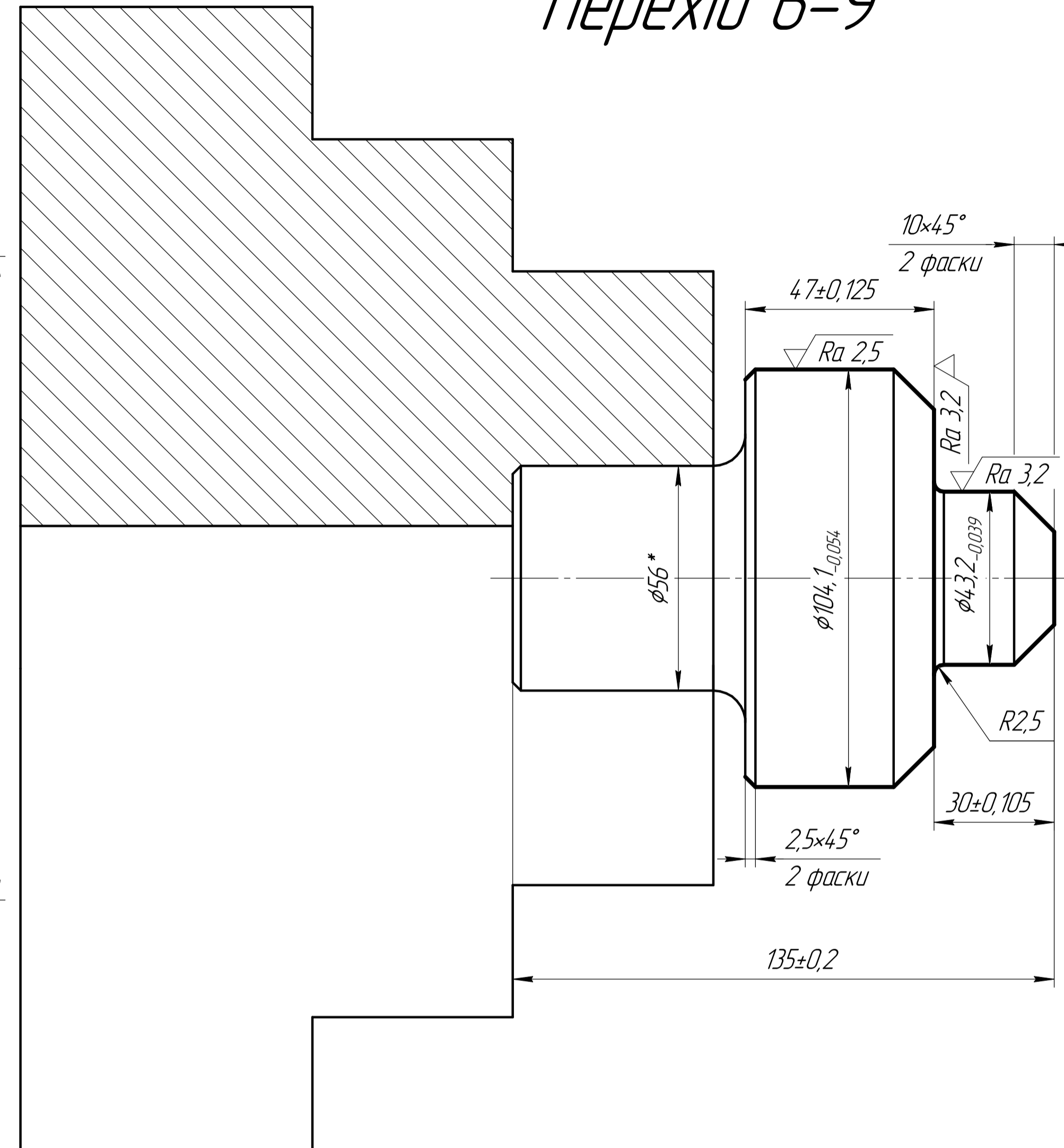
* - розміри для довідок

Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист	Маса	Масштаб
010	Токарна з ЧПК			Н		1:1
Лист	Листів	1				

Перехід 2-4



Перехід 6-9



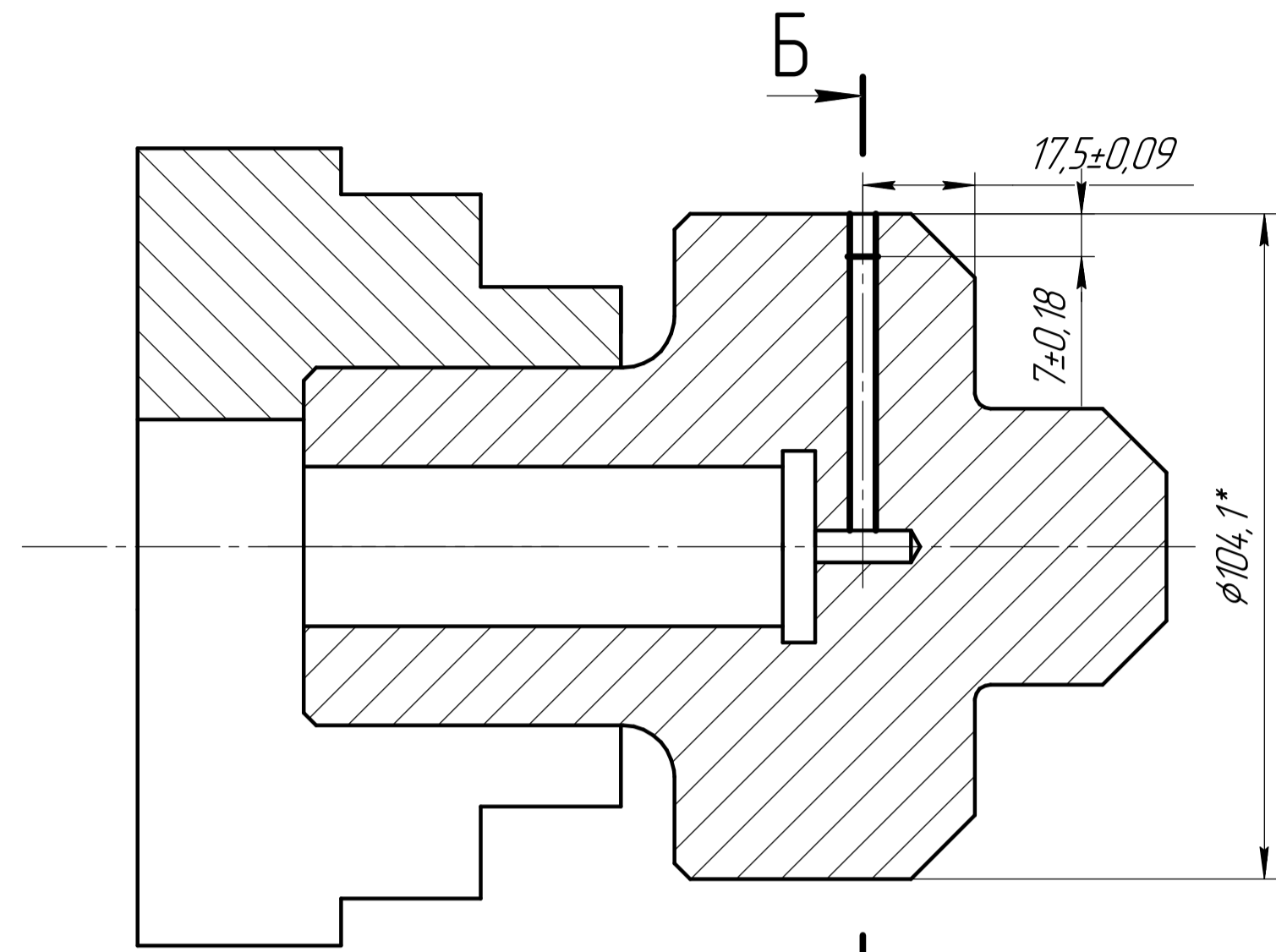
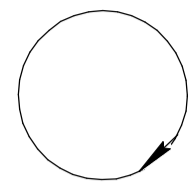
№ інструменту	Зображення інструменту	Траекторія переміщення інструменту
1		
1		
2		

Номер переходу	№ інструменту	Назва інструменту	V, м/хв	t, мм	S, мм/об	n, об/хв	T _о , хв
2	1	Різець контурний	18,4	2,5	0,8	90	0,42
3	1	Різець контурний	283,9	0,25	0,14	1600	0,16
4	2	Різець контурний	167	0,45	0,11	2000	0,4
6	1	Різець розточний упорний	138,2	2,5	0,8	1000	0,03
7	1	Різець контурний	131,3	2	0,8	400	1,43
8	1	Різець контурний	221	0,2	0,3	1600	0,07
9	1	Різець контурний	262,5	0,1	0,18	800	0,7

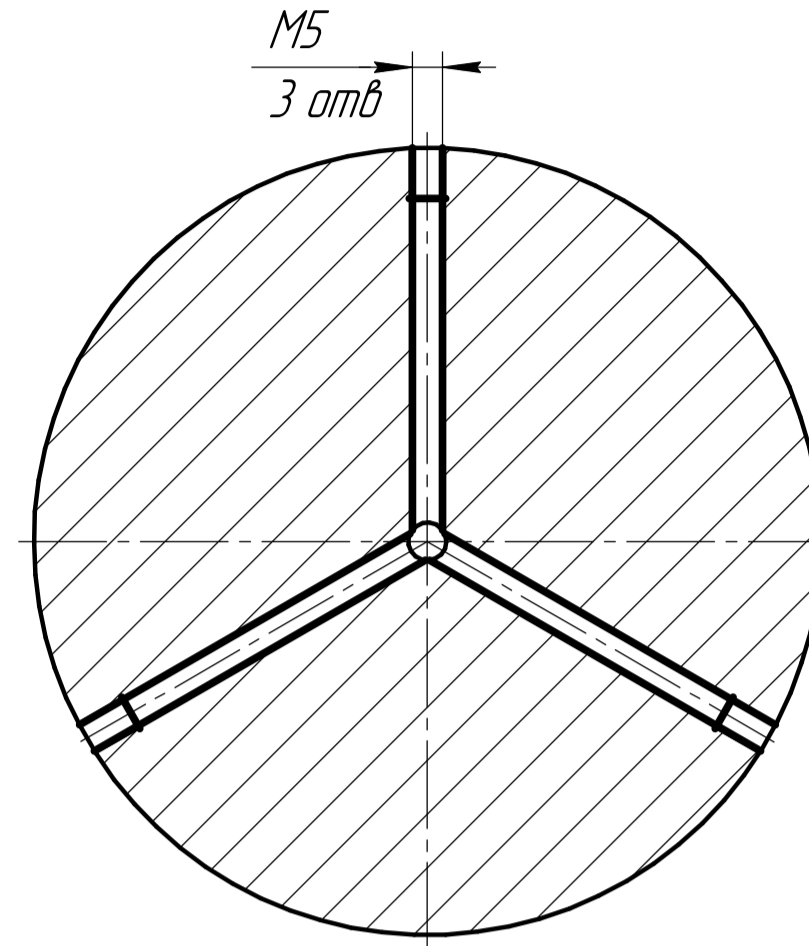
* - розміри для довідок

№ лист	№ док.м.	Підп.	Дата	020 Токарна з ЧПК	Лист	Маса	Масштаб
Разроб.	Шрамченко				Н		1:1
Проб.	Красновид				Лист	Листів	1
Т.контр.							
Н.контр.							
Утв.							

Перехід 2-3



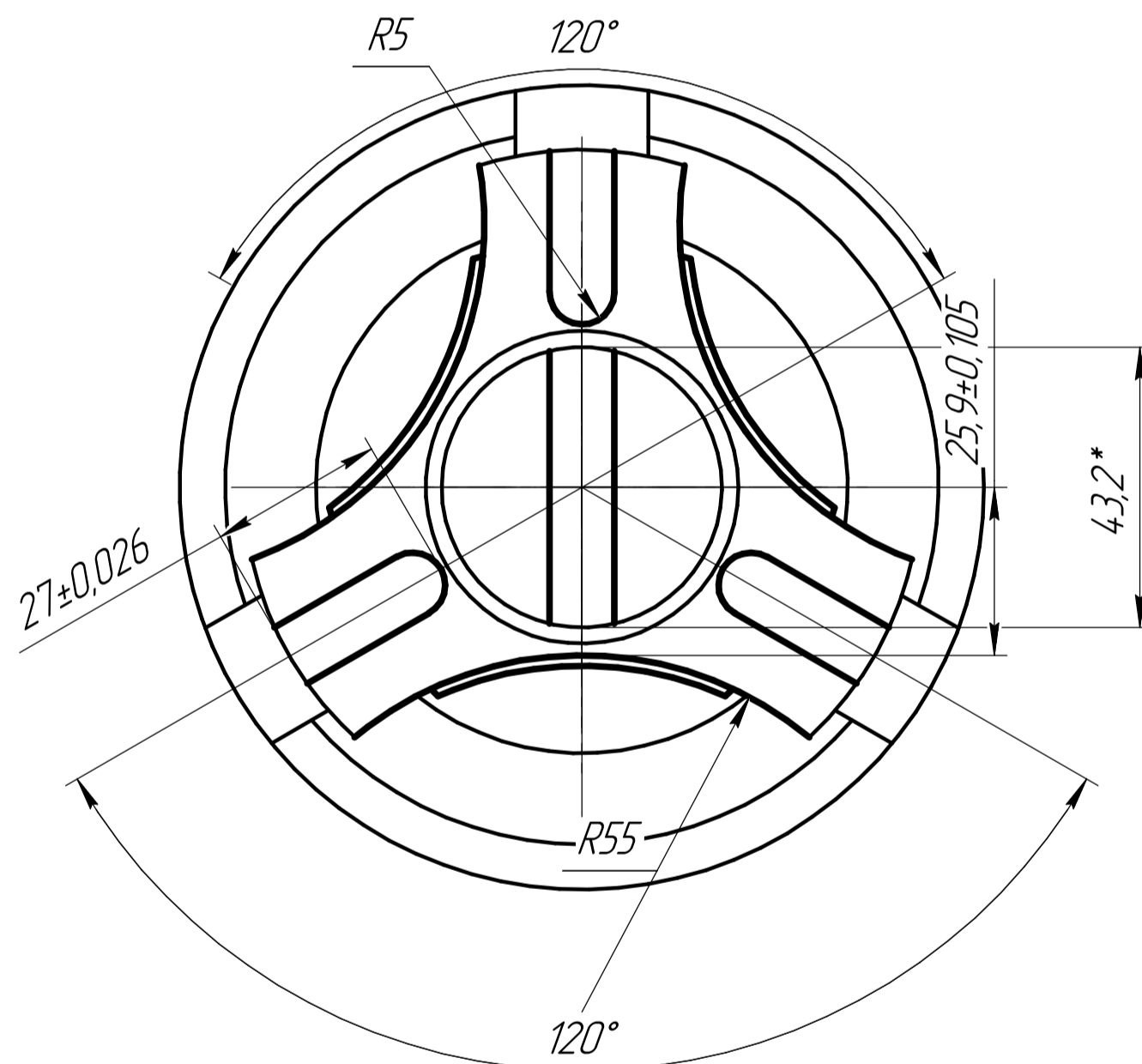
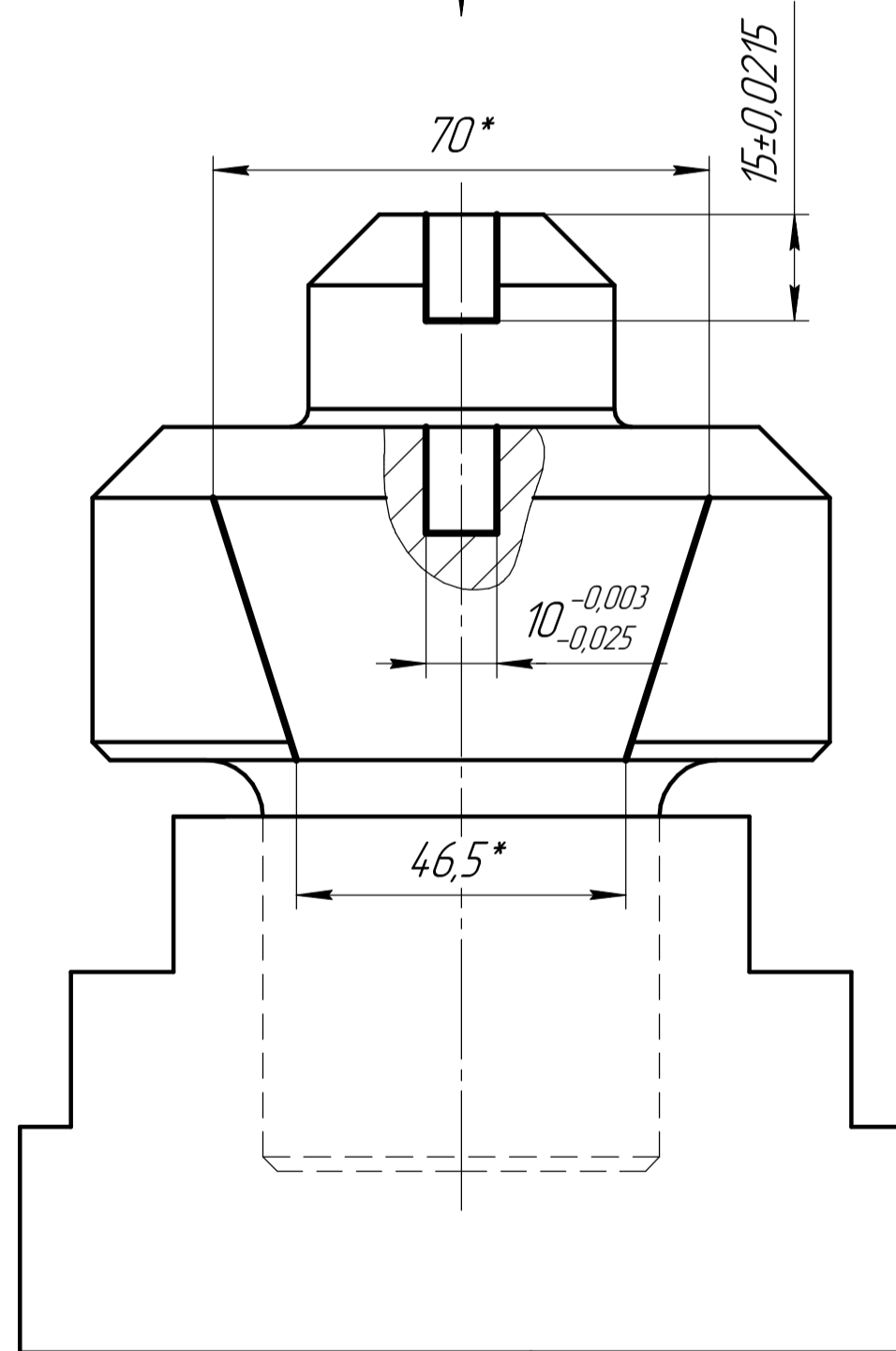
Б-Б



Б
A

Перехід 5-6

Вид А



№ інструменту	Зображення інструменту	Траєкторія переміщення інструменту
1		
2		
3		
4		

Номер переходу	№ інструменту	Назва інструменту	V, м/хв	t, мм	S, мм/зуб	n, об/хв	T ₀ , хв
2	1	Свердло спіральне	29,75	2,1	0,12	2256	0,5
3	2	Мітчик машинний	5,4	2,5	0,8	430	0,2
5	3	Фреза кінцева конічна	14,1	55	0,15	560	2,49
6	4	Фреза кінцева	35	5	0,015	390	1,2

№ лист	№ док.м.	Підп.	Дата	025 Свердлильно-фрезерна з ЧПК	Лит.	Маса	Масштаб
Разроб.	Шрамченко						1:1
Проб.	Красновид				Лист	Листів	1
Т.контр.							
Н.контр.							
Утв.							

Перв. примен.

Справ. №

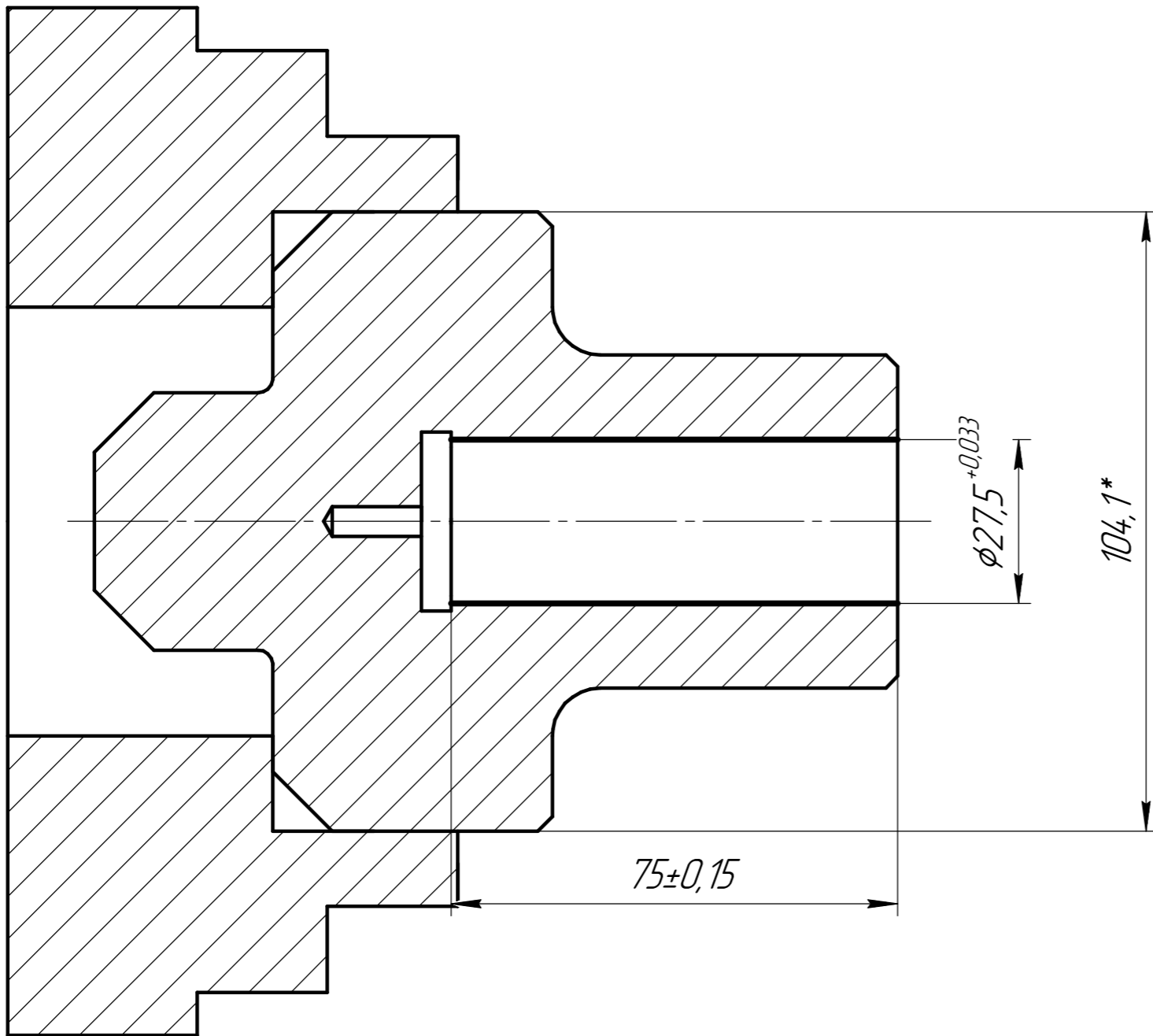
Подп. и дата

Инд. № дцкл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

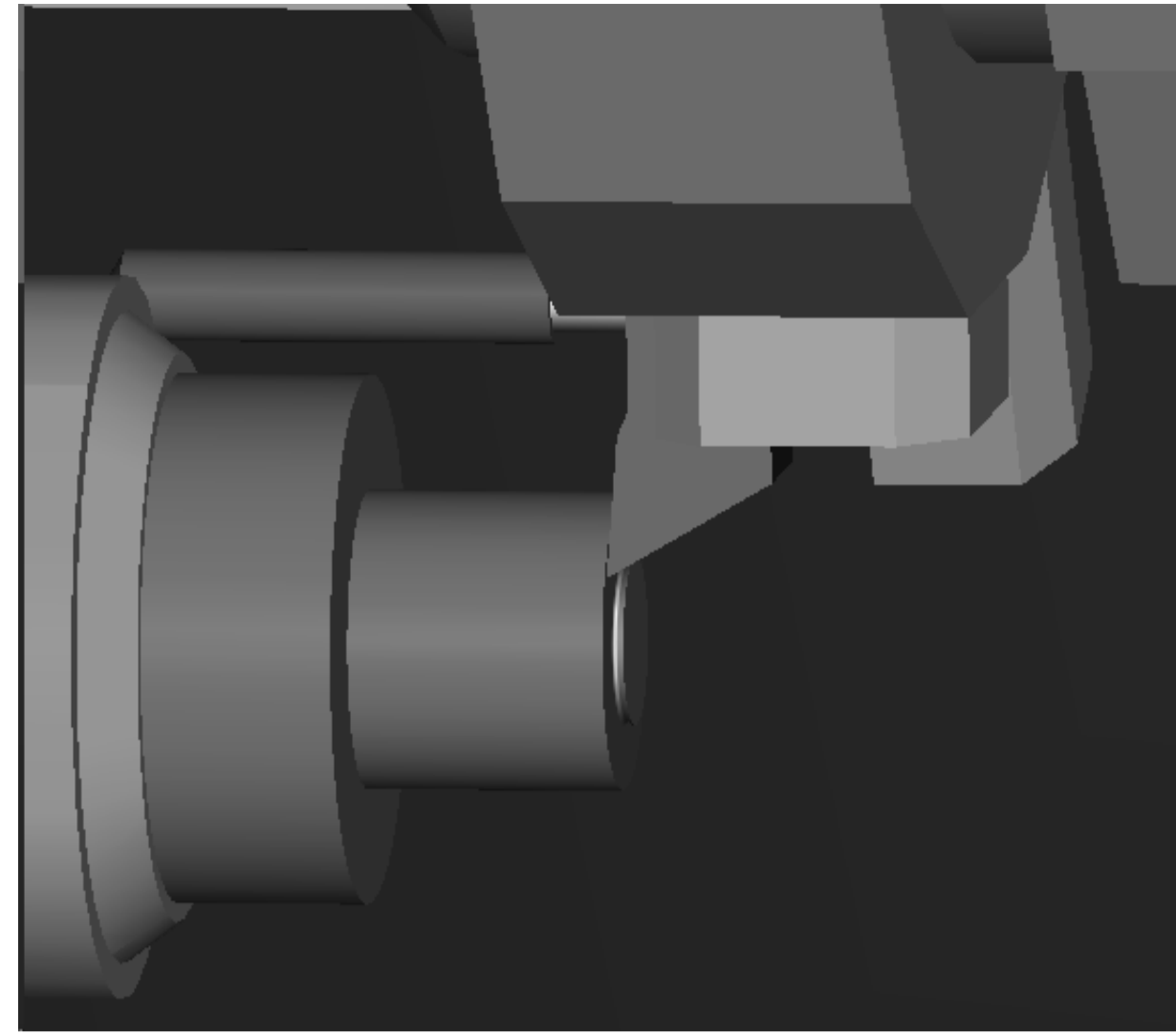


№ інструменту	Зображення інструменту	Траекторія переміщення інструменту
1		

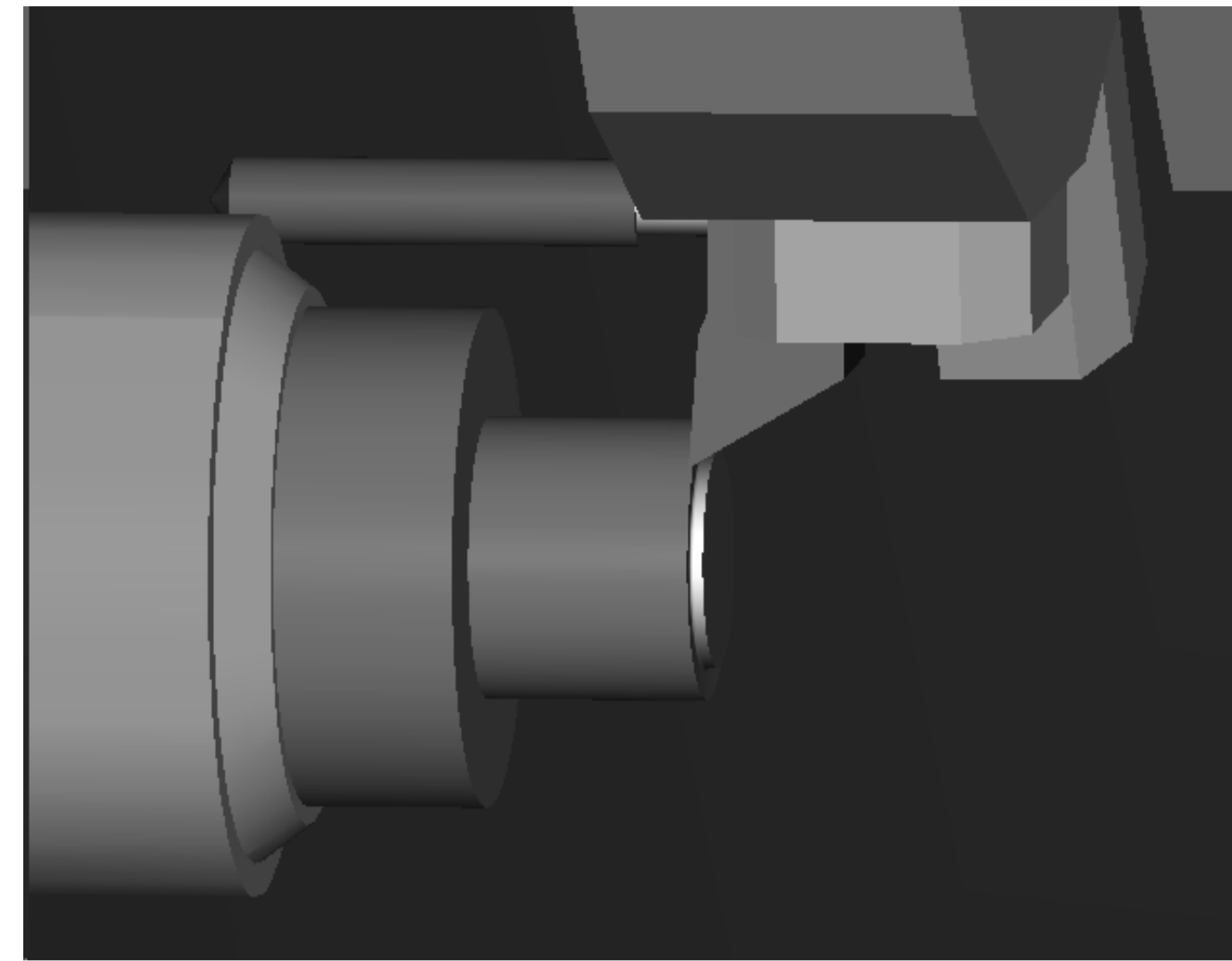
Номер переходу	№ інструменту	Назва інструменту	V , м/с	t , мм	S , мм/об	n , об/хв	T_0 , хв
2	1	Головка шліфувальна	21,2	0,1	2110	250	4,5
3	1	8x10x6 34AF60CT1	21,2	0,05	2110	250	2,25

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	035 Внутрішньошліфувальна з ЧПК	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Щрамченко						1:1
Проб.		Красновид						
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.								
						Лист	Листов	1

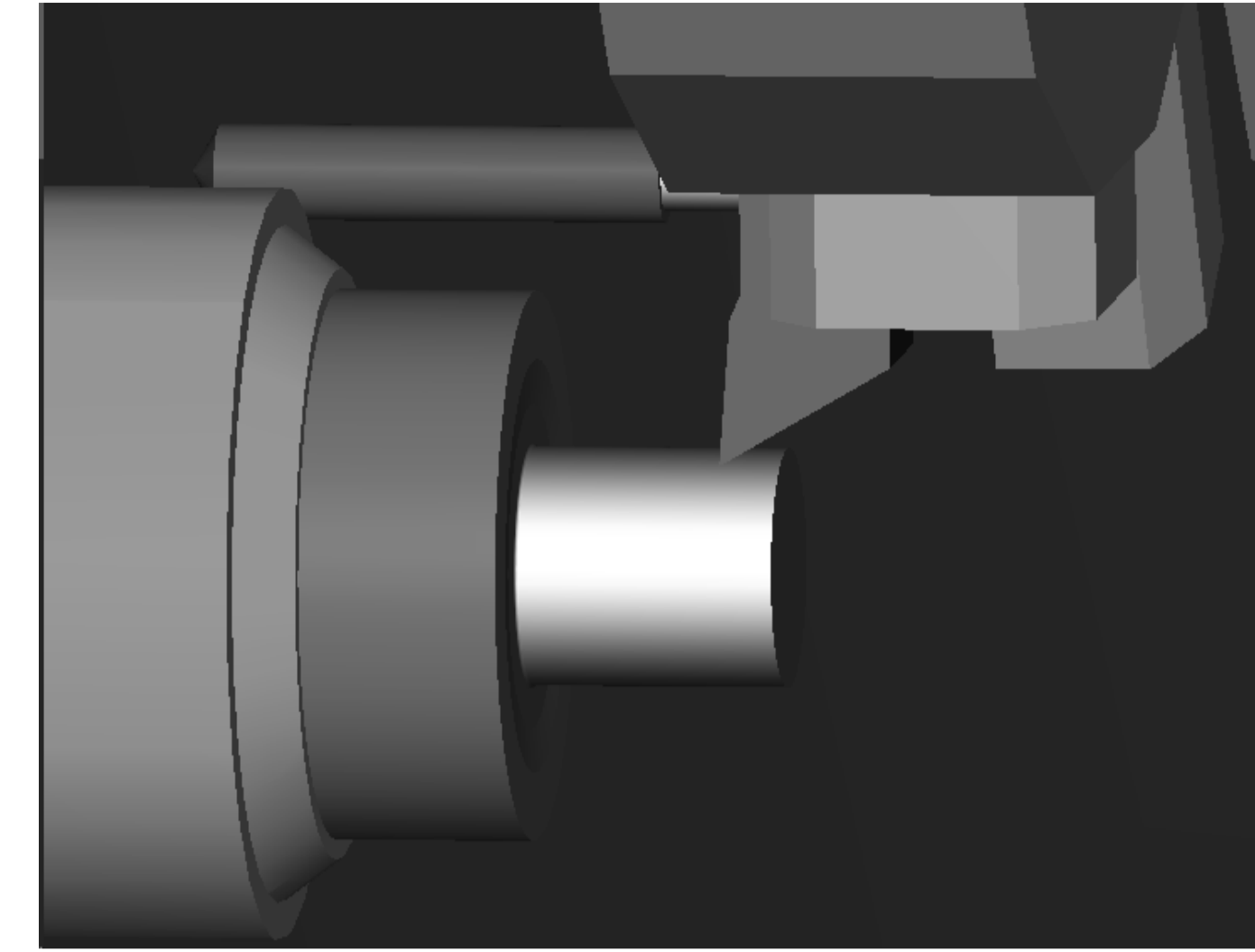
Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №						<u>Документация</u>			
					M19303.000.012СК	Складальне креслення			
							<u>Детали</u>		
					1		Корпус пневмоциліндра	1	
					2		Мембрана	1	
					3		Грибок	1	
					3		Штирь	3	
					4		Ковпачок	1	
					5		Стальна гільза	1	
					6		Палець	1	
					7		Диск	1	
					8		Ексцентриковий диск	1	
					12		Рукоятка	1	
					9		Собачка	1	
					10		Ділильний диск	1	
					11		Штуцер	1	
					12		Фіксатор	1	
			13		Пружина	1			
			18		Вісь	1			
Взам. инв. №									
Инв. № дѣл.									
Подп. и дата									
Изм. Лист									
Изм. № докум.									
Изм. № подл.									
Подп. и дата									
Изм. № докум.									
Изм. № подл.									
Подп. и дата									
Изм. № докум.									
Изм. № подл.									
Подп. и дата									
Изм. № докум.									
Изм. № подл.									
Подп. и дата									
Изм. № докум.									
Изм. № подл.									
Подп. и дата									
Изм. № докум.									
Изм. № подл.									
Подп. и дата									
Изм. № докум.									
Изм. № подл.									
Подп. и дата									
Изм. № докум.									
Изм. № подл.									
Подп. и дата									
Изм. № докум.									
Изм. № подл.									
Подп. и дата									
Изм. № докум.									
Изм. № подл.									
Подп. и дата									
Изм. № докум.									
Изм. № подл.									
Подп. и дата									
Изм. № докум.									
Изм. № подл.									
Подп. и дата									
Изм. № докум.									
Изм. № подл.									
Подп. и дата									
Изм. № докум.									
Изм. № подл.									
Подп. и дата									
Изм. № докум.									
Изм. № подл.									
Подп. и дата									
Изм. № докум.									
Изм. № подл.									
Подп. и дата									
Изм. № докум.									
Изм. № подл.									
Подп. и дата									
Изм. № докум.									
Изм. № подл.									
Подп. и дата									
Изм. № докум.									



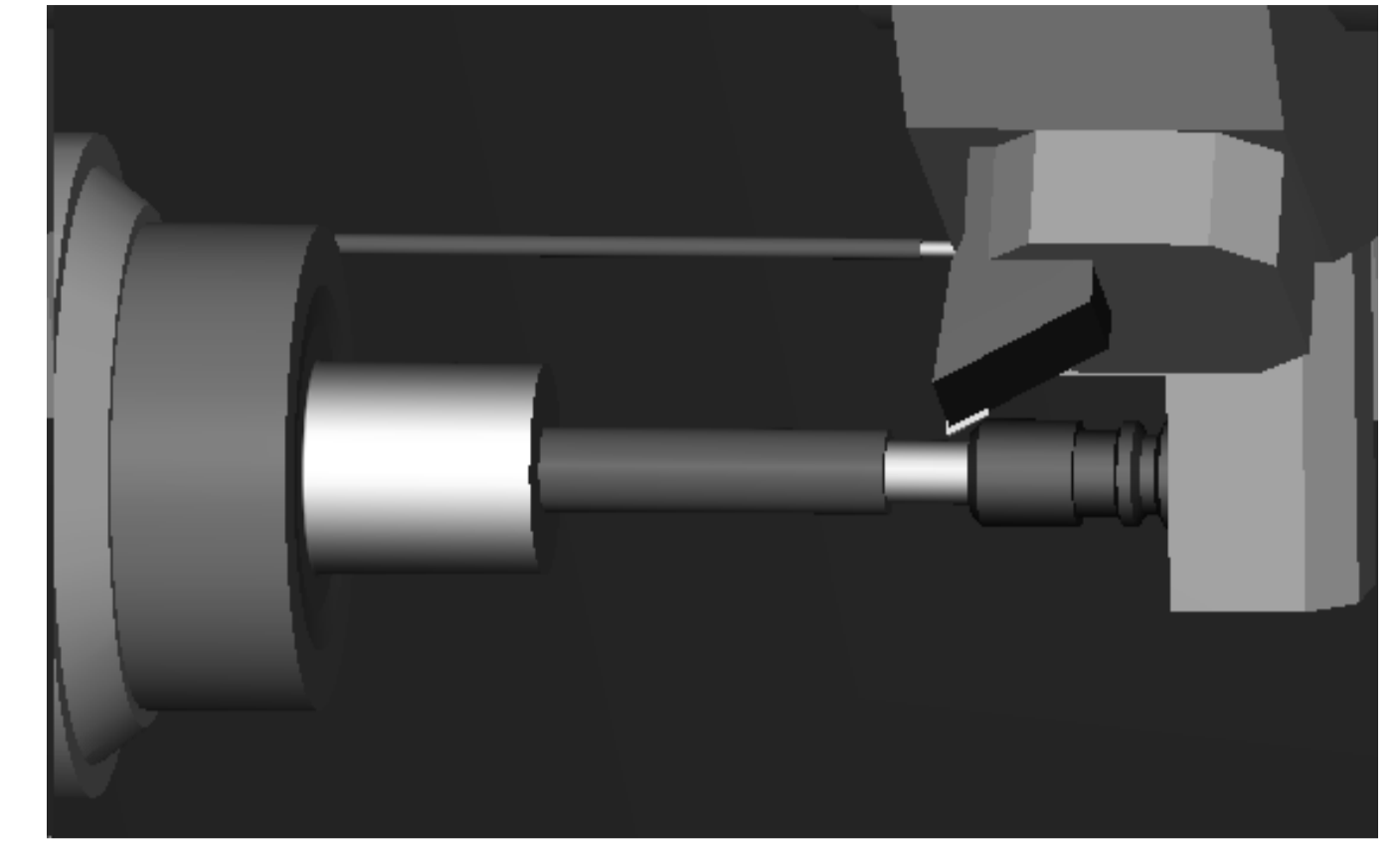
Операція підрізки торця



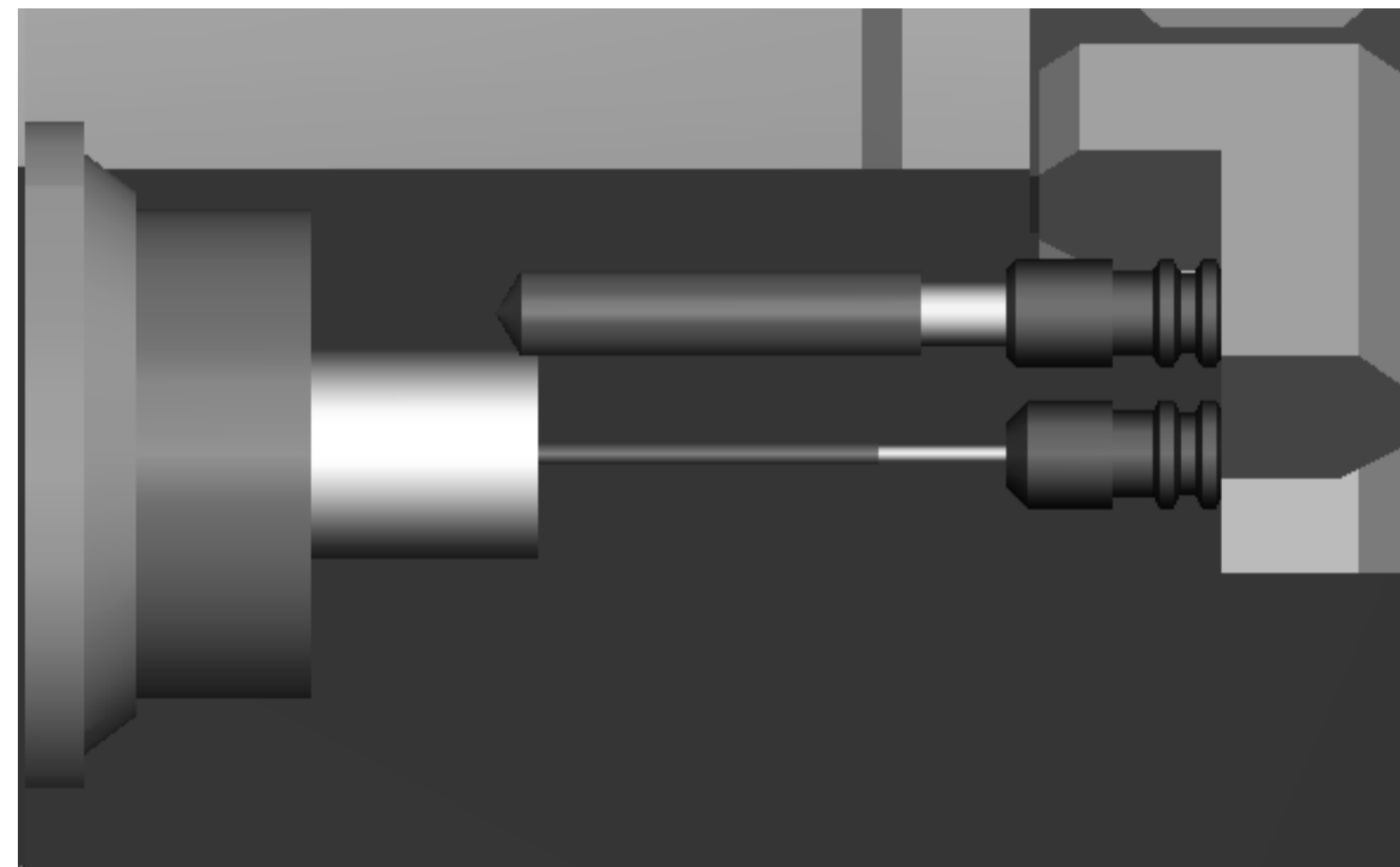
Операція чорнового точіння



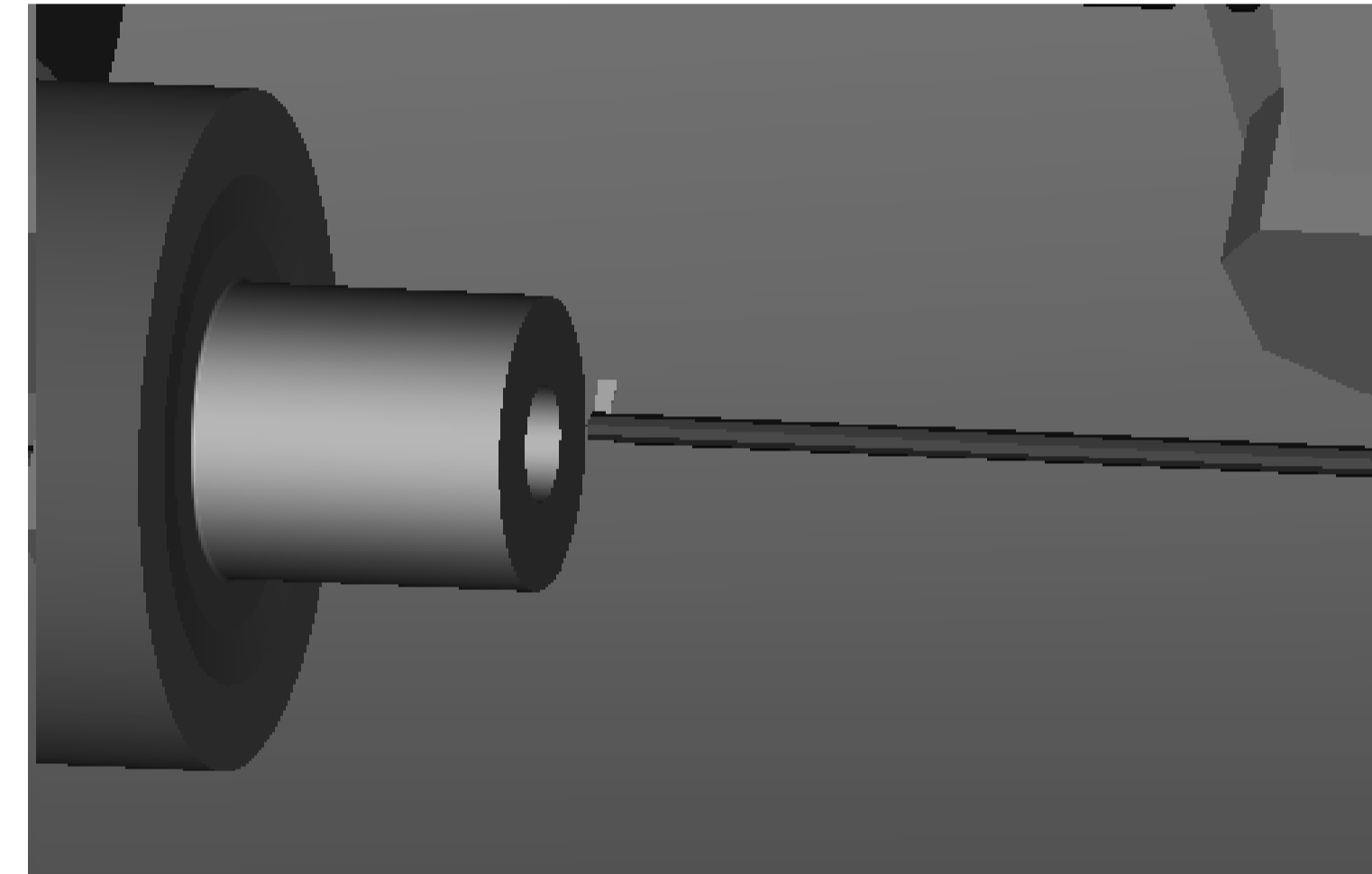
Операція н/ч точіння



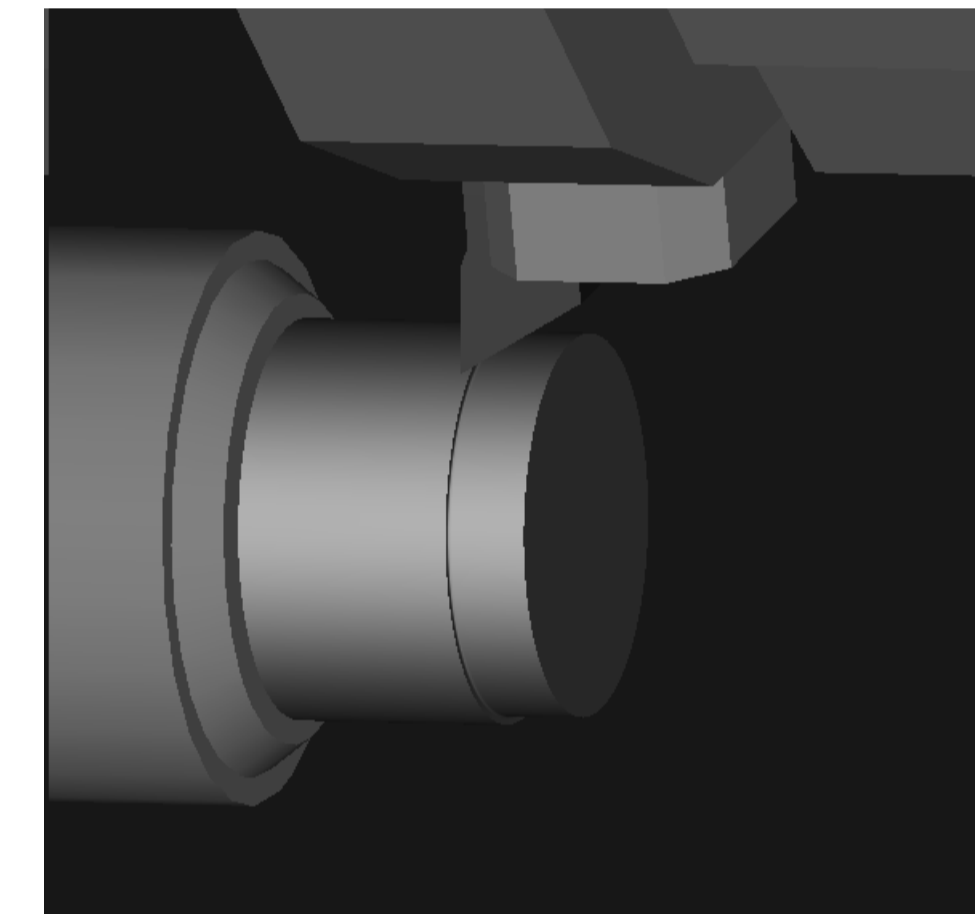
Операція свердлення



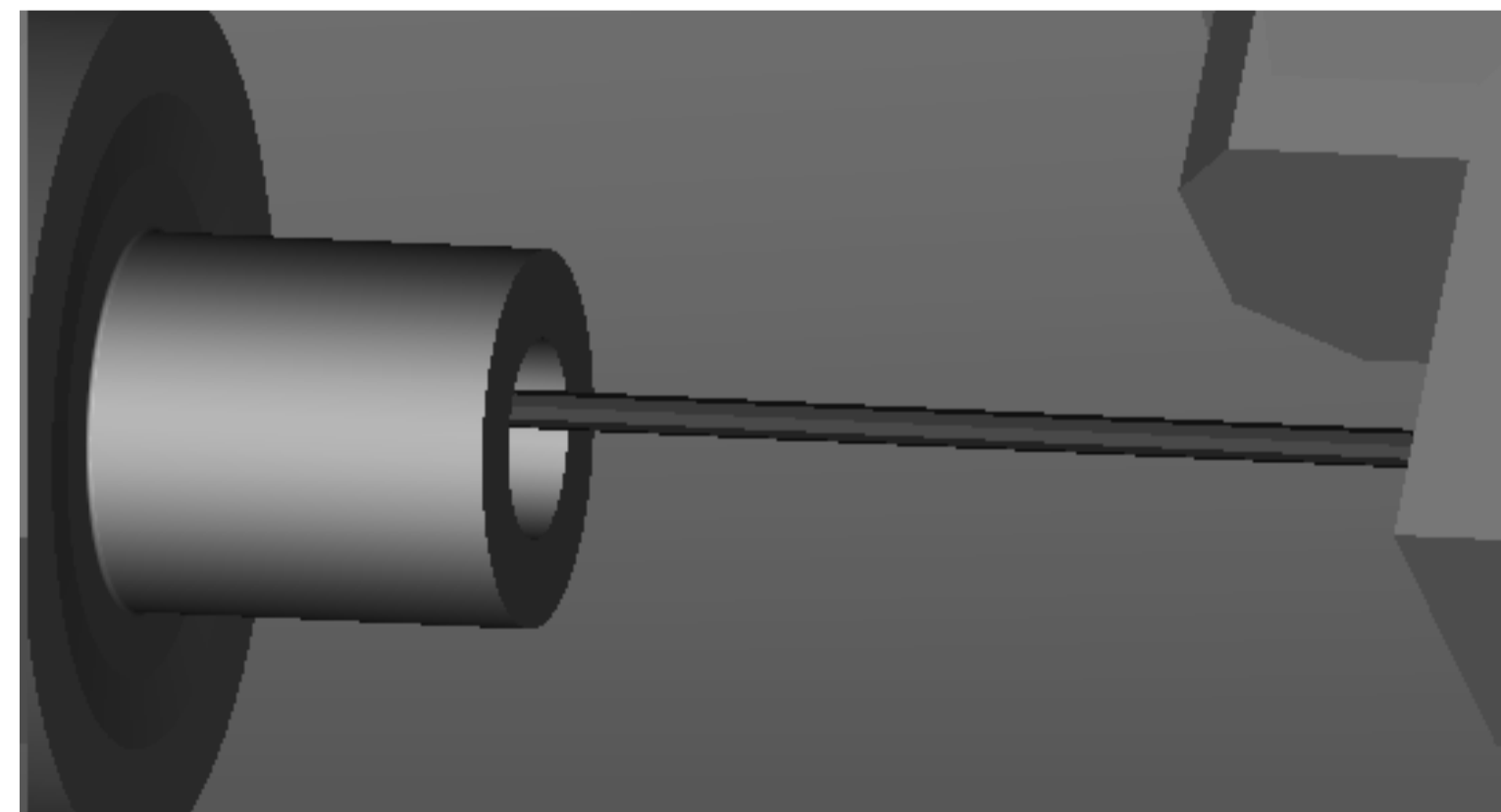
Операція свердлення



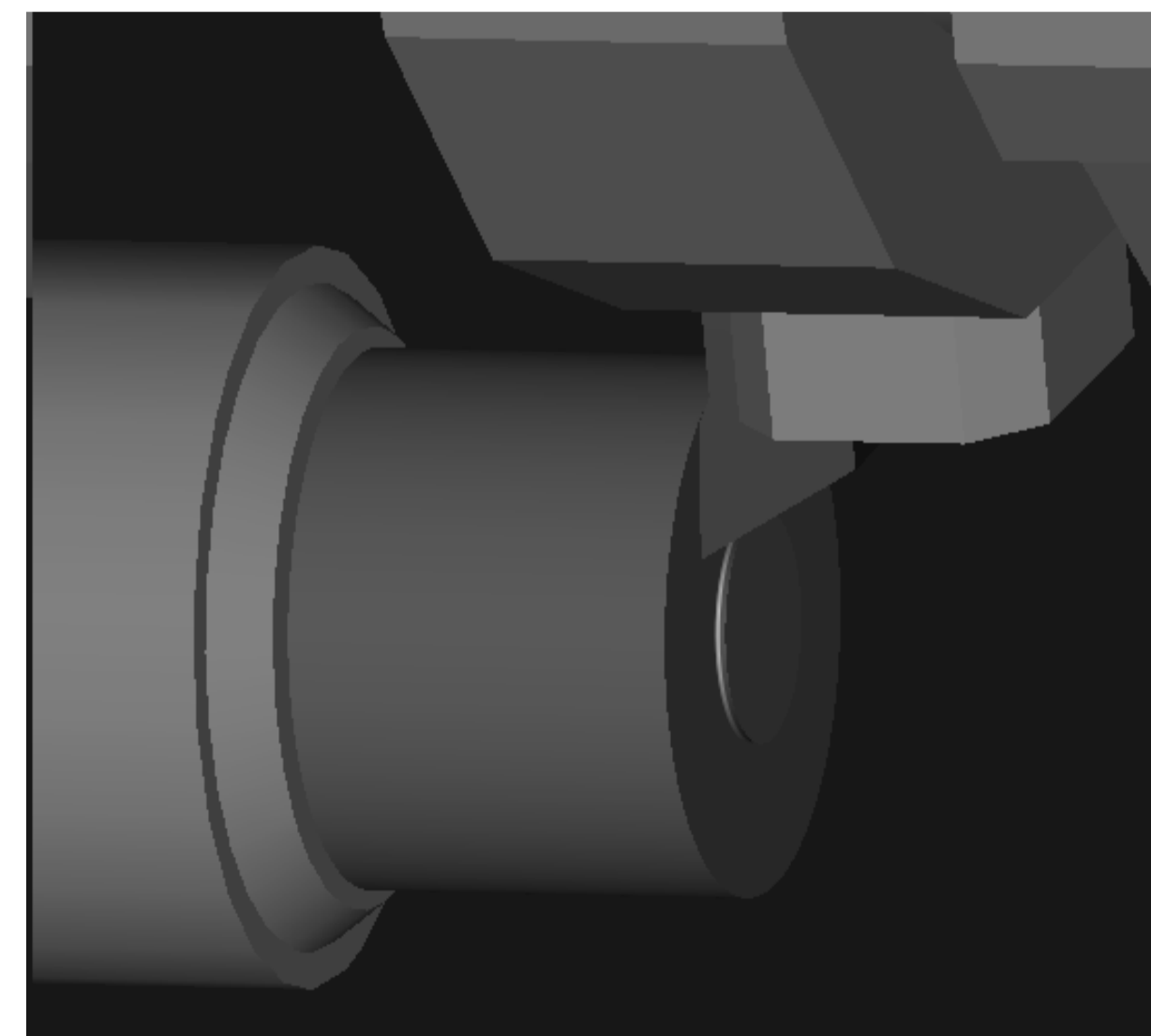
Операція чорнового розточування



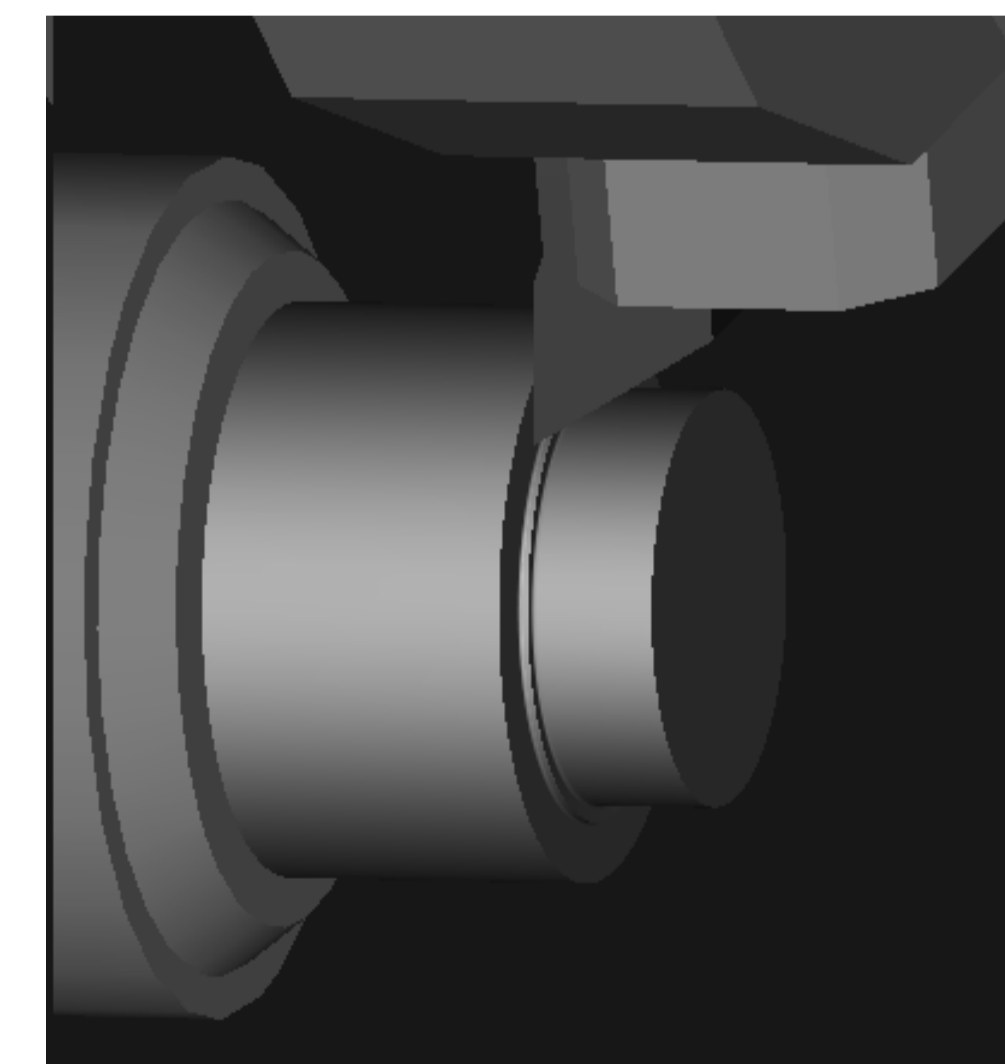
Операція чорнового та н/ч точіння



Операція н/ч розточування



Операція підрізки торця після перевстановлення



Операція чорнового та н/ч точіння

Параметри обработки

Список операций

Список инструмента

СПИСОК ОПЕРАЦІЙ ОБРАБОТКИ

Деталь: заготовка

Установ: Установ1 (1 of 1)

Дата: 26 листопад 2023 р. 16:05:54

Время: 15:29:02.8

Загот.: L 120.000 мм x W 100.000 мм x T 25.000 мм

Мат.: СТАЛЬ-40Х. 125.00 по Бринеллю.3.82 кН/мм²

Оп.:1 торец1 (черн.), Крепеж 1

П/С: 50 м/мин ЧС. 0.010 мм/об

Инстр.: #1 (SW_Turn_55_RH)

Время: 26:12.9

Оп.:2 точение2 (черн.), Крепеж 1

П/С: 50 м/мин ЧС. 0.005 мм/об

Инстр.: #1 (SW_Turn_55_RH)

Время: 51:43.2

Оп.:3 точение2 (получист), Крепеж 1

П/С: 50 м/мин ЧС. 0.005 мм/об

Инстр.: #1 (SW_Turn_55_RH)

Время: 43:00.5

Оп.:4 отверстие1 (сверло), Крепеж 1

П/С: 357 об/мин ЧС. 0.005 мм/об

Инстр.: #2 (Специальный. 20.000 мм)

Центр: 0.000 мм 0.000 мм 100.000 мм

Глубина: 81.009 мм

Другое: Шаги: 5. Цикл: Глуб сверление

Другое: Шаги: 20.000 мм 20.000 мм 20.000 мм

Время: 54:03.3

Оп.:5 отверстие2 (сверло), Крепеж 1

П/С: 357 об/мин ЧС. 0.005 мм/об

Инстр.: #2 (Специальный. 20.000 мм)

Центр: 0.000 мм 0.000 мм 100.000 мм

Глубина: 81.009 мм

Другое: Шаги: 5. Цикл: Глуб сверление

Другое: Шаги: 20.000 мм 20.000 мм 20.000 мм

Время: 54:03.3

Операции | Параметры | Код УП | Рев. головки

Список выполненных операций

Код УП

Верняя рев. головка

```

N10 T101/ M6 'CHANGE TO TOOL # 1
N15 S1000 M4 'SET RPM TO 1000
N20 G0 X2.7328 Z3.8386
N25 M8
N30 G1 X-0.0625 Z3.8386 F0.0004
N35 G1 X-0.0625 Z3.937 F0.0004
N40 G1 X1.906 Z3.937 F0.0004
N45 G0 X2.7328 Z3.937
N50 G1 X2.7328 Z3.7402 F0.0004
N55 G1 X-0.0625 Z3.7402 F0.0004
N60 G1 X-0.0625 Z3.8386 F0.0004
N65 G1 X1.906 Z3.8386 F0.0004
N70 G0 X1.906 Z4.0551
N75 G0 X4.8588 Z4.0551 T101/
N80 S1000 M4 'SET RPM TO 1000
N85 G0 X4.9213 Z4.1026
N90 G0 X1.9686 Z4.1026
N95 G1 X1.9686 Z1.6065 F0.0002
N100 G1 X2.6083 Z1.6065 F0.0002
N105 G1 X2.8867 Z1.7457 F0.0002
N110 G0 X2.8867 Z4.1399
N115 G0 X1.9724 Z4.0551 T101/
N120 S1000 M4 'SET RPM TO 1000
N125 G1 X1.9724 Z1.6065 F0.0002
N130 G1 X2.1837 Z1.7122 F0.0002
N135 G0 X4.7638 Z1.7122
N140 G0 X9.8425 Z4.9213 T202/ 'CHANGE TO TOOL # 2
N145 S357 M4 'SET RPM TO 357
N150 G0 X0. Z4.0551
N155 G1 X0. Z3.1496 F0.0002
N160 G0 X0. Z4.0551
N165 G0 X0. Z3.2677
N170 G1 X0. Z2.3622 F0.0002
N175 G0 X0. Z4.0551
N180 G0 X0. Z2.4803
N185 G0 X0. Z3.1496 F0.0002
  
```

Операции | Параметры | Код УП | Рев. головки

Код КП

Виконав: Шрамченко А.А