НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ім. 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 **_ Бур складений для обробки бетону**

Виконав студент групи МІ-91
Кравченко Максим 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 – 2023

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 кафедрою

_____ Юрій ДАНИЛЬЧЕНКО

«___»_____20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Кравченко Максим Андрійович

1. Тема проєкту «Бур складений для обробки бетону», 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 проекту: відповідно до технічного завдання до проєкту

4. Зміст пояснювальної записки: Аналіз конструкції та умов роботи інструмента; Аналіз конструкції виготовлення бура; Розроблення та представлення маршрутного технологічного процесу; Розрахунок режимів різання; Розробка і розрахунок пристрою на оснащення; Симуляція обробки корпуса в CAD/CAM системах

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов’язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): Огляд конструкції бурів; Бур складений; 3-D модель бура, 3-D модель головки; Технологічні переходи на операції; Креслення пристосувань, Лист ЧПК

6. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Аналіз конструкції та умов роботи інстументів		Плакат
2	Аналіз та розроблення технологічного процесу		Лист А1
3	Створення 3-D моделі деталі		Лист А1
4	Вибір інструментів та обладнання		
5	Розробка пристосувань та симуляція CAD/CAM систем		Лист А1, Плакат
6	Розроблення креслень згідно ТЗ		Лист А1

Студент Кравченко М.А

Керівник Красновид Д.О

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

_____
Юрій ДАНИЛЬЧЕНКО
"___"_____"20__ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ ДО ПРОЕКТУ	
Тема проекту	Бур складений для обробки бетону
Зміст проетку	Аналіз конструкцій та умов роботи інструментів(бури дя обробки бетону); Розроблення процесу виготовлення бура складеного для обробки бетону;проектування пристосування для обробки; Симуляція в CAD/CAM системах процессу обробки деталі;
Технічні умови до проекту	Робота інструменту під навантаженням та в умовах підвищених температур. Забеспечення точності розташування напайних різальних пластин.
Особливі вимоги	

ЛИСТ	ЗМІСТ ІЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРІАЛУ
СП	Аналіз конструкцій та умов роботи різальних інструментів для обробки бетону
ОП	Об’єктом проектування є бур спіральний для обробки бетону
ТС	Розроблення технологічного процесу виготовлення бура для обробки бетону: -Маршуртна технологія виготовлення бура по бетону -Розрахунково- технологічні карти операцій
КС	Конструкція бура, складальне креслення та креслення корпусу бура. Пристосування для перевірки радіального биття
СС	Розроблення керуючих програм для оброблення бура складального з застосуванням верстатів з ЧПК
ДС	

Студент _____ Керівник _____	дата "__"_____"20__ р дата "__"_____"20__ р
Прийняті позначення: СП – стан питання ОП – об'єкт проектування ТС – технологічна складова	КС – конструкторська складова СС – спеціальна складова ДС – дослідницька складова

АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка дипломного проекту бакалавра на тему «Бур складений для обробки бетону» складається з 108 аркушів формату А4, містить 51 ілюстрацій. При написанні роботи використано 16 літературних джерел та веб-ресурсів.

Графічна частина роботи складається з 6 аркушів формату А1: Огляд конструкції бурів; Бур складений; 3-D модель бура, 3-D модель головки; Технологічні переходи на операції; Креслення пристосувань, Лист ЧПК

Мета роботи – Розроблення та виготовлення бура складального для обробки бетону

Ключові слова: Бур складений, Бур по обробці бетону , 3D – модель бура.

ABSTRACT

The explanatory note for the bachelor's thesis project on the topic "A drill for cutting concrete" consists of 108 arches in A4 format, containing 51 illustrations. When writing this work, 16 literary sources and web resources were searched.

The graphic part of the robot consists of 6 arches in A1 format: Inspection of the drill design; Folding drill; 3-D model of the drill, 3-D model of the head; Technological transitions in operations; Kreslennya pristosuvan, Sheet ChPK

Meta Roboti – Disassembly and preparation of folding drill for cutting concrete

Key words: Folding drill, Concrete drill, 3D drill model.

ABSTRAKT

Die Erläuterung zur Bachelorarbeit zum Thema „Ein Bohrer zum Schneiden von Beton" besteht aus 108 Bögen im A4-Format mit 51 Abbildungen. Beim Verfassen dieser Arbeit wurden 16 Literaturquellen und Webressourcen durchsucht.

Der grafische Teil des Roboters besteht aus 6 Bögen im A1-Format: Inspektion des Bohrerdesigns; Klappbohrer; 3D-Modell des Bohrers, 3D-Modell des Kopfes; Technologische Veränderungen im Betrieb; Kreslennya pristosuvan, Blatt ChPK

Meta Roboti – Demontage und Vorbereitung eines Klappbohrers zum Schneiden von Beton

Schlüsselwörter: Klappbohrer, Betonbohrer, 3D-Bohrermodell.

Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему:
«Бур складений для обробки бетону»

Київ – 2023 року

ВСТУП

Бетон є одним із найпоширеніших будівельних матеріалів у сучасному світі, і його обробка і розробка вимагає ефективних інструментів та технологій. У цьому контексті бур складений для обробки бетону стає важливою ланкою в арсеналі будівельників та фахівців у сфері ремонту. Цей інструмент поєднує в собі інженерну майстерність та технологічний прогрес, дозволяючи працювати з бетоном швидко і ефективно. У цій статті ми детально розглянемо бур складений для обробки бетону, розкриємо його особливості, принцип роботи та застосування, щоб допомогти вам зрозуміти, як цей інструмент спрощує завдання у сфері будівництва та ремонту, забезпечуючи надійність і точність обробки бетонних поверхонь.

Бур складений – це один із найважливіших інструментів у будівництві та ремонтних роботах, який дозволяє здійснювати свердління отворів в різних матеріалах. Цей простий за своєю суттю пристрій використовується у багатьох сферах життя, і його різноманітність та функціональність роблять його невід'ємною частиною будь-якого господарства чи будівельного майданчика. У цій статті ми детально розглянемо бур складений, його будову, принцип роботи та основні сфери застосування, щоб допомогти вам зрозуміти, чому він є настільки важливим інструментом для будівельників, ремонтників і творців різноманітних речей.

ЗМІСТ

Анотація 6
Вступ 8
1 Аналіз конструкції та умов роботи інструмента 11
1.1 Основні характеристики бурів. 11
1.2 Бур спіральний. Особливості експлуатації. 30
2. Розробка конструкції бура спірального (інструментальний матеріал, матеріал різальної частини, тип хвостовика, кількість канавок, кути) 34
2.1. Аналіз конструкції виготовлення бура 34
2.2 Інстументальний матеріал 36
2.3 Матеріал різальної частини 37
2.4 Тип хвостовика 37
2.5 Кількість канавок 38
2.6 Кути 39
3. Розробка технології виготовлення корпуса бура 40
3.1. Вибір заготовки та її техніко-економічне обґрунтування 40
3.2. Проектування технологічних маршрутів оброблення поверхонь 41
3.3. Розроблення та представлення маршрутного технологічного процесу 42
3.4. Вибір обладнання, верстатних пристроїв 49
3.5 Вибір різальних і вимірювальних інструментів 54
3.6. Визначення припусків на механічну обробку 59
3.6.1. Аналітичний розрахунок припусків 59
3.7. Розрахунок режимів різання 63
3.8 Розрахунок норм часу для операціїї 005 77
3.8.1. Нормування технологічних операцій аналоговим методом 80
4. Вибір та розрахунок технологічного пристосування. 81
4.1. Розробка і розрахунок пристрою на оснащення 010 операції 81
4.2. Обґрунтування і розроблення схеми базування Заготовки на операції 82
4.3. Розрахунок затискних систем верстатних пристроїв 82
4.3.1 Розрахунок необхідної сили затиску Заготовки Q, що оснащується 82

4.4.1. Розрахунок деталей пристосування на точність 85
5: Контрольне пристосування для визначення радіального биття. 87
5.1 Принцип роботи пристосування 87
5.2 Розрахунок похибки розташування деталі у контрольному пристрої 88
6. Симуляція обробки корпусу в CAD/CAM системах 89
Список використаних джерел
Додатки

1 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ІНСТРУМЕНТІВ

Задача конструкторської розробки – бур для обробки твердих матеріалів.

Ці бури мають спеціальну конструкцію, яка дозволяє працювати з твердими матеріалами, такими як кам’яна кладка, клінкерна цегла, бетон, граніт, мармур, природне каміння, армований бетон, силікатна цегла. Особливість цих бурів полягає в наявності карбідної напайки на ріжучих кромках, яка робить їх дуже міцними і здатними здолати жорсткість бетону.

1.1 Основні характеристики бурів.

- Матеріал: Карбідні бури для бетону зазвичай мають корпус з високоміцної сталі, а на ріжучих кромках є карбідна напайка. Це дозволяє їм зберігати свій ресурс та термін експлуатації.

- Тип хвостовика: Вибір хвостовика бура пов'язаний з типом вашого інструменту. Найпоширенішими хвостовиками для буріння бетону є SDS-plus і SDS-max. SDS-plus зазвичай використовується в менш габаритних інструментах, таких як ударні дрилі, а SDS-max - в більш потужніших інструментах, наприклад, в перфораторах.

- Типи ріжучих кромок: Бури для бетону можуть мати різні типи ріжучих кромок, такі як одинарні, подвійні, потрійні і навіть існують бури з чотирма ріжучими крайками. Кожен тип має свої переваги в різних умовах роботи.

За конструкцією робочої області бури для перфоратора бувають наступних видів:

1. Шнекові бури. Шнекові бури - це тип бурового інструменту, який використовується для буріння отворів у ґрунті. Вони складаються з обертового шнека, який піднімає буровий розчин або ґрунт нагору. Шнекові бури можуть використовуватися в різних цілях, таких як: будівництво (буріння отворів для фундаментів, стовпів, опор ліній електропередачі та

інших конструкцій), геологічні дослідження (буріння отворів для відбору зразків ґрунту та гірських порід), сільське господарство (буріння отворів для садіння дерев, кущів і інших рослин), інженерні роботи (буріння отворів для встановлення трубопроводів, кабелів і інших інженерних систем).

2.Проломні бури. Це вид бурів, призначених для свердління отворів великого діаметра в твердих матеріалах, таких як бетон, цегла, камінь і граніт. Вони відрізняються від звичайних бурів тим, що мають більшу довжину і діаметр, а також більш міцну конструкцію. Основною особливістю проломних бурів є їх монолітна конструкція, яка включає в себе і робочу частину, і хвостовик. Це забезпечує більш високу міцність і надійність інструменту. Робоча частина проломного бура має спіралеподібну форму, яка забезпечує ефективне вилучення зруйнованого матеріалу. Ріжучі кромки виготовляються з надміцних металевих сплавів, таких як вольфрамова сталь або карбідний сплав.

3.Бури по арматурі. Для свердління отворів у бетоні з арматурою використовуються спеціальні бури, ці бури мають ряд переваг перед звичайними бурами:

- Вони здатні пробивати арматуру діаметром до 10 мм.
- Вони мають утоплені твердосплавні напайки, які забезпечують довговічність і ефективність.
- Вони мають оптимізовану передачу ударної енергії, що дозволяє швидко і легко просвердлювати отвори.

При правильному використанні бури по арматурі можуть значно полегшити завдання свердління отворів у бетоні з арматурою.

4.Бурові фрези. Бурова фреза - це інструмент, який використовуються для створення отворів у твердих матеріалах, таких як бетон, цегла, камінь та метал. Вони складаються з двох основних частин: робочої частини та хвостовика. Існує кілька основних типів бурових фрез: Спіральні фрези - найпоширеніший тип бурових фрез. Вони мають різальні кромки,

розташовані у вигляді спіралі. Це дозволяє фрезі швидко та легко просуватися через матеріал. Зірчасті фрези - мають різальні кромки, розташовані у вигляді зірки. Це дозволяє фрезі створювати більш гладкі отвори. Алмазні фрези - мають різальні кромки, покриті алмазним порошком. Вони використовуються для свердління отворів у дуже твердих матеріалах, таких як граніт і мармур.

Ці фрези мають досить великий спектр застосування, як наприклад: свердління отворів для кабелів та труб, свердління отворів для повітроводів та опалювальних труб, свердління отворів для вентиляційних систем тощо.

5. Бурові коронки. Бурові коронки - це інструменти, які використовуються для створення отворів у твердих матеріалах, таких як бетон, камінь і цегла. Вони складаються з двох основних частин: корпуса і зубців. Корпус зазвичай виготовляється зі сталі або чавуну, а зубці в залежності від типу ріжучої системи: Твердосплавні коронки - це найпоширеніший тип бурових коронок. Вони мають ріжучу систему з твердосплавних пластин, які можуть бути виготовлені з різних матеріалів, таких як вольфрамокарбід, карбід титану або карбід хрому. Алмазні коронки - це коронки, які мають ріжучу систему з алмазних сегментів. Вони використовуються для буріння твердих матеріалів, таких як бетон і залізобетон. Комбіновані коронки - це коронки, які мають ріжучу систему, що складається з твердосплавних пластин і алмазних сегментів. Вони використовуються для буріння матеріалів різної твердості. Коронки призначаються переважно для: буріння свердловин та відповідних різних цілей, таких як видобуток нафти і газу, будівництва фундаментів і водопостачання.

6. Долота. Долото - це вид інструменту, який використовується для руйнування твердих матеріалів, таких як бетон, цегла, камінь і асфальт. Воно складається з металевої головки з різальним краєм і хвостовика, який вставляється в патрон перфоратора. Долота для перфораторів бувають декількох основних типів:

Піковидне долото: для прокладки кабельних ліній, а також для робіт з довбання і проломлювання.

Пласке долото: для цілеспрямованого довбання і робіт з проломлювання матеріалу.

Лопаткове долото: універсальний інструмент для зняття матеріалу в великих обсягах.

Канавочне долото: для прокладання каналів, видовблю-ваня і прорубання канавок.

Долото для швів: для видалення і очищення швів в цегляній кладці.

Напівкругле долото: для прокладання вузьких каналів в бетоні і цегляній кладці.

Зубчасте долото: для робіт по цегляній кладці і швам.

Пелюсткове долото: для видовблювання, пробурювання канавок і протягу-вання каналів з обмеженням по глибині.

Твердосплавне долото для розшивки швів: для видалення і очищення швів при тривалому терміні експлуатації.

Долото для розши-вки швів: для видалення і очи-щення швів.

Долото для керамічної плитки: для робіт з видалення плитки.

Рисунок 1.1.1 Основні типи долота[1]

Важливо знати! Бури по бетону для перфораторів можуть мати різні варіації будови ріжучої частини. Якість і швидкість буріння залежить, перш за все, саме від ріжучої кромки.

Чим бур відрізняється від свердла:

Однією з найважливіших відмінностей бура від свердла є конструктивна особливість хвостовика. Якщо взяти в руку свердло і бур, то різницю помітити досить не складно. Свердло для свердління бетону до перфоратора не підійде, так як інструмент оснащений спеціальною конструкцією патрона, яка відрізняється від цангового механізму.

Крім того, що вироби оснащуються спеціальними хвостовиками, слід відзначити ще й такі види відмінностей:
• Бури мають підвищену жорсткість, що дозволяє застосовувати інструмент для свердління залізобетонних конструкцій. Причому інструмент справляється зі своїм завданням досить ефективно.
• Висока продуктивність на відміну від свердел. Це завдяки самому інструменту, який в процесі свердління надає ударне навантаження на просвердлювальну поверхню. Ударна здатність підвищує ефективність свердління в багато разів.

Як обрати бур для перфоратора?

Перфоратор являє собою досить потужну машину, але якщо вибрати неправильну насадку для проведення робочих дій, то інструмент або насадка, може вийти з ладу. Щоб цього не сталося, важливо приділити особливу увагу вибору бурів. Для цього необхідно звернути увагу на наступні моменти:

1. Розміри. При виборі важливо враховувати розміри бурів для перфораторів, що залежить від технологічних завдань. Якщо потрібно проробляти наскрізні отвори, то слід вибирати насадки з довгою частиною робочої зони. Якщо ж планується свердлити отвори під дюбеля, то підійдуть вироби довжиною 110 мм.

2. Форма хвостовика. Розрізняють 4 види хвостовиків, але найбільш популярними є такі види, як SDS-max з 18 мм діаметром і SDS-plus з 10 мм діаметром. Вибираючи насадки для перфоратора, слід з'ясувати, який вид патрона використовується в вашому інструменті. Перший варіант застосовується в моделях професійного типу (великих і важких), а другий в побутових агрегатах. Категорія кріпильних систем дуже важлива, тому що в противному випадку насадка не підійде до інструменту.

Рисунок 1.1.2 Форми хвостовика SDS – max та SDS – plus[1]

3. Діаметр бура для перфоратора. Вибирати його слід в залежності від поставлених технологічних завдань. Вироби для побутових перфораторів бувають діаметром від 4 до 32 мм.
4. Форма ріжучої частини. При виборі важливо звернути увагу на форму ріжучої кромки, а також матеріалу її виготовлення.
5. Вартість виробу. Безпосередньо залежить від таких параметрів, як діаметр, вид хвостової частини, форма кромки, довжина виробу і виробник.

Конструкція інструменту.

Як уже згадувалося, бур для перфоратора складається з трьох основних частин. Кожна частина відповідає за виконання певних завдань. Хвостовик дозволяє здійснювати надійну фіксацію в патроні інструмента. Щоб продовжити термін служби ріжучих крайок і патрона перфоратора, рекомендується перед установкою вироби змащувати його хвостову частину спеціальним мастилом.

Робоча зона відповідає за те, щоб в процесі буріння здійснювалося виведення продуктів буріння з отвору. Для цього робоча частина має спеціальну спіральну конструкцію. Ріжуча кромка здійснює безпосереднє свердління. Чим більше граней має ріжуча кромка, тим ефективніше процес просвердлювання отворів. Найнадійнішими вважаються 4-гранні кромки. Твердосплавні кромки мають невеликий термін служби, так як при нагріванні відбувається швидке стирання наконечника. Щоб виключити швидкий знос крайок з твердих сплавів металів, рекомендується в процесі буріння здійснювати їх охолодження спеціальними рідинами.

Бури для буріння бетона мають декілька переваг, що робить їх важливим інструментом для будівельних та ремонтних робіт. Ось деякі з переваг бурів для буріння бетона:

1. Ефективність: Бури для бетону мають спеціальну конструкцію з карбідною напайкою на ріжучих кромках, що дозволяє їм легко пробурювати твердий бетон і інші тверді матеріали. Це забезпечує ефективне і швидке буріння отворів без зайвих зусиль.

2. Довговічність: Бури для бетону забезпечують високу міцність і довговічність завдяки карбідному покриттю. Вони можуть витримувати велику кількість робіт з буріння без втрати гостроти і продуктивності.

3. Універсальність: Бури для бетону можуть використовуватися не лише для буріння отворів в бетоні, але і в армованому бетоні, цеглі, камені, штукатурці і інших твердих матеріалах. Це робить їх універсальним інструментом для різних видів будівельних робіт.

4. Висока продуктивність: Бури для бетону дозволяють працювати швидше і зручніше, що збільшує продуктивність робіт. Завдяки їх високій ефективності, можна швидше зробити багато отворів без зайвих затрат часу та зусиль.

5. Чистіша робота: Завдяки точній і ефективній роботі бурів для бетону, створюється менше пилу та уламків, що дозволяє зробити роботу більш чистою та охайною.

6. Менше зусиль: Завдяки спеціальній конструкції і гострим ріжучим крайкам, бури для бетону дозволяють зменшити фізичне навантаження на користувача, тому вони вимагають менше зусиль для виконання робіт з буріння.

7. Використання ударних інструментів: Бури для бетону часто використовуються в ударних дрилях або перфораторах, що дозволяє збільшити потужність і продуктивність буріння.

Загалом, бури для бетону є надійним і ефективним інструментом для буріння отворів в бетонних та інших твердих матеріалах. Їх переваги полягають у високій продуктивності, довговічності, універсальності і зручності в роботі.

Незважаючи на багато переваг, бури для буріння бетона також мають деякі недоліки, на які варто звернути увагу:

1. Шум і вібрація: Буріння бетону викликає шум і вібрацію, що може бути досить неприємним і навіть небезпечним для вух і рук оператора. При

роботі з буром для бетону необхідно носити відповідні навушники та захисні рукавиці для зменшення дискомфорту.

2. Пил: Буріння бетону утворює багато пилу, який може бути шкідливим для здоров'я, особливо при вдиханні. Рекомендується працювати в добре провітрюваних приміщеннях або використовувати додаткову вентиляцію, щоб знизити ризик вдихання пилу.

3. Перегрів: При тривалому бурінні бетону, бур може перегріватися, що може призвести до зниження продуктивності і скорочення терміну служби інструмента. Важливо дотримуватись рекомендацій виробника щодо періодичних перерв на охолодження бура.

4. Обмежена глибина буріння: В залежності від типу інструмента та діаметру бура, може бути обмежена глибина буріння. Для деяких завдань, де необхідні глибокі отвори, можуть знадобитися спеціальні бури або інші методи буріння.

5. Ризик пошкодження арматури: При бурінні армованого бетону, існує ризик пошкодження сталевої арматури, що може призвести до зниження міцності конструкції. Важливо бути обережним і уникати великих навантажень на арматуру.

6. Вимоги до потужності інструментів: Буріння бетону може вимагати використання потужних інструментів, таких як перфоратори, що може збільшити витрати.

Незважаючи на ці недоліки, бури для буріння бетону залишаються важливим інструментом для будівельних робіт та ремонтів. З правильним застосуванням і дотриманням безпечних методів роботи, їх можна ефективно використовувати для виконання різних завдань.

Буріння коронками по каменю та бетону.

Буріння коронками по каменю та бетону є широко використовуваним методом для створення великих отворів з високою точністю і продуктивністю. Діамантові коронки мають діамантове покриття на своїх ріжучих кромках, що дозволяє їм бути дуже ефективними при роботі з твердими матеріалами, такими як камінь, бетон, армований бетон та інші кам'яні матеріали. Ось деякі переваги буріння коронками:

1. Швидкість і продуктивність: Діамантові коронки здатні просочувати матеріал швидше, ніж звичайні бури для бетону. Це дозволяє збільшити продуктивність роботи і зменшити час, необхідний для створення великих отворів.

2. Висока точність: Діамантові коронки забезпечують дуже точне буріння, що дозволяє створювати отвори з високою якістю і без вибоїн.

3. Менше вироблення пилу: У порівнянні зі звичайними бурами для бетону, діамантові коронки створюють менше кількість пилу, що робить роботу чистішою та охайнішою.

4. Довговічність: Діамантові коронки мають високу міцність і довгий термін служби. Вони здатні здійснювати багато бурінь, не втрачаючи свою ефективність і гостроту.

5. Можливість буріння великих отворів: Діамантові коронки можуть створювати великі отвори, діаметром від кількох міліметрів до декількох метрів, що робить їх ідеальними для робіт, де потрібні великі отвори, наприклад, для вентиляції, каналізації, електричних та трубопровідних систем тощо.

6. Використання на різних матеріалах: Діамантові коронки можуть використовуватися на різних матеріалах, таких як бетон, камінь, армований бетон, цегла, граніт, мармур і т.д.

Незважаючи на багато переваг, буріння коронками по каменю та бетону також має деякі недоліки і обмеження:

1. Вартість: Діамантові коронки можуть бути дорожчими в порівнянні зі звичайними бурами для бетону. Їх висока вартість може становити великий фактор, особливо якщо необхідно використовувати декілька коронок для створення великих отворів.

2. Складність використання: Буріння коронками може бути більш складним і вимагати високої точності та управління інструментом. Це може бути особливо важко для незадачливих користувачів або для робітників без відповідного досвіду.

3. Ризик пошкодження інструменту: Діамантові коронки дуже міцні і довговічні, але можуть пошкодитися або ламатися при неправильному використанні або зіткненні з арматурою або іншими жорсткими матеріалами.

4. Велика потужність: Для буріння великих отворів за допомогою коронок потрібні потужні бурючі інструменти, такі як бормашини або верстати. Це може збільшити вартість проекту, якщо необхідно наймати або придбати такі інструменти.

5. Вібрація: Буріння коронками може викликати значну вібрацію, що може бути небезпечним для оператора. Рекомендується використовувати відповідний захисний екіпірування та забезпечити правильне закріплення інструменту.

6. Підходить тільки для великих отворів: Буріння коронками ідеально підходить для створення великих отворів, але може бути неефективним для менших отворів. Для менших отворів зазвичай використовують звичайні бури для бетону або інші інструменти.

Рисунок 1.1.3 Алмазна бурова коронка по каменю та бетону[1]

Рисунок 1.1.4 Бурова коронка по каменю та бетону[2]

Буріння шнеками по каменю та бетону:

Буріння шнеками по каменю та бетону - це ще один метод для створення отворів, який застосовують у будівельних та ремонтних роботах. Шнеки, також відомі як землерийні шнеки, мають спіральну форму і зазвичай використовуються для буріння отворів в грунті, однак їх також можна використовувати для буріння по каменю та бетону, особливо якщо вони мають карбідні ріжучі кромки. Ось деякі особливості та недоліки буріння шнеками:

Особливості буріння шнеками:

1. Підходить для м'якших матеріалів: Шнеки зазвичай застосовуються для буріння м'якших матеріалів, таких як грунт, ґрунтовані бетонні стіни або

камінь низької твердості. Вони можуть бути використані для буріння отворів у бетоні і камені, але їх ефективність залежатиме від твердості матеріалу.

2. Можливість буріння глибоких отворів: Шнеки можуть бурити глибокі отвори, залежно від довжини шнека. Це може бути корисно для побудови фундаментів або для інших проектів, де потрібні глибокі отвори.

3. Менше пилу: У порівнянні з діамантовими коронками або звичайними бурами для бетону, шнеки можуть створювати менше пилу, оскільки вони видаляють матеріал з отвору, а не розпилюють його.

4. Зручне для багатошарових матеріалів: Шнеки можуть бути корисними для буріння отворів у багатошарових матеріалах, таких як армований бетон або камені з декількома шарами різної твердості.

Недоліки буріння шнеками:

1. Не підходить для твердих матеріалів: Шнеки не є найкращим вибором для буріння по твердих матеріалах, таких як дуже твердий бетон або граніт. Вони можуть не здатні просочувати такі матеріали ефективно і можуть пошкодитися при намаганні зробити це.

2. Низька точність: Порівняно з діамантовими коронками або іншими спеціалізованими інструментами для буріння, шнеки можуть бути менш точними при створенні отворів.

3. Потребують потужних інструментів: Шнеки вимагають використання потужних бурючих інструментів, таких як бормашини або верстати, особливо для буріння глибоких отворів.

4. Знос і швидке затуплення: Використання шнеків для буріння по каменю та бетону може спричинити швидкий знос і затуплення ріжучих кромок, особливо при роботі з твердими матеріалами.

Узагалі, буріння шнеками може бути корисним методом для буріння в м'якших матеріалах, але для буріння по дуже твердих матеріалах рекомендується використовувати спеціалізовані інструменти, такі як діамантові коронки.

Хоча буріння шнеками по каменю та бетону має свої обмеження, воно також має деякі переваги, які роблять його корисним для певних ситуацій.

Ось деякі переваги буріння шнеками:

1. Менше пилу: Порівняно з іншими методами буріння, буріння шнеками створює менше пилу. Шнеки видаляють матеріал з отвору, що зменшує розпилювання пилу і допомагає зробити роботу менш забруднюючою.

2. Можливість буріння глибоких отворів: Шнеки можуть бурити досить глибокі отвори, залежно від довжини шнека. Це дозволяє виконувати проекти, де необхідні великі та глибокі отвори.

3. Зручне для м'якших матеріалів: Шнеки є ефективними для буріння по м'якших матеріалах, таких як ґрунт, пісок, глина, і бетонний блок. Вони добре просочують такі матеріали та створюють чисті та рівні отвори.

4. Економія часу: Для великих проектів, де потрібно багато отворів, буріння шнеками може бути економічно вигідним. Воно може зменшити час буріння та зусилля, що допомагає підвищити продуктивність роботи.

5. Широкий діаметр отворів: Завдяки різним розмірам шнеків, можливо створювати отвори різних діаметрів. Це дозволяє вибрати оптимальний розмір для ваших потреб.

6. Доступність: Шнеки легше доступні і дешевше в порівнянні з деякими спеціалізованими бурами. Їх можна знайти в багатьох магазинах і навіть орендувати для одноразових проектів.

При виборі методу буріння по каменю та бетону, важливо враховувати характеристики матеріалів, розмір отворів, якості та точність, необхідні для проекту. Буріння шнеками може бути ефективним і вигідним рішенням для певних завдань, але для більш складних проектів і твердих матеріалів можуть знадобитися спеціалізовані інструменти, такі як діамантові коронки або бури для бетону.

Рисунок 1.1.5. Шнековий бур для земляних робіт[https://2010.com.ua/ua/p1242803737-shnek-dlya-motobura.html]

Проломні бури для буріння по каменю та бетону[1]

Буріння проломними бурами по каменю та бетону - це метод, при якому використовуються проломні (відбивні) бури для створення отворів у камені, бетоні та інших твердих матеріалах. Проломні бури мають конструкцію з ріжучими головками, які відбиваються від поверхні матеріалу, утворюючи удари, які допомагають зруйнувати і розбити матеріал для створення отворів. Ось деякі особливості та переваги буріння проломними бурами:

Особливості буріння проломними бурами:

1. Руйнівна сила: Проломні бури мають здатність руйнувати тверді матеріали, такі як бетон і камінь, за рахунок ударів. Вони дозволяють розбити матеріал на більші фрагменти, що допомагає легше видаляти уламки та залишки після буріння.

2. Ефективність: Буріння проломними бурами може бути дуже ефективним для роботи з твердими матеріалами, особливо якщо інші методи буріння менше ефективні.

3. Великий діаметр отворів: Проломні бури дозволяють створювати великі отвори зі значним діаметром. Це корисно для проектів, де потрібні широкі прокладки, кабелі або трубопроводи.

4. Використання ударних дрилів: Проломні бури зазвичай використовуються в ударних дрилах або перфораторах, що дозволяє збільшити потужність і продуктивність буріння.

Переваги буріння проломними бурами:

1. Швидкість буріння: Буріння проломними бурами може бути досить швидким і ефективним способом створення отворів у твердих матеріалах.

2. Менше зусиль: За рахунок руйнівної сили проломних бурів, робітнику може знадобитися менше зусиль для створення отворів.

3. Універсальність: Проломні бури можуть бути використані для буріння не лише по бетону і каменю, але і в інших твердих матеріалах, таких як цегла, штукатурка, граніт, мармур і т.д.

4. Менше пилу: Порівняно з іншими методами буріння, проломні бури можуть створювати менше пилу, оскільки вони розбивають матеріал, а не розпилюють його.

Недоліки буріння проломними бурами

1. Шум і вібрація: Буріння проломними бурами може бути дуже шумним і викликати значну вібрацію. Це може створювати дискомфорт для оператора і оточуючих. Рекомендується носити відповідні навушники та захисні рукавиці, щоб зменшити вплив шуму та вібрації.

2. Висока потужність інструменту: Для буріння проломними бурами необхідно використовувати потужні буручі інструменти, такі як ударні дрили або перфоратори. Це може вимагати додаткових зусиль і збільшити вартість проекту, особливо якщо необхідно наймати або купувати такі інструменти.

3. Ризик пошкодження структури: Проломні бури можуть бути дуже потужними і викликати значні удари, що може призвести до пошкодження структури, особливо якщо необережно використовувати їх. При роботі з проломними бурами важливо дотримуватись правильних технік і враховувати особливості матеріалу.

4. Обмеження у формі отвору: Проломні бури створюють отвори з розсіяною формою, що може бути не підходити для деяких проектів, де необхідні точні і рівні отвори.

5. Ризик пошкодження інструменту: Використання проломних бурів може призвести до зносу і пошкодження ріжучих кромок інструменту. Регулярна обслуговування та заміна витратних деталей можуть бути необхідні для збереження ефективності інструменту.

6. Вимоги до навичок: Буріння проломними бурами вимагає досвіду та вмінь для правильного використання інструменту. Неправильне використання може призвести до небезпеки і неефективного результату.

Враховуючи ці недоліки, буріння проломними бурами залишається ефективним методом для створення отворів у камені та бетоні, особливо для проектів, де інші методи буріння менше ефективні. Однак, важливо

дотримуватись безпечних методів роботи та звертати увагу на характеристики матеріалу, щоб досягти оптимальних результатів.

Рисунок 1.1.6. Бур проломний для буріння каміння та бетону[1]

Рисунок 1.1.7. Бур по армованому бетону[2]

Рисунок 1.1.8. Спіральна бурова фреза[2]

Рисунок 1.1.9. Зубчаста бурова фреза[2]

1.2 Бур спіральний. Особливості експлуатації.

Бур спіральний є типом бура, який має спіральну форму з гвинтовими ламелями. Цей тип бура застосовується для буріння отворів в м'яких грунтах та ґрунтованому бетоні. Він добре справляється зі швидким і ефективним видаленням матеріалу з отвору завдяки своєму гвинтовому дизайну. Ось деякі особливості та переваги спіральних бурів:

Особливості спіральних бурів:

1. Спіральна форма: Спіральний бур має шнекоподібну форму зі спіралевидними гвинтовими ламелями, що дозволяють легко видаляти землю, пил або матеріал з отвору під час буріння.

2. Використання в м'яких матеріалах: Спіральні бури добре справляються з бурінням в м'яких грунтах, таких як пісок, глина, ґрунтований бетон та дерево. Вони здатні швидко проникати в такі матеріали та ефективно видаляти з них матеріал.

3. Варіативні розміри: Спіральні бури доступні в різних розмірах, що дозволяє вибрати оптимальний розмір для вашого проекту або задачі.

4. Використання в ручних та електричних інструментах: Спіральні бури можуть використовуватися в ручних дрилях або електричних бурдюках з відповідним кріпленням.

Переваги спіральних бурів:

1. Швидке видалення матеріалу: Гвинтовий дизайн спірального бура дозволяє швидко та ефективно видаляти матеріал з отвору, зменшуючи зусилля оператора.

2. Ефективність в м'яких матеріалах: Спіральні бури добре справляються з бурінням в м'яких грунтах і матеріалах, що робить їх корисними для проектів, де важливо швидко бурити багато отворів.

3. Відносна недорогоцінність: Спіральні бури є відносно дешевими, доступними та легкими для обслуговування.

4. Застосовується в різних проектах: Спіральні бури можуть бути застосовані у багатьох будівельних проектах, садівництві, ремонтних роботах і т.д.

Спіральні бури мають кілька можливостей та застосувань у різних проектах, особливо в тих, де потрібно бурити в м'яких матеріалах. Ось деякі з можливостей, які надають спіральні бури:

1. Буріння отворів в ґрунті: Спіральні бури добре справляються з бурінням отворів у м'яких грунтах, таких як пісок, глина, мул та інші ґрунтові матеріали. Вони можуть використовуватися для встановлення дренажних систем, огорож, стовпчиків та інших конструкцій у ґрунті.

2. Буріння отворів в ґрунтованому бетоні: Спіральні бури добре працюють і в м'якому бетоні, такому як ґрунтований бетон або легкий бетон. Вони можуть використовуватися для встановлення кріпильних елементів, трубопроводів, дренажних систем і т.д.

3. Буріння отворів у деревині: Спіральні бури ефективно працюють у деревині, що робить їх відмінними для проектів з деревом, таких як будівництво садових дерев'яних споруд, меблі, підлоги, дерев'яні конструкції тощо.

4. Створення отворів різних діаметрів: Спіральні бури доступні в різних діаметрах, що дозволяє створювати отвори різних розмірів залежно від потреб проекту.

5. Збільшення продуктивності: Спіральні бури можуть збільшити продуктивність робіт завдяки їхній швидкості та ефективності в м'яких матеріалах. Вони допомагають знизити зусилля оператора і зменшити час, необхідний для виконання робіт.

6. Використання в ручних інструментах: Спіральні бури можуть бути використані в ручних дрилах, що робить їх зручними для використання в місцях, де немає доступу до електричної енергії або великих бурдюків.

7. Застосування в садівництві: Спіральні бури можуть бути корисними для садівництва, де потрібно створити отвори для висаджування рослин, встановлення опор для рослин, бірок, дренажних систем та ін.

Режими роботи спіральних бурів можуть варіюватися залежно від типу бура, характеристик інструменту, а також властивостей матеріалу, який буриться. Основні режими роботи включають:

1. Швидкість буріння: Регулювання швидкості буріння дозволяє контролювати рівень продуктивності та точність процесу. Для м'яких матеріалів, таких як ґрунт, пісок і дерево, можна використовувати вищу швидкість, щоб швидше просочувати матеріал. Однак для буріння в твердих матеріалах може знадобитися менша швидкість, щоб уникнути затуплення бура і забезпечити більшу точність.

2. Обертання: Спіральні бури зазвичай працюють з обертальними рухами, що допомагає їм висмоктувати матеріал з отвору. Обертання може бути здійснене ручно, якщо використовуються ручні дрили, або автоматично в електричних бурдюках.

3. Глибина буріння: Визначення глибини буріння допомагає досягти необхідної глибини отвору. Деякі спіральні бури мають мітки на своїй поверхні, які допомагають контролювати глибину, а також можуть використовуватися візирні лінії на дрилі.

4. Зусилля: При бурінні у твердих матеріалах може знадобитися більше зусиль, особливо якщо бур використовується для просочування або розчинення матеріалу. Важливо не надмірно навантажувати бур і забезпечувати належний контроль над зусиллям.

5. Застосування охолодження: При тривалому бурінні може знадобитися охолодження бура, щоб уникнути перегрівання. Для цього можна використовувати охолоджувальні рідини або системи охолодження.

6. Змащення: Забезпечення правильного змащення бура допомагає знизити тертя і знос, а також полегшує процес буріння.

Рисунок 1.2.1 Бур спіральний з двома різальними кромками[2]

Рисунок 1.2.2 Бур спіральний з трьома різальними кромками[2]

Рисунок 1.2.3 Бур спіральний з чотирма різальнима кромками [1]

Аналізуючи конструкцію та умови роботи бурів для обробки бетону, можна зробити важливі висновки щодо їхньої значущості в будівельній

індустрії та сферах ремонту. Конструкція бурів для бетону ретельно розроблялася, щоб відповідати особливостям цього важкого та міцного матеріалу. Високоякісні бури мають високу міцність та здатність робити точні отвори в бетонних поверхнях.

Умови роботи бурів для бетону також грають вирішальну роль у результаті. Важливо враховувати тип бетону, його ступінь твердості, розмір та глибину свердління, а також доступну потужність обладнання. Вибір відповідного бура та налаштування інструменту впливають на продуктивність та безпеку роботи.

Завдяки аналізу конструкції та умов роботи бурів для обробки бетону, можна підкреслити важливість вибору правильного інструменту та ретельного планування робіт у будь-якому проекті, де необхідно працювати з бетонними поверхнями. Відповідно підібраний бур та правильна методика роботи забезпечують якісну та надійну обробку бетону, сприяючи успішному завершенню будівельних та ремонтних завдань.

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Аналіз конструкції виготовлення бура

В ході виконання дипломного проекту буде виконуватись проектування бура який складається з таких конструктивних елементів :

- Хвостова - розміщується в патроні інструменту та закріплюється в ньому.
- Спіралеподібна — з її допомогою відбувається видалення залишків з отвору, що висвердлюється в кількості 4х канавок.
- Ріжуча - основа, в основу входить твердосплавний матеріал, що має відповідне заточування кромки для вгризання в бетонну конструкцію.

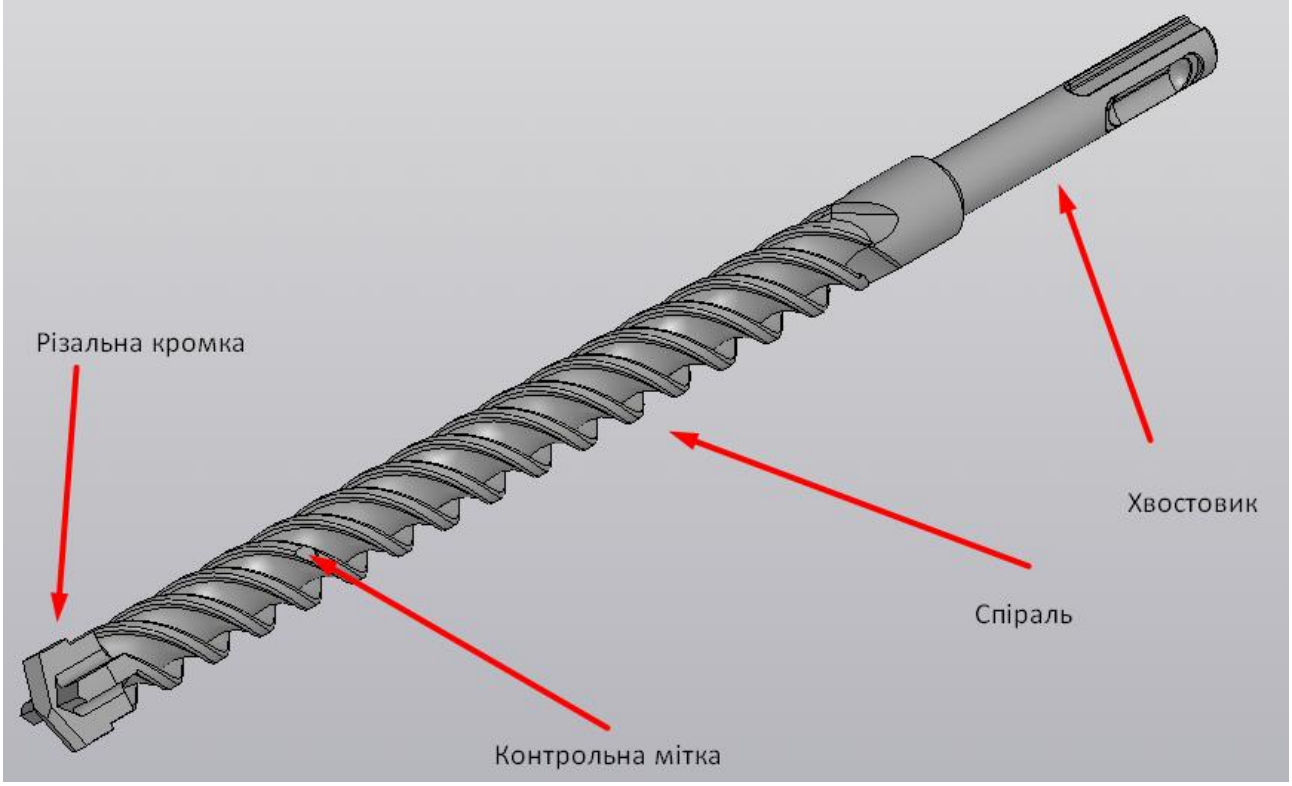


Рисунок 3.1 – 3D –модель бура складеного

Багато бурів для перфоратора називають свердлами, тому що дійсно ці елементи мають схожість. Відрізняється бур від свердла лише за конструкцією хвостової частини. Конструкція хвостовика свердла має циліндричну конструкцію без виїмок, заглиблень та пазів. У конструкції хвостовика бура є пази, за рахунок яких відбувається з'єднання насадки із спеціальним механізмом патрона перфоратора.

2.2 Інструментальний матеріал

Для виготовлення самого бура використовується високоміцна сталь, яка є головним матеріалом. Однак без більш міцної сталі, бури при роботі швидко стиралися б і не забезпечували надійності при бурінні отворів. Основу насадки складає ріжуча частина, і ефективність проведення відповідних робіт залежить не тільки від заточування, але ще й від додаткового напилення з твердосплавних матеріалів. Виготовляти бури з міцних твердосплавних матеріалів нераціонально, тому що в результаті вони коштували б дуже дорого.

Для виготовлення бура буде використовуватись матеріал марки Сталь 12Х8ВФ [3]

Високолегована конструкційна сталь, призначена для застосування в умовах високих температур. Для неї властива добра теплостійкість, довговічність та працездатність у складнонапруженому стані. Поставляється у вигляді гарячекатаного та каліброваного прокату, штампувань та поковок.

12Х8ВФ – теплостійка сталь мартенситного класу. Відрізняється невеликим вмістом вуглецю, підвищеною масовою часткою хрому, ванадію та вольфраму та мінімальною присутністю шкідливих домішок сірки та фосфору.

Таблиця 2.1 – Хімічні властивості Сталь 12Х8ВФ

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	V	W
0,08…0,15	≤ 0,6	≤ 0,5	≤ 0,025	≤ 0,03	7…8,5	≤ 0,6	≤ 0,2	0,3…0,5	0,6…1,0

Таблиця 2.2 – Фізико-механічні властивності Сталь12Х8ВФ

$\sigma_в$	$\sigma_Т$	d_5	y	KCU	Термообр.
МПа	МПа	%	%	кДж / м^2	-
390	165	22	50	980	Відпал 840 - 860°C

2.3 Матеріал різальної частини

За матеріалом напайок на ріжучій кромці бури бувають:

- Твердосплавна - це найпопулярніший сплав, який застосовується не тільки при виготовленні бурів, але і свердел бетону для дрілей. твердосплавний матеріал досягається за рахунок з'єднання двох речовин - карбіду вольфраму та кобальту. Застосування його робить насадку дешевою, і при цьому ефективною.
- Твердосплавна вставка - відрізняється від твердосплавного бура тим, що твердосплавний матеріал наноситься не тільки на ріжучі частини, але і на основу насадки. Це підвищує міцність пристроїв, а також збільшує їх ресурс. Наявність твердосплавної вставки також відбивається на вартості бурів.
- Загартовані - це найдешевші моделі бурів на перфоратори, купити які має сенс тільки в одному випадку - якщо потрібно зробити кілька отворів у бетоні. Відмінна риса загартованих насадок - це темне забарвлення хвостовика.

2.4 Тип хвостовика

Хвостовик - це частина оснастки, яка фіксується в патроні інструменту (верстат, дриль, перфоратор).

Система кріплення SDS була презентована світу наприкінці 70-х. На сьогоднішній день вона використовується в 90% перфораторів. У порівнянні з «кулачковими» патронами система SDS набагато ефективніша. При використанні ударного свердління на патрон проводився колосальний тиск, що призводило до руйнування. Для його захисту була створена система SDS. На ньому розташовані пази, відкриті та закриті. Перші виконують роль напрямних для входу бура в патрон. А закриті фіксують його всередині стопорними кульками. Щоб полегшити хід бура, хвостовик трохи змащують. Саме за рахунок «вільного» ходу свердла патрон має захист від ударного впливу.

Тип бурів з хвостовиком SDS plus найчастіше використовують із інструментом вагою 2-4 кг. Це легкі, будівельні інструменти, що мають найширше застосування в побуті. Здійснюють буріння діаметром до 26 мм.

Особливості хвостовиків SDS plus: 4 паза: 2 відкритих, для вставки бурів, 2 закритих, для їх фіксації діаметр хвостовиків 10 мм входження в патрон 40 мм довжина свердла, що рекомендується: мінімальна 110мм, максимальна 1000 мм.

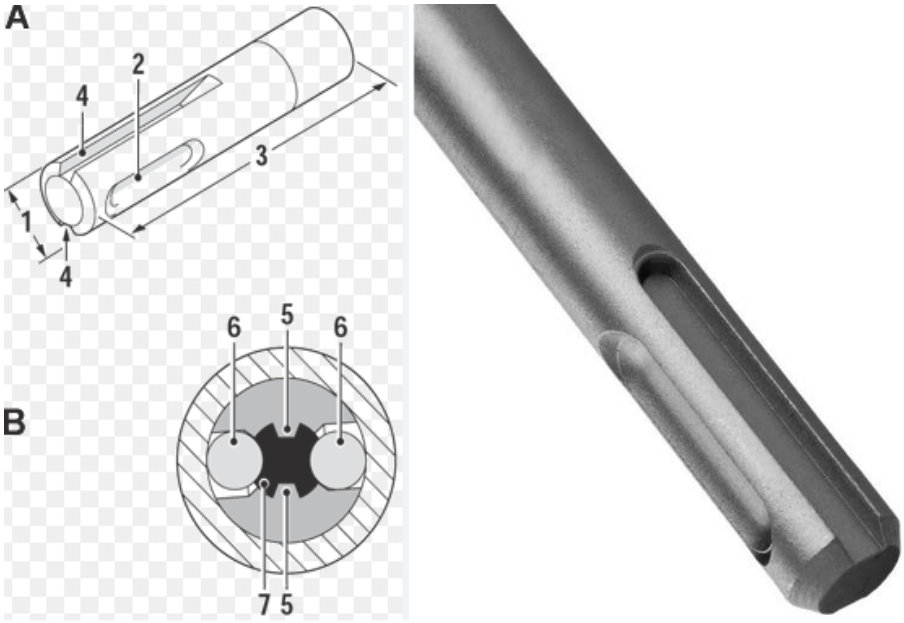


Рисунок 3.4 – Хвостовик типу SDS-plus

2.5 Кількість канавок

Гвинтові канавки на бурах для бетону відіграють ключову роль процесі буріння. Ці канавки, розташовані на робочій частині бура, мають спіралеподібну форму і допомагають ефективно переміщати матеріали, що утворюються під час буріння. Вони виконують декілька важливих функцій:

Позбавлення залишків матеріалу. Гвинтові канавки реалізують позбавленню матеріалу з отвору позбаваючи його накопиченню та забеспечуючи більше ефективну роботу бура

Охолодження. Гвинтові канавки слугують до постачання охолоджувальної рідини до зони контакту між буром та бурильним матеріалом. Це допомагає зменшити тертя та зносу інструмента.

Для бурів по бетону кількість гвинтових канавок має велике значения, бо їх кількість впливає на міцність самого бура. Тим самим менш міцні бури

мають не більше 2х гвинтових канавок, а найбільш міцні з 4ма спіральними канавками.

2.6 Кути

Кут заточування бурів для бетону відіграє важливу роль у процесі буріння і визначає ефективність роботи інструменту. Зазвичай використовуються два основних типи заточування у бурів для бетону: кут 90° (для м'яких матеріалів) і кут близько 118° (для твердіших матеріалів).

Кут близько 118° підходить для більш твердих матеріалів, включаючи посилений бетон, камінь або граніт. Він створює більш гострий і вузькі вістря бура, що дозволяє краще проникати в тверді поверхні. Такий кут заточування забезпечує меншу контактну ділянку, що дозволяє збільшити тиск на матеріал та покращити процес різання у твердих умовах.

Висновок: Матеріал Заготовки Сталь 12Х8ВФ забезпечує гарну теплопровідність та теплостійкість, що дуже добре сприяє обробці в заданих умовах.

3. Розробка технології виготовлення корпуса бура

3.1. 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).

Тим не менш, більшість заготовок для машинобудівного виробництва виготовляють методом литття або пластичного деформування.

Для визначення виду виготовлення Заготовки необхідно, насамперед, звернути увагу на конструкційний матеріал, конструктивні особливості деталі, умови її роботи в вузлі.

Вихідним документом для проектування Заготовки є кресленник деталі, на якому вказано конструкційний матеріал і масу деталі. Також необхідно приймати до уваги обсяг випуску таких деталей.

Заготовку будемо одержувати круглим сортовим прокатом по [4] , тому що Заготовка має циліндричну форму та зменшує кількість знятого матеріалу.

Таблиця 3.1. Загальні припуски на обробку поверхонь деталі «Бур складений для обробки бетону»[Складено автором]

Розмір деталі, мм	Точність розмірів, квалітет	Шорсткість R_a, мкм	Припуск на розміри заготовки, мм	Розмір заготовки, мм
250±0,5	js14	12,5	2,5x2	$255^{+0,65}_{-0,65}$
$Ø14_{-0,027}$	h8	2,5	0,5x2	$15^{+0,3}_{-0,5}$
$Ø10_{-0,036}$	h9	3,2	2,5x2	$15^{+0,3}_{-0,5}$
$4^{-0,012}_{-0,042}$	P9	6,3	2	–
$6^{-0,012}_{-0,042}$	P9	6,3	4	–

Розрахункові дані круглого сортового проката :

Маса Заготовки: $m = 355$ г

Маса деталі отримана при моделюванні в Компас – 3D: 160 г

Отже, коефіцієнт використання матеріалу $\frac{160}{355} = 0{,}45$

3.2. Проектування технологічних маршрутів оброблення поверхонь

Конструкцію деталі можна розділити на сукупність типових геометричних фігур, до поверхонь яких, згідно робочого кресленика, висунуто певні вимоги щодо параметрів точності та якості. Практикою машинобудівного виробництва накопичено виробничий досвід технологічних маршрутів (послідовностей) економічного оброблення типових поверхонь для забезпечення заданої точності розмірів та параметрів шорсткості робочих поверхонь. Практично всі технологічні довідники приводять такі послідовності. Типові технологічні маршрути (послідовності) оброблення поверхонь є рекомендаціями, які необхідно додатково аналізувати та уточнювати при технологічному проектуванні. Маршрути оброблення поверхонь, економічна точність та шорсткість робочих поверхонь, що при цьому буде забезпечена наведено в табл. 3.2. Поверхні, що обробляються в деталі «Бур складений» вказані на рисинку. 2.4.

Таблиця 3.2 – Розрахунок міжопераційних розмірів

Розміри деталі, вид обробки	Точність розмірів, квалітет	Шорсткість поверхні, Ra, мкм	Операційний припуск, мм	Міжопераційний розмір, мм
$Ø14_{-0,027}$				
Точіння остаточне	h8	2,5	0,1x2	$∅14_{-0,027}$
Н/ч точіння	h10	6,3	0,15x2	$∅14{,}2_{-0,18}$
Точіння попереднє	h12	12,5	0,25x2	$∅14{,}5_{-0,43}$
Заготовка	R_z20			$15^{+0,3}_{-0,5}$

Продовження таблиці 3,2

$\varnothing 10_{-0,036}$				
Точіння остаточне	h9	3,2	0,25x2	$\varnothing 10_{-0,036}$
Н/ч точіння	h10	6,3	0,75x2	$\varnothing 10,5_{-0,15}$
Точіння попереднє	h12	12,5	1,5x2	$\varnothing 12_{-0,36}$
Заготовка	$R_z 20$			$15^{+0,3}_{-0,5}$

3.3. Розроблення та представлення маршрутного технологічного процесу

Важливим є визначення послідовності оброблення поверхонь деталі. Тому вихідним документом для виконання цього етапу є робочий кресленик деталі. При цьому необхідно керуватися класифікацією поверхонь деталі за службовим призначенням. Даний етап є базою для проектування технологічних операцій обробки, бо зміст кожної операції буде в значній мірі визначатися обраними маршрутами обробки поверхонь деталі та технологічними можливостями верстатів.

Узагальнений алгоритм визначення послідовності обробки поверхонь, в тому числі й корпусних деталей, створено поєднанням наукових досліджень і аналізу практичного досвіду застосування технологічних процесів, реалізованих у виробництві. Узагальнена послідовність оброблення поверхонь будь-яких конструкцій і деталей:

- Першими обробляються ті поверхні, що є базами для виконання наступних операцій.
- Для своєчасного виявлення браку на поверхнях, де він недопустимий, потрібно передбачати обробку цих поверхонь на перших етапах технологічного процесу. Це дає можливість своєчасно виявити брак і за можливості його усунути. Також це зменшить непродуктивні витрати на обробку.
- На чорновому етапі оброблення, після попередньої обробки базових поверхонь, спершу треба обробляти поверхні, при обробленні яких

видалятиметься максимальний об'єм матеріалу, або поверхні, що мають найбільший припуск, а також найвідповідальніші поверхні.

- Остаточне оброблення найбільш відповідальних поверхонь необхідно здійснювати на останніх операціях або переходах. Це компенсує всі попередні похибки оброблення та виключить випадкові небажані пошкодження остаточно оброблених поверхонь.
- Поверхні, до яких встановлено вимоги взаємного просторового розташування, найліпше обробляти за один установ.
- Кріпильні поверхні доцільно обробляти після завершальної обробки поверхонь, в яких вони виготовляються. Тоді буде запезпечено перпендикулярність вісі кріпильного отвору (наприклад, різьби) до поверхні, в якій його оброблено.
- Доцільно планувати таку послідовність і кількість технологічних переходів, при яких кількість задіяних інструментів не перевищуватиме ємність інструментального магазину верстата.
- В технологічних процесах необхідно передбачати операції контролю, які доцільно розміщувати між окремими етапами оброблення, наприклад перед виконанням особливо відповідальних операції, а також після завершення виконання технологічного процесу.

При проєктуванні операційного технологічного процесу виготовлення деталі «Бур складений» враховано усі вимоги наведеного алгоритму.

ОПЕРАЦІЙНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ «Бур складений»

005 Стрічковідрізна, верстат BS 550G

1. Установити, закріпити, зняти.
2. Відрізати заготовку в розмір $255^{+0,65}_{-0,65}$ згідно креслення

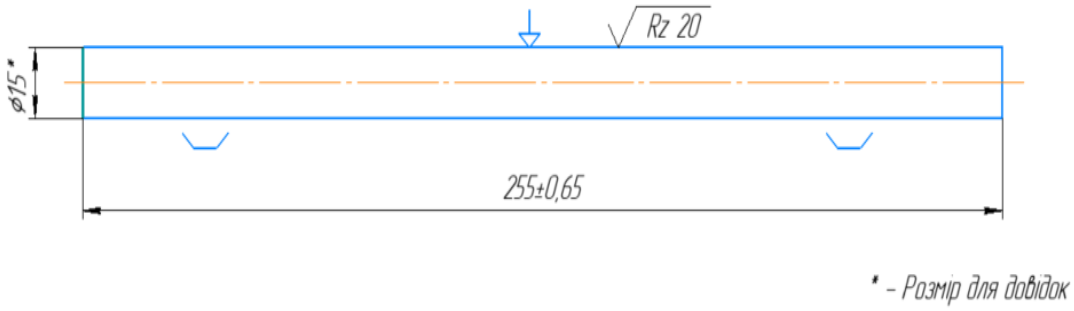


Рисунок 3.3.1 – операційний ескіз операції 005

<u>010 Токарна з ЧПК SZGH-25</u>

1. Установити, закріпити, зняти.
2. Підрізати торець в розмір 252,5±0,65 згідно креслення по програмі.
3. Центрувати центровочний отвір витримуючи розміри: Ø5 мм,3,5 мм та 2,5 мм згідно креслення по програмі.Фрез
4. Точити начорно поверхню $\varnothing 14{,}5_{-0{,}43}$ витримуючи розмір 200±0,575 згідно креслення по програмі
5. Точити н/ч поверхню $\varnothing 14{,}2_{-0{,}18}$ витримуючи розмір 200±0,575 згідно креслення по програмі
6. Точити начисто поверхню $\varnothing 14_{-0{,}027}$ витримуючи розмір 200±0,575 згідно креслення по програмі

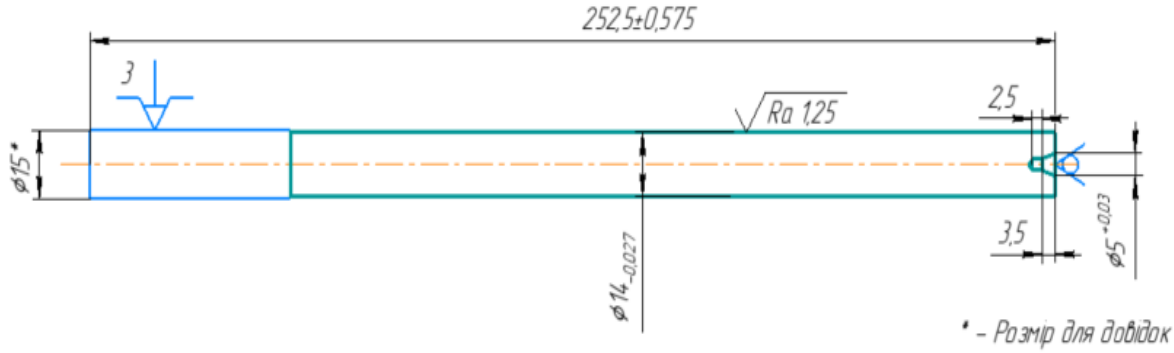


Рисунок 3.3.2 – операційний ескіз операції 010

<u>015 Токарна з ЧПК SZGH-25</u>

1 Установити, закріпити, зняти.

2. Підрізати торець в розмір 250±0,65 згідно креслення по програмі.
3. Центрувати центровочний отвір витримуючи розміри: Ø5 мм,3,5 мм та 2,5 мм згідно креслення по програмі.

4. Точити начорно поверхню $\varnothing 12_{-0,36}$ витримуючи розмір 50±0,31 згідно креслення по програмі

5. Точити н/ч поверхню $\varnothing 10{,}5_{-0,15}$ витримуючи розмір 50±0,31 згідно креслення по програмі

6. Точити начисто поверхню $\varnothing 10_{-0,036}$ витримуючи розмір 50±0,31з утворенням фаски 2 мм згідно креслення по програмі

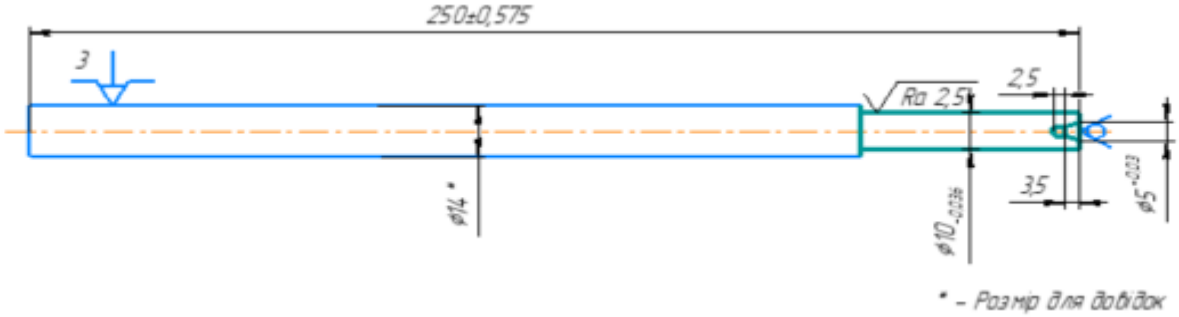


Рисунок 3.3.3 – операційний ескіз операції 015

<u>020 Фрезерна на горизонтально-фрезерному вертатсті 6Р82</u>

1. Установити, закріпити, зняти.

2. Фрезерувати два шпонкових паза $4^{-0,012}_{-0,042}$ на довжину 28±0,26 та глибину 2 мм з переворотом під кутом 180° згідно креслення по програмі.

3. Свердлити отвір під фрезерування шпонкового пазу Ø6 на глибину 2 мм під кутом 90° згідно креслення по програмі.

4. Фрезерувати шпонковий паз $6^{-0,012}_{-0,042}$ на довжину 18±0,26 та глибину 2 мм згідно креслення по програмі.

5. Розфрезерувати шпонковий паз $6^{-0,012}_{-0,042}$ на довжину 21,5±0,26 та глибину 0,5 мм згідно креслення по програмі.

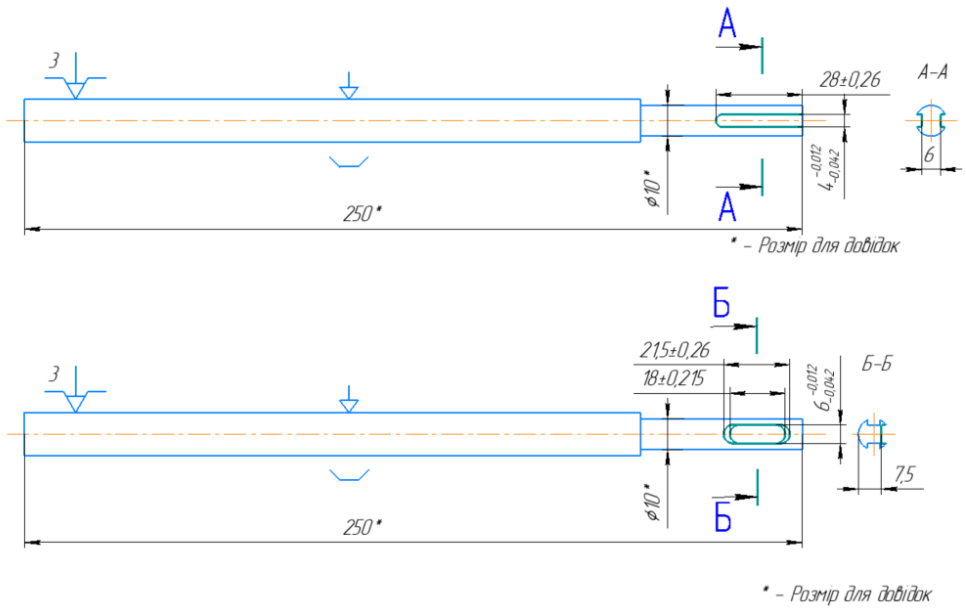


Рисунок 3.3.4 – операційний ескіз операції 020

<u>025 Фрезерна на горизонтально-фрезерному вертатсті 6Р82</u>

1. Установити, закріпити, зняти.
2. Фрезерувати чотири стружкові канавки витримуючи крок 40 та довжину 180 мм
3. Фрезерувати спинки стужкових канавок витрумуючи крок 40 та довжину 180 мм
4. Фрезерувати 2 лиски під кутом в 180° витримуючи розміри 40±0,31мм та 44±0,31 мм

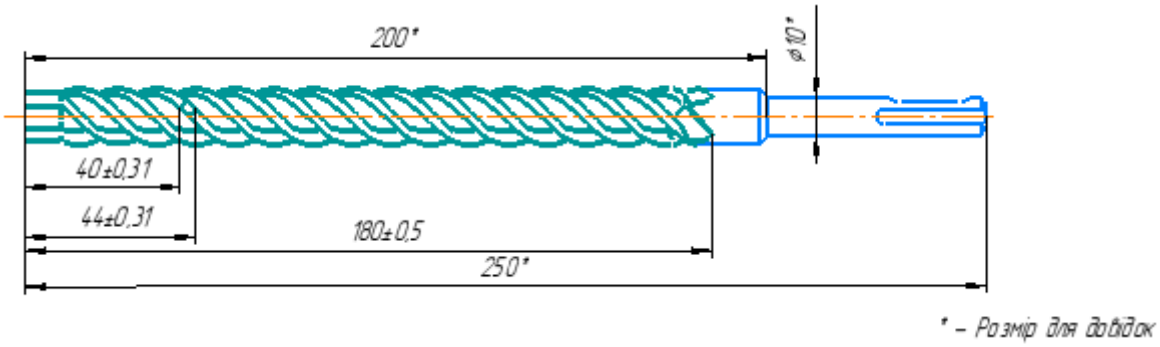


Рисунок 3.3.5 – операційний ескіз операції 025

<u>030 Слюсарна</u>

1. Зняття задирів після фрезерування

035 Гравірувальна. Гравировально-фрезерный станок с ЧПУ MSF6090

1. Установити, закріпити, зняти.
2. Маркувати бур за вимогою.

040 Термічна. Піч термічна

1. Гартування та відпуск

045 Термічна

1. Рихтувати після термообробки

050 Контрольна

1. Контроль твердості спіральних канавок та хвостовика бура згідно креслення

055 Піскоструйна

1. Очистка інструмента від окалин

060 Круглошліфувальна на верстаті 3Б12

1. Установити, закріпити, зняти
2. Шліфувати по зовнішньому діаметру робочу і хвостову частини згідно креслення

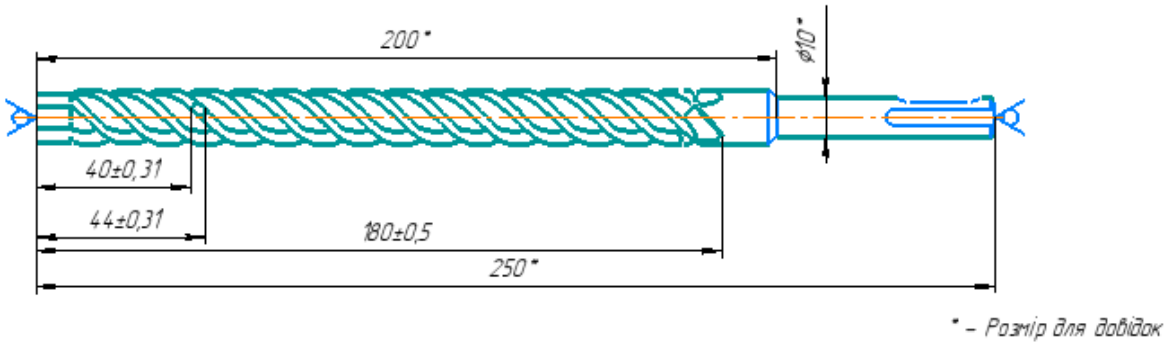


Рисунок 3.3.6 – операційний ескіз операції 065

065 Слюсарна

1. Заточити спіральні канавки згідно креслення

070 Зварвальна

1. Напаяти пластини з твердого сплаву

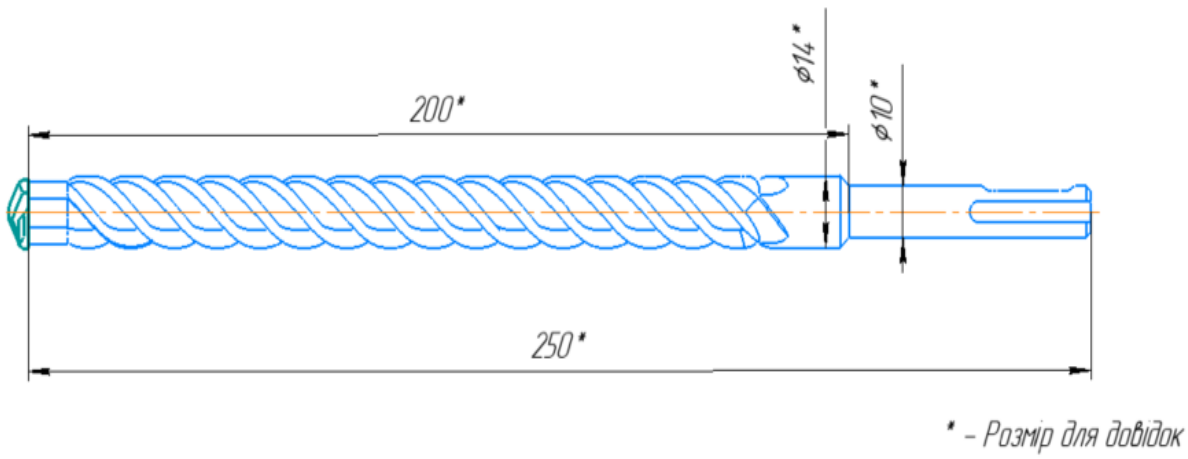


Рисунок 3.3.7 – операційний ескіз операції 070

<u>075 Слюсарна</u>

1 Шліфувати зварний шов напайки згідно креслення

<u>80 Контрольна</u>

1. Контроль інструменту згідно креслення

3.4. Вибір обладнання, верстатних пристроїв.

Рисунок 3.4.1 – Стрічкопильний верстат для різання металу BS 550G[5]

Технічні характеристики

- Потужність: 2,8 кВт;
- Електроживлення: 400 В, 3 фази;
- Розмір ріжучої стрічки: 4405x34x1,1 мм;
- Регулювання падіння важеля: Гідравлічний циліндр;
- Лінійна швидкість стрічки: 48/70 м/хв;
- Вага: 590 кг;

Діапазон різання:

Кут 0°:

Труба - Ø400 мм;

Профіль - 550 x 360 мм;

Квадрат - 360 x 360 мм;

Кут 45°:

Труба - Ø340 мм;

Профіль - 400 х 340 мм;

Квадрат - 340 х 340 мм;

Кут 60°

Труба - Ø260 мм;

Профіль - 340 х 260 мм;

Квадрат - 260 х 260 мм;

Рисунок 3.4.2 – Токарний з ЧПК SZGH-25[6]

Характеристики:

Максимальний посадковий діаметр інструменту: 25 мм;

Максимальна довжина заготовки: 300 мм;

Точність обробки деталі: ±0,01 мм;

Робоче поле вісі X: 500 мм;

Робоче поле вісі Z: 180 мм;

Швидкість переміщення вісі X: 25 м/мм;

Швидкість переміщення вісі Z: 25 м/мм;

Максимальна частота обертання шпінделя: 3500 об/хв.;

Потужність шпінделя: 2,2 кВт;

Габаритні розміри: (Д х Ш х В), 1700х1400х1600;

Вага: 1400 кг;

Рисунок 3.4.3 – Горизонтально-фрезерному вертатсті 6Р82[7]

Характеристики:

Робочі розміри стола 1250 х 320 мм;

Найбільше повздовжне переміщення стола, 850 мм ;

Найбільше поперечне переміщення стола, 250 мм ;

Найбільше вертикальне переміщення стола, 400 мм;

Клас точності Н;

Межі частот обертання шпінделя, 140 - 2000 мин ;

Прискорене повздовжне переміщення стола, 2900 мм/мин ;

Прискорене поперечне переміщення стола, 2300 мм/мин ;

Прискорене вертикальне переміщення стола, 1150 мм/мин ;

Потужність електродвигуна привода шпінделя, 5,5 кВт ;

Потужність електродвигуна привода стола, 1,5 кВт ;

Конус шпинделя по ГОСТ 30064-93 ISO 50;

Габаритні розміри верстата (Д х Ш х В), 2135 х 1865 х 1695 мм;

Маса верстата з електроустаткуванням, 2360 кг;

Рисунок 3.4.4 – Гравировально-фрезерный станок с ЧПУ MSF6090[8]

Характеристики:

Робочі розміри стола: 600х900 мм;

Потужність шпинделя: 2,2 кВт;

Робоча швидкість: 6000 мм/хв;

Швидкість холостого ходу: 10000 мм/хв.

Дискретність: 0,02 мм;

Робоча температура: 10-40 °С;

Габаритні розміри: 1200х1400х1000 мм;

Вага: 250 кг;

Рисунок 3.4.5 – Круглошліфувальна на верстаті 3Б12[9]

Характеристики:

Клас точності по ГОСТ 8-82П;

Найбільший діаметр оброблюємого виробу, 200 мм;

Наибільшая довжина оброблюємого виробу 500 мм;

Найбільший діаметр шліфування, 20 мм;

Найменьший діаметр шліфування, 8 мм;

Наибільша довжина шліфування, 450 мм;

Наибільше повздовжне переміщення стола, 550 мм;

Найменший хід стола між упорами, 4 мм;

Швидкість переміщення стола від гидросистеми, 0,1..5 м/мин;

Частота обертання шпінделя зовнішнього шліфування, 2250 об/мин;

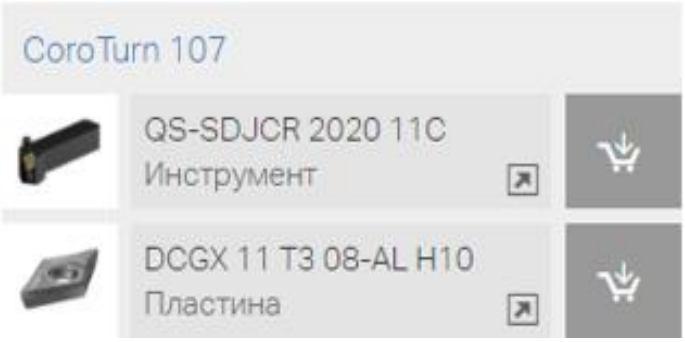
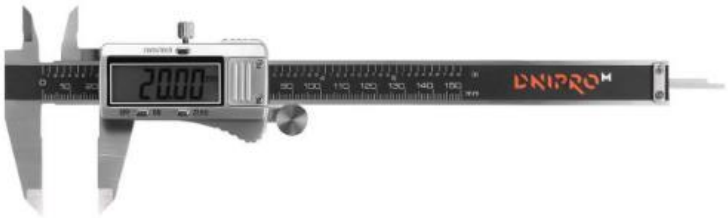
Габаритні розміри верстата: 2600х1755х1750 мм;

3.5 Вибір різальних і вимірювальних інструментів

Таблиця 3.5 – Різальні інструменти та вимірювальні інструменти

№ операції	Інструмент	Оснащення
005	Полотно стрічкове	
005 010	Штангенциркуль ШЦ-ІІ-300-0,02	

Продовження таблиці 3.5

010 015	 Свердло центрувальне DIN333A	 Патрон цанговий С4-391.32-08 077
010 015	 Різець контурний	Револьверна головка при верстаті
010 015 020	Шта  Штангенциркуль індикаторний ШЦ-І-150-0,01	

Продовження таблиці 3.5

020	 Фреза кінцева Ø4, L50-4f	 Патрон цанговий С4-391.32-08 077
020	 Свердло спіральне Ø6х57х93 мм Meister	 Патрон цанговий С4-391.32-08 077

Продовження таблиці 3.5

020	 Фреза сферична Ø6х22х45 мм	 Патрон цанговий С4-391.32-08 077
020	 Фреза кінцева Ø6 z=3 ГОСТ17025-71	 Патрон цанговий С4-391.32-08 077

Продовження таблиці 3.5

025	 Фреза дискова спеціальна	Оправка при верстаті
035	 Фреза гравірувальна D4 L40 l7.4 t0.1 A30	 Патрон цанговий С4-391.32-08 077
060	 Круг шліфувальний 1.125х63х20 15А16СМ12К5 35 м/с ГОСТ 2424-83	Пристрій для правки круга

3.6. Визначення припусків на механічну обробку

3.6.1. Аналітичний розрахунок припусків

Розрахуємо міжопераційні припуски для оброблення поверхні Ø10h9.

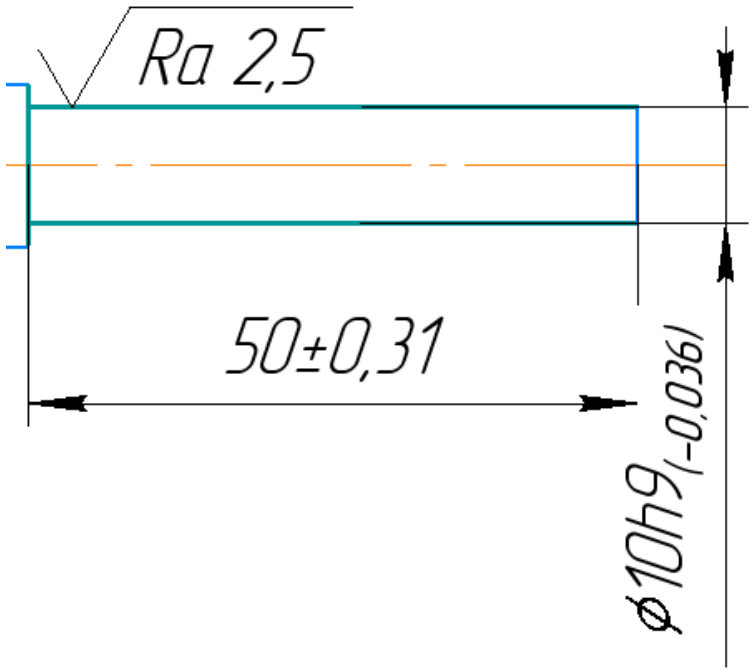


Рисунок 3.6. Ескіз поверхні, що обробляється

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 [10, 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:

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

$R_{z0} + h_0 = 125 + 120 = 245$ мкм;[10, с. 180, табл. 12]

$\Delta_0 = \Delta_k l = 1{,}5 \cdot 250 = 375$ мкм (для прокату звичайної точності та довжини деталі);[10, с. 180, табл. 16]

$\varepsilon_0 = \sqrt{\varepsilon_б^2 + \varepsilon_з^2}$ – однопозиційне оброблення;

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

$\varepsilon_з = 150$ мкм .

$$2Z_{min1} = 2 \cdot 2\left(245 + \sqrt{375^2 + 150^2}\right) = 2 \cdot 2 \cdot 750 = 3000 \text{ мкм}$$

Точіння напівчистове:

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

$R_{z1} + h_1 = 63 + 60 = 123$ мкм – після чорнового обточування;[10, с. 180, табл. 25]

$\Delta_1 = \Delta_k l = 1{,}5 \cdot 250 = 375$ мкм – (для прокату звичайної точності та довжини деталі);[7, с. 180, табл. 16]

$$\varepsilon_1 = 80 \text{ мкм}$$

$$2Z_{min2} = 2\left(123 + \sqrt{375^2 + 80^2}\right) = 1100 \text{ мкм}$$

Точіння чистове:

$$2Z_{min2} = 2\left(R_{z2} + h_2 + \sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon_2^2}\right)$$

$R_{z2} + h_2 = 32 + 30 = 62$ мкм – після напівчистового точіння;[10, с. 180, табл. 25]

$\Delta_2 = \Delta_k l = 1{,}5 \cdot 250 = 375$ мкм – (для прокату звичайної точності та довжини деталі);[10, с. 180, табл. 16]

$$\varepsilon_2 = 80 \text{ мкм}$$

$$2Z_{min3} = 2\left(62 + \sqrt{375^2 + 80^2}\right) = 900 \text{ мкм}$$

Технологічні допуски [11]:

$T_{\text{точ.чор}} = 0{,}36$ мм (12 квал.);

$T_{\text{точ.н/ч}} = 0{,}15$ мм (10 квал.);

$T_{\text{точ.чис}} = 0{,}036$ мм (9 квал.);

Найменші граничні розміри:

$D_{\text{мін.точ.чист}} = D_{\text{мін}} + 2Z_{\text{мін3}} = 9{,}964 + 0{,}900 = 10{,}864$ мм

$D_{\text{мін.точ.н/ч}} = D_{\text{мін.шліф.чист}} + 2Z_{\text{мін2}} = 10{,}864 + 1{,}1 = 11{,}964$мм

$D_{\text{мін.точ.чорн}} = D_{\text{мін.шліф.н/ч}} + 2Z_{\text{мін1}} = 11{,}964 + 3{,}0 = 14{,}964$мм

Враховуючи допуски оброблення, приймаємо такі значення розмірів:

$D_{\text{макс.точ.чис}} = 10{,}0$ мм

$D_{\text{макс.точ.н/чис}} = 10{,}5$ мм

$D_{\text{макс.точ.чор}} = 12{,}0$ мм

Перераховуємо найбільші граничні розміри:

$D_{\text{мін.точ.чис}} = D_{\text{макс.точ.чис}} - T_{\text{точ.чис}} = 10{,}0 - 0{,}036 = 9{,}964$ мм

$D_{\text{мін.точ.н/чис}} = D_{\text{макс.точ.чис}} - T_{\text{точ.чис}} = 10{,}5 - 0{,}15 = 10{,}35$ мм

$D_{\text{мін.точ.чор}} = D_{\text{макс.точ.н/чор}} - T_{\text{точ.чор}} = 12{,}0 - 0{,}36 = 11{,}64$ мм

Перераховуємо мінімальні розміри припусків:

$2Z_{\text{мін3}} = D_{\text{мін.точ.н/чис}} - D_{\text{мін.точ.чис}} = 10{,}35 - 9{,}964 = 0{,}386$ мм

$2Z_{\text{мін2}} = D_{\text{мін.точ.чор}} - D_{\text{мін.точ.н/чис}} = 11{,}64 - 10{,}35 = 1{,}29$ мм

$2Z_{\text{мін1}} = D_{\text{мін.загот}} - D_{\text{мін.точ.чор}} = 14{,}5 - 11{,}64 = 2{,}86$ мм

Перераховуємо максимальні розміри припусків:

$2Z_{\text{макс3}} = D_{\text{макс.точ.н/чис}} - D_{\text{макс.точ.чис}} = 10{,}5 - 10{,}0 = 0{,}5$ мм

$2Z_{\text{макс2}} = D_{\text{макс.точ.чор}} - D_{\text{макс.точ.н/чис}} = 12{,}0 - 10{,}5 = 1{,}5$ мм

$2Z_{\text{макс1}} = D_{\text{макс.загот}} - D_{\text{макс.точ.чор}} = 15{,}3 - 12{,}0 = 3{,}3$ мм

Таблиця 3.6.1 Розрахунок припусків і граничних розмірів за технологічними переходами обробки поверхні Ø10h9

Технол. перех.	Елементи припуску, мкм				Розр., мм		T, мкм	Прийняті розміри, мм		Значенння припусків, мм	
	R_Z	h	Δ	ε	$2Z_{min}$	D_{min}		D_{min}	D_{max}	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
Загот.	200	-	375	-	-	14,5	800	14,5	15,3	-	-
Точ. чорнове	125	120	375	150	2,86	11,386	360	11,64	12	2,86	3,3
Точ. н/ч	63	60	375	80	0,29	10,35	150	10,35	10,5	1,29	1,5
Точ.чистове	32	30	375	80	0,386	9,964	36	9,964	10	0,386	0,5
Σ										4,536	5,3

$$T_0 - T_3 = \sum 2Z_{max} - \sum 2Z_{min}$$

$$800 - 36 = 5{,}3 - 4{,}536$$

$$764 \text{ мкм} = 764 \text{ мкм} - \text{умова виконується.}$$

3.7. Розрахунок режимів різання

На Стрічковідрізну операцію № 005 параметри режиму різання призначаються табличним методом. Дійсні значення параметрів приймаються з технічної характеристики верстату, що надається в пункті 3.4.

Призначається глибина різання t, мм, по ширині розрізу

$$t = 1{,}9$$

Приймається хвилинна подача $S_{хв}$, мм/хв, для різання заготовки із сталі

$$S_{хв} = 15$$

Приймається швидкість різання V_i, м/хв.,

$$V_i = 48$$

Розраховується основний час T_o ,хв., за формулою:

$$T_o = \frac{L_{р.х.}}{S_{хв.д}} \times i \qquad (1)$$

де $L_{рх}$ – довжина робочого ходу, мм, що розраховується за формулою:

$$L_{р.х.} = l + (y + \Delta) \qquad (2)$$

де l – довжина різання ;

$y + \Delta$ – величина врізання та перебігу інструмента l=14 = $y + \Delta$ =4.

$$L_{р.х.} = 14+4=18$$

$$T_o = \frac{18}{15} \times 9 = 10{,}8$$

Параметри режиму різання для Стрічковідрізної операції 005 надаються в таблиці 3.7.1

Таблиця 3.7.1 – параметри режиму різання на стрічковідрізну операцію 005

Перехід	t	Vд	Vд	Sхв	Sхвд	lріз	y	Δ	L	i	To
	мм	м/хв		мм/хв		мм					хв
2	1,9	48	48	5	15	14	2	2	18	9	10,8

3.7.2 Розрахунок режимів різання на 010 Токарна операцію з ЧПК SZGH-25

Перехід 2: Підрізати торець в розмір 252,5±0,65

Ріжучий інструмент, його матеріал та геометрія надаються в таблиці [2.6.]

Призначається припуск на обробку h, мм з таблиці[2.8.2].

$$h=2,5$$

Глибина різання t, мм розраховується за формулою:

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

де h – припуск на обробку, мм;

i – кількість проходів інструменту.

i=1

$$t = \frac{2,5}{1} = 2,5$$

Подача S_o, мм/об призначається для обробки деталі зі сталі при глубині різання до 3 мм, різцем з поперечним перетином державки, мм 25×25, глибини різання, мм до 3 [12, с. 266 табл. 11]

$$S_o = 0,4$$

Швидкість різання V_i, м/хв визначається за формулою:

$$V_s = \frac{Cv}{T^m \cdot t^x \cdot S_{од}^y} \cdot K_u \ , \qquad (5)$$

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: [12, с.269, табл..17]

C_v = 47; m =0,2; x =-; y=0,8; T = 60 [12,с.268]

K_V поправочний коефіцієнт розраховується за формулою:

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

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}=0,9 – для заготовки з прокату[12, с.263, табл.5];

K_{uv}=1,9 - для для обробки сталі жароміцної сталі з Т5К10[11, с.263, табл.6];

K_{mv} визначається за формулою [12, с.261, табл.1]:

$$K_{mv} = K_r(\sigma_в /750)^{nv} , \qquad (7)$$

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

Приймається для точіння сталі з $\sigma_в$, МПа <600 різцем з твердого сплаву: [12, с.262, табл.2] - n_v = 1,0; K_r=1.0

$\sigma_в$ = 390 – з таблиці 2.2

$$K_{mv} = 1{,}0(390/750)^{1{,}0} = 0{,}52$$

$$K_V = 0{,}9 \cdot 1{,}9 \cdot 0{,}52 = 0{,}9$$

$$V_s = \frac{47}{60^{0{,}2} \cdot 2{,}5 \ \cdot 0{,}4^{0{,}8}} \cdot 0{,}9 = 15{,}5$$

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=15

$$n = \frac{1000 \cdot 15{,}5}{3{,}14 \cdot 15} = 329{,}0$$

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

$$n_д = 400$$

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

$$V_д = \frac{\pi \cdot D \cdot n_д}{1000} \quad (9)$$

$$V_д = \frac{3{,}14 \cdot 15 \cdot 400}{1000} = 18{,}84$$

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

$$S_{хв} = S_0 \cdot n_д \quad (10)$$

$$S_{хв} = 0{,}4 \cdot 18{,}84 = 7{,}5$$

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

$$S_{хв} = 7{,}5$$

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

$$N_{різ} = \frac{Pz \cdot Vд}{1020 \cdot 60}, \quad (11)$$

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 степіней, що враховують дійсні умови різання;

K_{pz} розраховується за формулою:

$$K_{pz} = K_{mpz} \cdot K_{\varphi pz} \cdot K_{\gamma pz} \cdot K_{\lambda pz} \cdot K_{rpz}\ , \qquad (13)$$

де K_{mpz} – коефіцієнт розраховується за формулою:

$$K_{mpz} = (\sigma_{в} / 750)^{n} \qquad (14)$$

Приймається показник степіні п для обробки сталі з $\sigma_в \leq 600$ твердосплавним різцем [12, с.264, табл.9];

n = 0,75

$$K_{mpz} = (390 / 750)^{0,75} = 0,52$$

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

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

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

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

K_{rpz} =1,0 - – для твердосплавного різця.

$$K_{pz} = 0,52 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,46$$

- Приймаються для зовнішнього точіння сталі твердосплавним різцем: [12, с.273, табл.22]

C_{pz} =408; x =0,72; y=0,8; n=0

$$P_z = 10 \cdot 408\ 2,5^{0,72} \cdot 0,4^{0,8} \cdot 18,84^{0} \cdot 0,46 = 1760,2$$

$$N_{різ} = \frac{1760,2 \cdot 18,84}{1020 \cdot 60} = 0,54$$

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

$$N_{різ} \leq N_{дв} \cdot \eta \ , \qquad (15)$$

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

η - коефіцієнт корисної дії двигуна;

η= 0,85; $N_{дв}$ = 2,2 кВт

$$0,54 \leq 2,2 \cdot 0,85$$

$$0,54 \leq 1,87$$

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

Основний машинний час T_o, хв розраховується за формулою:

$$To = \frac{L_{PX}}{S_{XB}} \cdot i \ , \qquad (16)$$

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

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

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

де l - довжина різання, мм;

Δ - величина перебігу інструменту, мм;

y - величина врізання інструменту, мм.

l = 7,5; Δ = 1,5

Величина врізання інструменту y, мм розраховується за формулою:

$$y = t \cdot ctg\varphi \qquad (18)$$

φ = 95°

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

Розраховані значення параметрів режиму різання та основного часу перевіряються на ЕОМ. Результат перевірки надається в додатку А.

$$L_{p.x}=7,5+0,36+1,5=9,36$$

$$To=\frac{9,36}{7,5}\cdot 1=1,3$$

Перехід 3 - центрувати отвір Ø5

Розраховується глибина різання t, мм за формулою:

$$t=\frac{\mathbf{D}}{\mathbf{2}}, \qquad (19)$$

де D- діаметр оброблюємого отвору, мм

D= 5 мм

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

Призначається подача S_o, $^{мм}/_{об}$ для свердлення сталі свердлом з швидкоріжучої сталі [12,с.277, табл..25]

$$S_o=0,1$$

Приймається дійсне значення подачі $S_{о.д}$, мм/об з технічної характеристики верстата,

$$S_{о.д}=0,1$$

Розраховується окружна швидкість різання V, м/хв за формулою(9)

- Приймається для свердлення свердлом з Р6М5:

C_v=3,5; q=0,5; x=0,7; y=0,45; m=0,12 [11, с.278,табл..28] T=15 [12,с.279 табл.30]

K_p розраховується за формулою(6)

Приймається:

K_{lv}=1.0 – для обробки отвору глибиною до 3D; [12,с.280, табл.31]

K_{uv}=1,0 – для обробки сталі свердлом з Р6М5;

K_{mv} розраховується за формулою (7)

$\sigma_в$=390 – таблиці 2.2

Приймається для обробки сталі з $\sigma_в$, МПа меньше 600 свердлом з Р6М5 [12,с.262, табл.2]

K_r=1,0; n_v=0,35

$$K_{mv} = 1{,}0(390/\ 750)^{0{,}35} = 0{,}79$$

$$K_v = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0{,}79 = 0{,}79$$

$$V = \frac{3{,}5 \cdot 5^{0.4}}{15^{0.12} \cdot 0{,}1^{0.45}} \cdot 0{,}79 = 10{,}7$$

Розраховується частота обертання шпинделя n, хв$^{-1}$ за формулою (8)

π = 3,14; D = 5,0

$$n = \frac{1000 \cdot 10{,}7}{3.14 \cdot 5} = 681$$

Приймається дійсне значення частоти обертання шпинделя n, хв$^{-1}$ з паспорта верстата

$$n_д = 650$$

Розраховується дійсне значення швидкості різання $V_д$, м/хв за формулою (9)

$$V_д = \frac{3{,}14 \cdot 5{,}0 \cdot 650}{1000} = 10{,}2$$

Розраховується осьова сила різання P_o, Н та крутний момент $M_{кр}$, Н·м за формулами [12,с.281];

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \qquad (20)$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \qquad (21)$$

де C_p, $C_м$, K_p, y, q - поправочні коефіцієнти та показники степені, що враховують дійсні умови різання

Для свердлення свердлом з Р6М5 [12,с.281, табл.32]

C_p=143; q =1,0, y=0,7 – для розрахунку P_o

$C_м$=0,041; q =2,0, x=-; y=0,7 – для розрахунку $M_{кр}$

Коефіцієнт $K_р = K_{мр}$ [12,с.280] і розраховується за формулою (7):

Приймається для свердлення [12,с.264, табл.9]

n = 0,35

$\sigma_в$ =390

$$K_{мр} = (\frac{390}{750})^{0,35} = 0,79$$

$$P_o = 10 \cdot 143 \cdot 5^{1.0} \cdot 0.1^{0.7} \cdot 0,79 = 5648,5$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,041 \cdot 5^{2.0} \cdot 0.1^{0.7} \cdot 0,79 = 8,1$$

Розраховується потужність різання $N_{різ}$, кВт за формулою (11)

$$N_{різ} = \frac{8,1 \cdot 650}{9750} = 0,54$$

Розраховані параметри режиму різання перевіряються на достатність потужності двигуна верстата за формулою (15)

$N_{дв}$ = 2,2; η = 0,85

$$0,54<2,2 \cdot 0,85$$

$$0,54<1,87$$

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

Приймається довжина переміщення ріжучого інструменту $l_{різ}$, мм,

$l_{різ}$=6

Приймається величина перебігу інструменту, Δ,мм [12,с.370, додаток 4]

$$\Delta=1$$

Розраховується величина врізання інструменту y, мм за формулою (18):

$$y= 2,5 \cdot ctg59^{\circ}= 2,5 \cdot 0.6 = 1,5$$

Розраховується довжина робочого ходу $L_{р.х}$, мм за формулою (17)

$$L_{р.х} = 6 + 1,0 + 1,5 = 8,5$$

Розраховується основний час $T_о$, хв за формулою (16)

$$T_о = \frac{8,5}{0,1 \cdot 650} \cdot 1,0 = 0,13$$

Перехід 4: Точіння зовнішньої поверхні $\varnothing 14,5_{-0,43}$.

Ріжучий інструмент, його матеріал та геометрія надаються в таблиці 2.6.

Призначається припуск на обробку h, мм з таблиці 2.8.2.

$$h = 0,5$$

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

$$t = \frac{0,5}{1} = 0,5$$

Подача $S_о$, мм/об призначається для обробки деталі зі сталі при глубині різання до 3 мм, різцем з поперечним перетином державки, мм 25×25, глибини різання, мм до 3 [12, с. 266 табл. 11]

$$S_о = 0,4$$

Швидкість різання V_i, м/хв визначається за формулою (5):

C_v = 350; m =0,2; x =0,15; y=0,35; T = 60 [12,с.268]

K_V поправочний коефіцієнт розраховується за формулою (6):

K_{nv}=0,9 – для заготовки з прокату[12, с.263, табл.5];

K_{uv}=1,9 - для для обробки сталі жароміцної сталі з Т15К6[12, с.263, табл.6];

K_{mv} визначається за формулою (7)

Приймається для точіння сталі з $\sigma_в$, МПа <600 різцем з твердого сплаву: [12, с.262, табл.2] - n_v = 1,0; $K_г$=1.0

$\sigma_в$ = 390 – з таблиці 2.2

$$K_{mv} = 1,0(390/750)^{1,0} = 0,52$$

$$K_V = 0{,}9 \cdot 1{,}9 \cdot 0{,}52 = 0{,}9$$

$$V_s = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0{,}5^{0,15} \cdot 0{,}4^{0,35}} \cdot 0{,}9 = 212{,}4$$

Частота обертання шпинделя n, хв$^{-1}$ визначається за формулою (8): D=165

$$n = \frac{1000 \cdot 212{,}4}{3{,}14 \cdot 15} = 4509{,}6$$

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

$$n_д = 3500$$

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

$$V_д = \frac{3{,}14 \cdot 15 \cdot 3500}{1000} = 164{,}85$$

Хвилинна подача $S_{хв}$, мм/хв розраховується за формулою (10)

$$S_{хв} = 0{,}4 \cdot 3500 = 1400$$

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

$$S_{хв} = 1400$$

Потужність різання $N_{різ}$, кВт розраховується за формулою (11)

$$K_{mpz} = (390 / 750)^{0,75} = 0{,}52$$

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

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

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

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

K_{rpz} =1,0 - – для твердосплавного різця.

$$K_{pz} = 0{,}52 \cdot 0{,}89 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 = 0{,}46$$

Приймаються для зовнішнього точіння сталі твердосплавним різцем: [12, с.273, табл.22]

C_{pz} =204; x =1,0; y=0,75; n=0

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 0{,}5^{1,0} \cdot 0{,}4^{0,75} \cdot 164{,}85^{0} \cdot 0{,}46 = 236$$

$$N_{різ} = \frac{236 \cdot 164{,}85}{1020 \cdot 60} = 0{,}64$$

Перевірка двигуна верстата на достатність потужності виконується із умови за формулою (15):

η= 0,85; $N_{дв}$ = 2,2 кВт з пункту 2.5

$$0{,}64 \leq 2{,}2 \cdot 0{,}85$$

$$0{,}64 \leq 1{,}87$$

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

Основний машинний час T_o, хв розраховується за формулою (16):

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

l = 200; Δ = 3

Величина врізання інструменту y, мм розраховується за формулою (18):

$$y = 0{,}5 \cdot \text{ctg } 95 = 0{,}24$$

$$L_{p.x} = 200 + 0{,}24 + 3 = 203{,}24$$

$$T_o = \frac{203{,}24}{1400} \cdot 1 = 0{,}15$$

Параметри режиму різання та основний час для виконання токарної операції з ЧПК 010 надаються в таблиці 2.8.2.

Таблиця 3.7.2 – Параметри режиму різання та основний час для виконання токарної операції з ЧПК 010

Пере	D,	t,	So,	Sхв.д	V	Vд	n	nд	Nріз	Nдв	lріз	y+Δ	Lрх	i	To,
хід	мм	мм	мм/об	мм/хв	м/хв		хв⁻¹		кВт		мм				хв
2	15	2,5	0,4	7,5	15,5	18,84	329	400	0,54	2,2	7,5	1,86	9,36	1	1,3
3	5	2,5	0,1	0,1	10,7	10,2	681	650	0,54		6	2,5	8,5	1	0,13
4	14,5	0,5	0,4	1400	212,4	164,9	4510	3500	0,64		200	3,2	203	1	0,15
5	14,2	0,15	0,25	1050	232	164,9	4563	3500	0,64		200	3,2	203	1	0,19
6	14	0,1	0,1	350	262	164,9	4863	3500	0,64		200	3,2	203	1	0,58
													∑To:		2,35

Параметри режиму різання та основний час для виконання токарної операції з ЧПК 015 надаються в таблиці 3.7.3.

Таблиця 3.7.3 – Параметри режиму різання та основний час для виконання токарної операції з ЧПК 015

Пере	D,	t,	So,	Sхв.д	V	Vд	n	nд	Nріз	Nдв	lріз	y+Δ	Lрх	i	To,
хід	мм	мм	мм/об	мм/хв	м/хв		хв⁻¹		кВт		мм				хв
3	15	2,5	0,4	7,5	15,5	18,84	329	400	0,54	2,2	7,5	1,86	9,36	1	1,3
2	5	2,5	0,1	0,1	10,7	10,2	681	650	0,54		6	2,5	8,5	1	0,13
4	12	1,5	0,4	1400	180	164,9	4777	3500	0,64		50	1,9	51,9	1	0,03
5	10,5	0,75	0,25	875	233	164,9	6184	3500	0,64		50	1,3	51,3	1	0,06
6	10	0,25	0,1	350	270	164,9	7166	3500	0,64		50	1,1	51,1	1	0,15
													∑To:		1,67

Параметри режиму різання та основний час для виконання горизонтально-фрезерної операції 020 надаються в таблиці 3.7.4.

Таблиця 3.7.4 – Параметри режиму різання та основний час для виконання горизонтально-фрезерної операції 020

Пере	D,	t,	Sz/So	Sхв	V	Vд	n	nд	Nріз	Nдв	lріз	y+Δ	Lрх	i	To,
хід	мм	мм	мм/зуб/об	мм/хв	м/хв		хв⁻¹		кВт		мм				хв
2	4	2	0,02	40	22	21,98	1752	1750	0,06	5,5	28	3	31	2	1,55
3	6	3	0,09	135	27,3	28,26	1449	1500	0,13		2	0,75	2,75	1	0,02
4	6	3	0,06	60	19	18,84	1008	1000	0,09		2	0,8	2,75	1	0,05
5	6	3	0,06	60	19	18,84	1008	1000	0,09		0,5	0,8	1,25	1	0,02
													∑To:		1,64

Параметри режиму різання та основний час для виконання горизонтально-фрезерної операції 025 надаються в таблиці 3.7.5.

Таблиця 3.7.5 – Параметри режиму різання та основний час для виконання горизонтально-фрезерної операції 025

Пере	D,	t,	Sz	Sхв	V	Vд	n	nд	Nріз	Nдв	lріз	y+Δ	Lрх	i	To,
хід	мм	мм	мм/зуб	мм/хв	м/хв		хв⁻¹		кВт		мм				хв
2	6	3	0,125	16,25	34,3	34,3	130	130	1,1	5,5	180	5	185	16	47,36
3	6	3	0,125	16,25	34,3	34,3	130	130	1,1		180	5	185	16	47,36
4	6	0,25	0,125	16,25	34,3	34,3	130	130	1,1		5	0,25	5,25	2	0,3
													∑To:		95,02

Параметри режиму різання та основний час для виконання круглошліфувальної операції 060 надаються в таблиці 3.7.6.

Таблиця 3.7.6 – Параметри режиму різання та основний час для виконання круглошліфувальної операції 060

Пере	D,	t,	So	V	Vд	n	nд	Nріз	Nдв	lріз	y+Δ	Lрх	i	To,
хід	мм	мм	мм/об	м/хв		хв⁻¹		кВт		мм				хв
2	6	0,1	0,00005	23,43	23,43	2250	2250	2,3	6	180	5	185	1	3,2
												∑To:		3,2

Сумарний операційний час на виконання усіх операцій розраховується за формулою:

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

$$\sum T_o = 10{,}8 + 2{,}35 + 1{,}67 + 1{,}64 + 95{,}02 + 3{,}2 = 114{,}68 \text{ хв}$$

3.8 Розрахунок норм часу для операції 005

Призначається допоміжний час на операцію, що вміщує час на встановлення, закріплення та зняття деталі та на виконання переходу ($T_{вст.зн}$+$T_{пер}$), хв, що складається з: [13, с.74, карта 9, лист 1]

0,15 – час, пов'язаний з встановленням деталі, хв

0,02– час, пов'язаний з відрізкою на відрізних верстатах;

$$T_{вст.зн}+T_{пер}=0,15+0,02=0,17$$

Призначається час на вимірювання розміру, мм $T_{вим}$, хв для штангенциркуля [13, с.208, карта 86]

$T_{вим}=0,31$

Встановлюється періодичність контрольних вимірювань К для роботи інструментом, встановленим на розмір [13, с.220, карта 44]

$$К=1,0$$

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

$$T_{контр}=T_{вим} \cdot К \quad (22)$$

$$T_{контр}=0,31 \cdot 1,0=0,31$$

Норма допоміжного часу $T_в$ 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 $T_в$ визначимо за формулою:

$$T_в = T_{мв} + T_{ву} \quad (23)$$

де $T_{мв}$ – допоміжний час, пов'язаний з виконанням холостих і допоміжних ходів і переміщень при обробці поверхонь, для операції 005

$$T_{мв} = 0{,}25 \text{ хв.}$$

$T_{ву}$ – вмикання-вимикання верстата приймаємо $T_{ву} = 3{,}0$ хв.

Виконується перевірка умови перекриваємості допоміжного часу за формулою

$$T_{контр} \leq T_{о} \quad (24)$$

де $T_{о}$ – основний час на операцію, хв

$$0{,}31 < 10{,}8$$

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

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

$$T_{доп} = T_{вст.зн} + T_{пер} \quad (25)$$

$$T_{доп} = 0{,}17$$

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

$$T_{оп} = T_{о} + T_{доп} \quad (26)$$

$$T_{оп} = 10{,}8 + 0{,}17 = 10{,}97$$

Розраховується час на організаційно-технічне обслуговування робочого міста $T_{орг.тех}$, хв що становить 3,5% від оперативного часу[13, с.184, карта 85]

$$T_{орг.тех} = \frac{3{,}5 \cdot 10{,}97}{100} = 0{,}38$$

Розраховується час на відпочинок та на особисті потреби $T_{отл}$, хв що становить 4% від оперативного часу при роботі з механічною подачею верстата [13, с.203, карта 88]:

$$T_{отл} = \frac{4 \cdot 10{,}97}{100} = 0{,}44$$

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

$$T_{дод}=T_{орг.тех}+T_{отл} \quad (27)$$

$$T_{дод}=0,38+0,44=0,82$$

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

$$T_{шт}=T_{оп}+T_{дод} \quad (28)$$

$$T_{шт}=10,97+0,82=11,79$$

Розраховується підготовчо-заключний час $T_{пз}$, хв, що складається з: [13, с.184, карта 85]

- 4 – на наладку верстата
- 4 – на зміну лінти пили
- 5 – на отримання та здачу інструмента

$$T_{пз}=4+4+5=13$$

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

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \frac{T_{п.з.}}{n} \quad (29)$$

де n – кількість деталей в партії

n = 60

$$T_{шт.к.} = 11,79 + \frac{13}{60} = 12,0$$

3.8.1. Нормування технологічних операцій аналоговим методом

Розрахунки для решти операцій проводимо аналоговим методом.

Таблиця 3.8.1. Зведена таблиця нормування часу

№	$T_о$ хв	$T_в$ хв		$T_{пз}$ хв	$T_{шт}$ хв	$T_{орг.\ тех}$ хв	$T_{отл}$ хв	$T_{оп}$ хв	$T_{шт.к}$ хв
		$T_{мв}$ хв	$T_{ву}$ хв						
005	10,8	0,25	3	13	11,79	0,38	0,44	10,97	12,0
010	2,35	6	4	22	3,83	0,12	0,14	3,57	4,2
015	1,67	3,6	4	22	3,11	0,1	0,12	2,89	3,33
020	1,64	3,3	4	17	2,41	0,08	0,09	2,24	2,7
025	95,02	8,4	4	35	102,5	3,34	3,8	95,33	102,85
60	3,2	5,2	5	30	5,1	0,17	0,19	4,74	5,34

В даному розділі було виконано аналіз конструкції виготовлення бура, обрано тип хвостовика, вибрано матеріал для виготовлення розраховані припуски та міопераційні припуски на обробку, розроблено маршрутну технологію виготовлення, обрано обладнання та оснащення, різальні та вимірювальні інструменти розраховано режими різання на всі операції та пронормовано операції.

4. Вибір та розрахунок технологічного пристосування

4.1. Розробка і розрахунок пристрою на оснащення 010 операції

Метою синтезу конструкції і пристосування є проектування принципово можливої компоновки спеціального оснащення з усіх можливих систем оснастки, яка може бути використана, таких як:

- універсально - збірні (УЗП);
- універсальні безналагоджувальні (УБП);
- збірно - розбірні (ЗРП);
- нерозбірні спеціальні (НСП);
- спеціалізовані налагоджувальні (СНП);
- універсально-збірні переналагоджувальні (УЗПП).

Враховуючи, що деталь «Бур» виготовляється в умовах серійного виробництва, рекомендовано використовувати спеціалізовані, універсальні без налагоджувальні та збірно-розбірні. Враховуючи, що технологічний процес на перших операціях виготовлення деталі побудований на базі токарних верстатів і виходячи з формування деталі доцільно використовувати токарний трьохкулачковий патрон, зажим якого буде здійснюватися за допомогою гідроприводу.

Проаналізувавши сучасні тенденції обробки на токарних верстатах та види сучасних пристроїв було вирішено використати токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Kitagawa BB210.

Принцип роботи: Кулачки пристрою плавно та одночасно переміщаються за допомогою диска. З одного боку цього диска виконуються пази у вигляді архимедовой спіралі, у яких розташовуються нижні виступи кулачків. Інша сторона має конічне зубчасте колесо, яке сполучене з трьома іншими зубчастими колесами.

Коли відбувається поворот ключем одного з трьох коліс, диск також повертається за рахунок зубчастого зачеплення. Завдяки спіралі він переміщає одночасно і послідовно всі три кулачки по пазах корпусу патронного

механізму. Залежно від того, в якому напрямку відбувається обертання диска, кулачки наближаються або віддаляються від центру пристрою, звільняючи або затискаючи деталь. Його також використовують для підвищення зносостійкості за допомогою гартування.

4.2. Обґрунтування і розроблення схеми базування Заготовки на операції, що оснащується

Проаналізувавши поверхні, які повинні оброблюватись а також точність розмірів, що треба отримати після обробки, робимо висновок, що доцільним пристроєм для закріплення Заготовки на даних операціях є токарний самоцентруючий трьохкулачковий патрон Kitagawa BB210. Схема базування заготовки наведена на рисунку. 3.1.

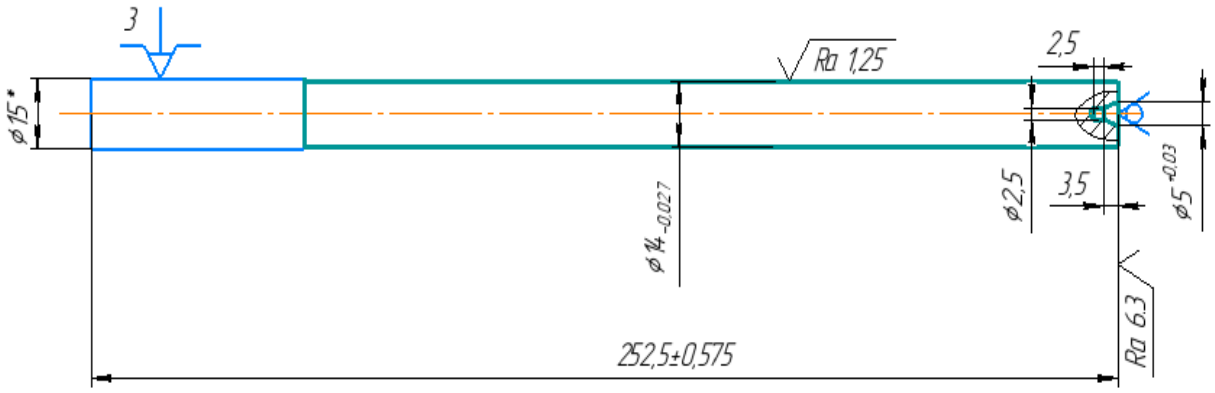


Рисунок 3.1. Схема базування на операції 010

4.3. Розрахунок затискних систем верстатних пристроїв

4.3.1 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: 12Х8ВФ

Державка: QS-SDJCR 2020 11C

Ріжуча пластина : DCGX 11 T3 08-AL H10

Подача: $S_0 = 0{,}4$ мм/об;

Швидкість різання: $V = 165$ м/хв;

Частота обертання шпинделя: $n = 3500$ об/хв;

Тангенціальна складова сили різання: $P_z = 236H$;

Радіальна складова сили різання: $P_y = 0{,}85 \cdot P_z = 0{,}85 \cdot 236 = 200{,}6\ H$;

Осьова складова сили різання:$P_x = 0{,}5 \cdot P_z = 0{,}5 \cdot 236 = 118{,}0\ H$

Конструкція верстатного пристрою для обробки «Бур складений» на операції 010 фіксується таким чином:

Заготовка фіксується в самоцентруючому трьохкулачковому патроні Kitagawa BB210.

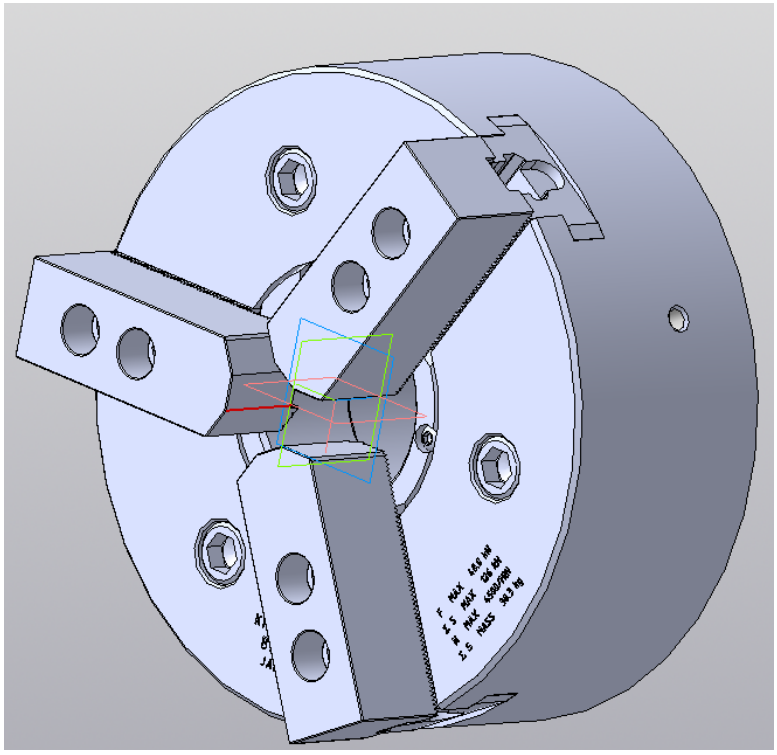


Рисунок 4.3.1 – 3D –модель самоцентруючого трьохкулачкового патрона Kitagawa BB210

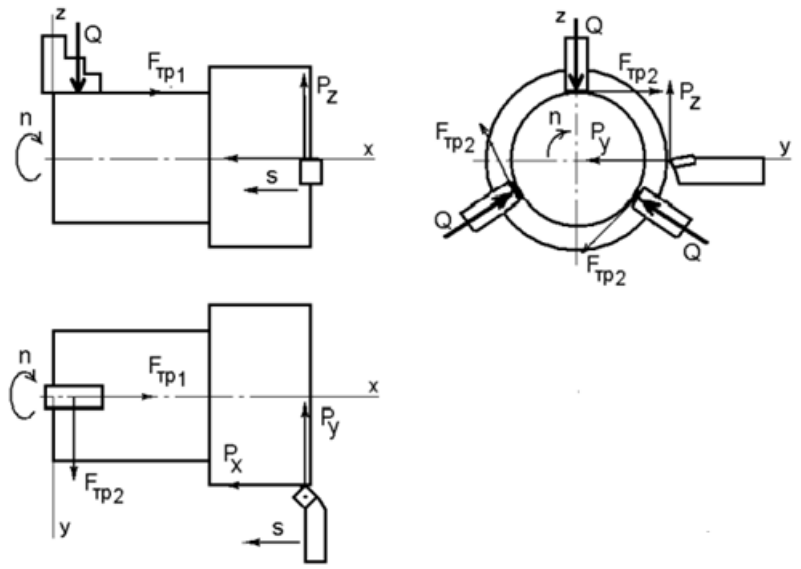


Рисунок 4.3.2 – Розрахункова схема для визначення сил закріплення при точінні.

Спочатку визначаємо необхідну силу затиску деталі в самоцентруючий трьохкулачковому патроні за формулою:

$$Q = K \cdot \sqrt{\left(\frac{P_z D_1}{3 f D_2}\right)^2 + \left(\frac{P_x}{3f}\right)^2} \tag{30}$$

де, $f = 0{,}3$ – коефіцієнт тертя між кулачками і заготовкою (стальні кулачки– стальна заготовка); $D_1 = 15$ мм; $D_2 = 55$ мм

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

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \tag{31}$$

K_0–гарантований коефіцієнт запасу приймають $K_0 = 1{,}5$;

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$K_2 = 1{,}2 - 1{,}4$ обираю $K_2 = 1{,}3$;

K_3–коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при обробці уривчастих поверхонь, в моєму випадку $K_3 = 1{,}0$;

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 $K_6 = 1{,}0$.

$$K = 1{,}5 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}3 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 = 2{,}34$$

$$Q = K \cdot \sqrt{\left(\frac{P_z D_1}{3 f D_2}\right)^2 + \left(\frac{P_x}{3f}\right)^2} = 2{,}34 \cdot \sqrt{\left(\frac{236{,}0 \cdot 15}{3 \cdot 0{,}3 \cdot 55}\right)^2 + \left(\frac{118{,}0}{3 \cdot 0{,}3}\right)^2} = 149{,}4\ H$$

Як бачимо на рисунку 3.1. 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 $\frac{149{,}4}{3} = 49{,}8\ H$

4.4.1. Розрахунок деталей пристосування на точність

Розраховуємо похибку зміщення осей пазів:

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

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

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

$\Delta з$ – похибка обумовлена наявністю зазорів при посадці заготовок на складання пристосування.

$\Delta з$ = 100 мкм – згідно з [14, с. 75, табл. 2.11]

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

Припустимо, Δп = 20 мкм, тому що різець при врізанні може змінити положення початкової осі.

Δи- похибка обумовлена зносом установчих направляючих елементів. Можливу величину зносу можна оцінити по наступній формулі[14, с. 76, ф. 2.25]:

$$U = U_0 \cdot k_t \cdot k_l \cdot k_y \tag{32}$$

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 = 0,79$t_{маш}$, де $t_{маш}$- машинний час, хв)

Беремо час обробки 2,35 хв та додамо час на прив'язку інструменту і операції з закріплення і розкріплення деталі:

$$t_{маш} = 2{,}35 + 2{,}5 = 4{,}85 \text{ хв.}$$

$$k_t = 0{,}79 \cdot 4{,}85 = 3{,}83$$

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.

$$\text{Отже, } \Delta_и = U = U_0 k_t k_l k_y = 16 \cdot 1{,}12 \cdot 1{,}25 \cdot 0{,}94 \approx 21 \text{ мкм}$$

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

Спосіб встановлення пристосування на конус шпинделя[15, с. 86, табл. 2.15]:

$$\Delta_{у.п.} = 30 \text{ мкм}$$

В результаті, похибка пристосування:

$$\varepsilon_{пр} = \sum \Delta i + \Delta з + \Delta п + \Delta и + \Delta у.п = 160 + 100 + 20 + 21 + 30 = 331 \text{ мкм}$$

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. Контрольне пристосування для визначення радіального биття

5.1 Принцип роботи пристосування

Ступінчаті вали у більшості випадків передають значні крутні моменти. Щоб вони працювали безвідмовно тривалий час, велике значення має висока точність виконання основних робочих поверхонь валів по діаметральним розмірах та їх розташування. Процес контролю передбачає переважно суцільну перевірку лінійного розташування та радіального биття шийок ступінчатих валів, яку можна проводити на багатовимірному контрольному пристрої. На корпусі 4 з допомогою гвинтів 16 та шайб 19 закріплені передня 1 і задня 9 бабки з оправкою 10 і нерухомим центром 11, на якому встановлюють вал. Осьове положення вала фіксується нерухомим центром 11. До останнього вал притискається пружиною 14, яка розташована у центральному осьовому отворі пінолі 6 і діє на перехідник 8. Піноль 6 змонтована у передній бабці 1 з можливістю обертання навколо поздовжньої осі завдяки втулкам 5. На лівому кінці пінолі встановлений маховичок 15 з рукояткою 3, який закріплений шайбою 17 і штифтом 18. Перехіднику 8 обертовий рух при вимірюванні передається через вісь 19, яка запресована у пінолі 6 і розташована в овальному отворі перехідника 8. Крім того, на іншому кінці перехідника вставлена оправка 10 із конічною робочою поверхнею для точного без зазору базування вала, так як останній має циліндричний осьовий отвір діаметром d.[16]

5.2 Розрахунок похибки розташування деталі у контрольному пристрої

Неточність виготовлення пристрою залежать від похибок виготовлення його деталей, похибок складання та регулювання, а також від зношування його елементів у процесі експлуатації.

При визначенні похибки $\varepsilon_{\text{пр}}$ необхідно врахувати похибки взаємного розміщення елементів для встановлення деталі та елементів для установки вимірних приладів (індикаторів, мініметрів та ін.).

При визначенні похибки виготовлення елементів пристроюпотрібно окремо врахувати похибки виготовлення базових поверхонь пристрою для встановлення деталі $\varepsilon_{\text{пр1}}$ і похибки взаємногорозміщення цих базових елементів відносно елементів для установкивимірних приладів (індикаторів, мініметрів та ін.) $\varepsilon_{\text{пр2}}$ Розглянемо наприкладі визначення похибки $\varepsilon_{\text{пр2}}$. В корпусі контрольногопристрою для вимірювання биття торця на віддалі R від осі центрів вісь отвору для встановлення індикатора була виконана відхиленням від паралельності до осі О-О на величину Δ/100 . На основі розрахункової схеми (рис. 18) можна записати:[16]

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{пр1}}^2 + \varepsilon_{\text{пр2}}^2} \tag{33}$$

$$\varepsilon_{\text{пр2}} = a(\sqrt{tg^2 a + 1} - 1) \tag{34}$$

Де а – величина переміщення щупа індикатора – 0,50 мм

$\varepsilon_{\text{пр1}} = 0{,}62$ мм

$$\varepsilon_{\text{пр2}} = 50\left(\sqrt{tg^2 50 + 1} - 1\right) = 0{,}27$$

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \sqrt{0{,}62^2 + 0{,}27^2} = 0{,}67$$

6. Симуляція в CAD/CAM системах

Для виконання данного розділу буде використовуватись програма «FeatureCAM». Прикладом для демонстрації роботи програми буде використовувать операція 010 «Токарна з ЧПК SZGH-25» порядок виконання роботи буде зображено далі:

6.1 Задання заготовки з потрібними нам параметрами.

Для цього натискаємо на вкладання «Заготовка» вказуємо форму Заготовки, матеріал, його параметри, потрібні нам параметри діаметра та довжини та обираємо вісь Заготовки.

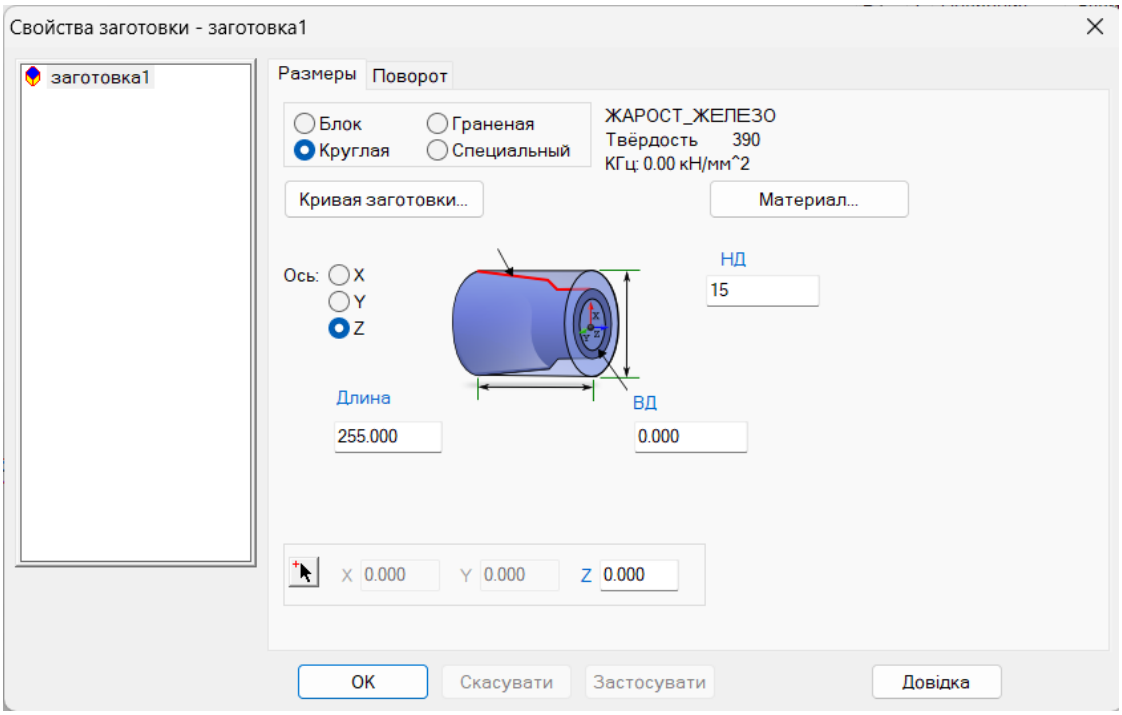
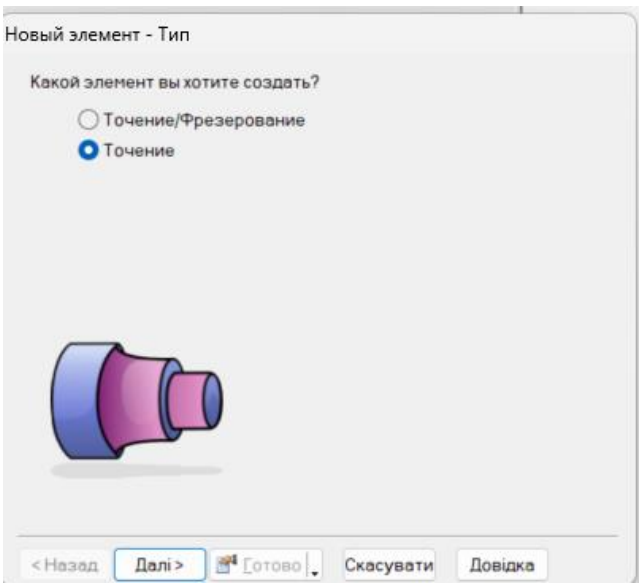


Рисунок 6.1 - Вікно «Властивності Заготовки»

6.2 Виконання операції «підрізка торця».

Для цього обираємо вкладинку «Елементи», з’являється вікно з вибором типу обробки(рисунок 6.2), в наступному вікні обираємо елемент який хочемо зробити(рисунок 6.3), обираємо параметри підрізки торця та місце з якого потрібно виконувати підрізку(рисунок 6.4). Обираємо інструмент(рисунок 6.5)

та режими різання(рисунок 6.6). Після цього натискаємо кнопку « Просмотр» і дивимось на отриманий результат(рисунок 6.7).



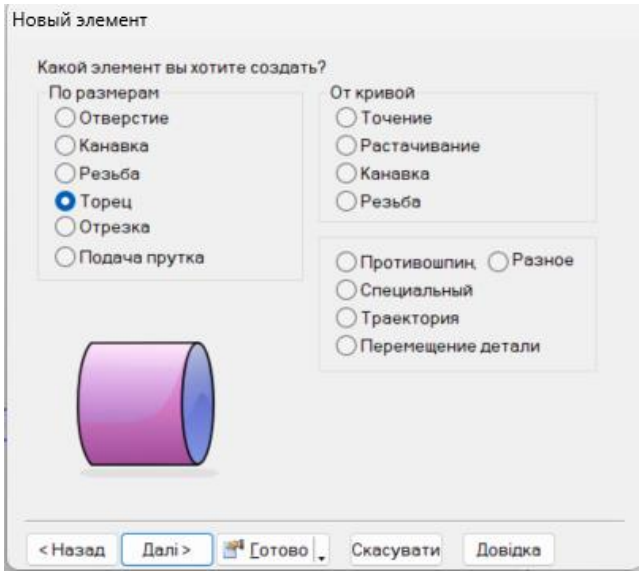


Рисунок 6.2 – Вікно з вибором типу обробки

Рисунок 6.3 – Вікно з вибором елементу

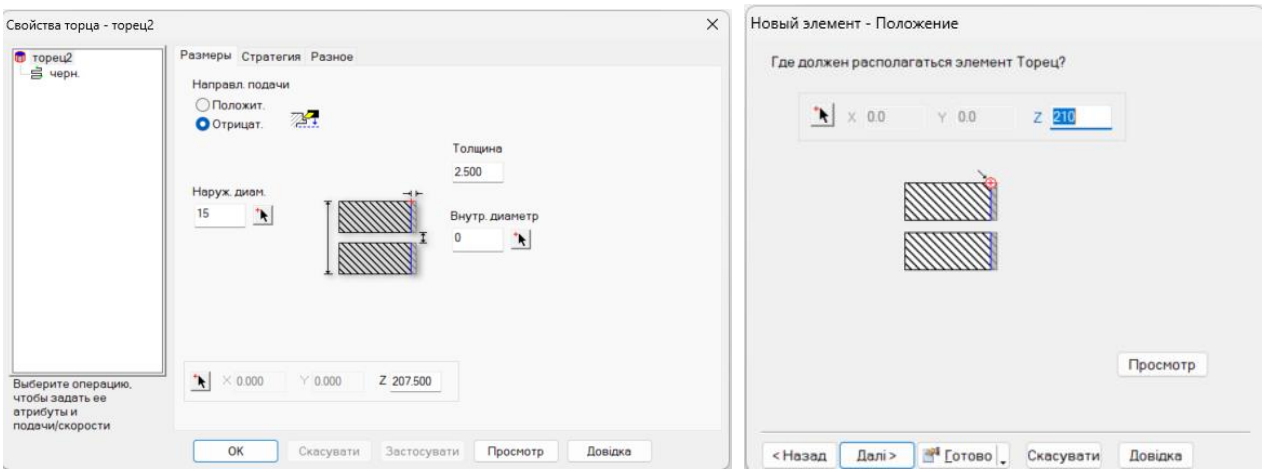


Рисунок 6.4 – Вікна з параметрами та положення підрізки торця

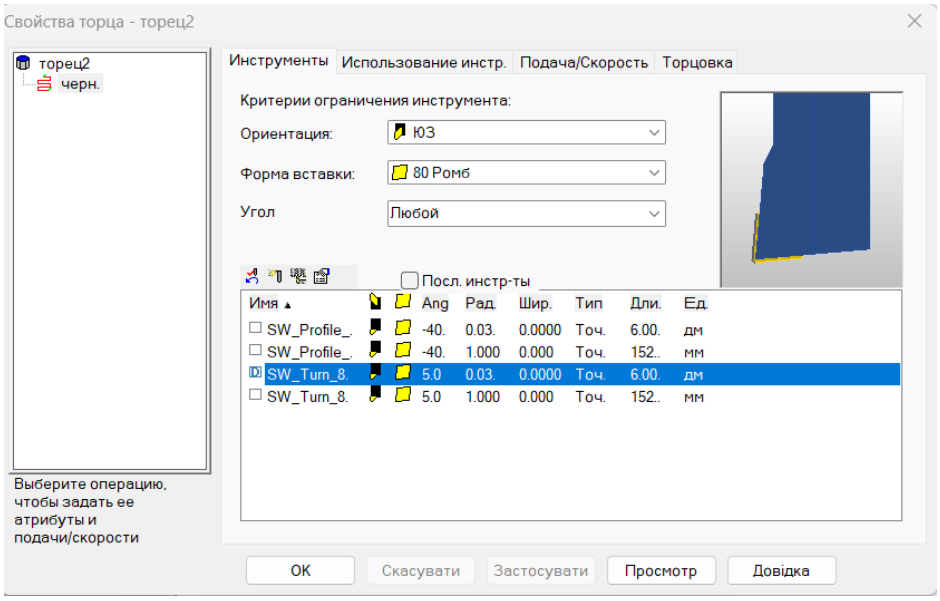


Рисунок 6.5 – Вікно з вибором інструменту.

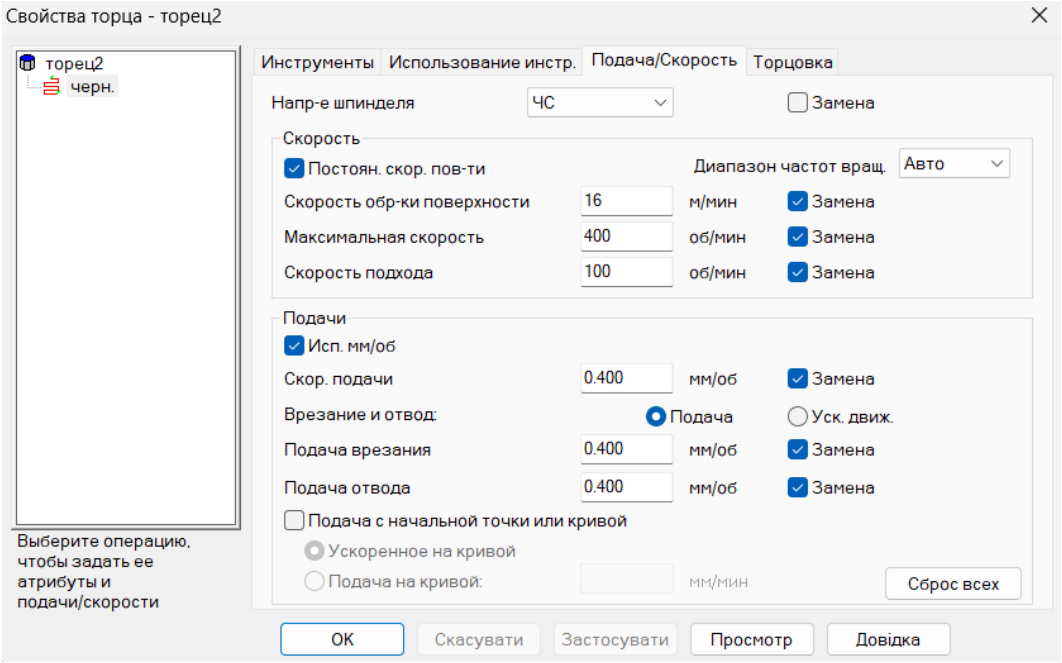


Рисунок 6.6 – Вікно з режимами різання з таблиці 3.7.2

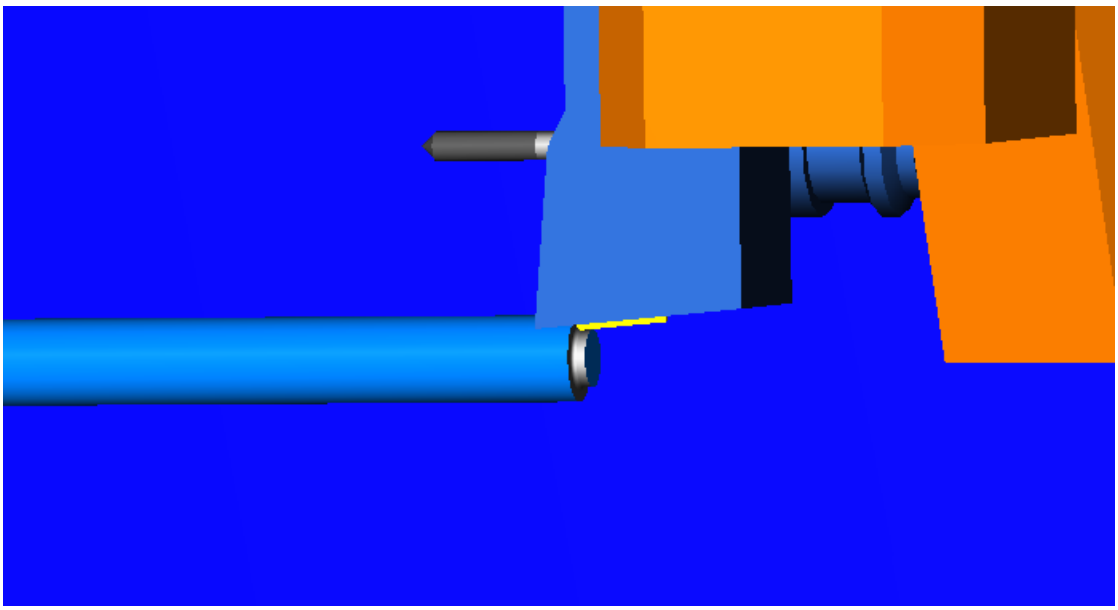


Рисунок 6.7 – Зображення результату обробки операції підрізки торця

6.3 Виконання операції «центрування»

Для цього обираємо вкладинку «Елементи», з’являється вікно з вибором типу обробки(рисунок 6.8), в наступному вікні обираємо елемент який хочемо зробити(рисунок 6.9), обираємо параметри свердлення,місце з якого потрібно виконувати «центрування» та стратегію обробки(рисунок 6.10). Обираємо інструмент(рисунок 6.11) та режими різання(рисунок 6.12). Після цього натискаємо кнопку « Просмотр» і дивимось на отриманий результат(рисунок 6.13).

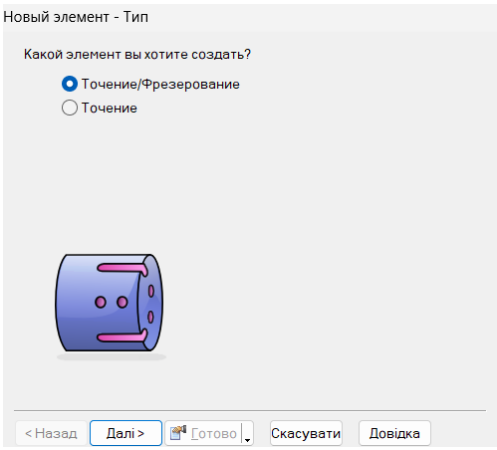


Рисунок 6.8 – Вікно з вибором типу обробки

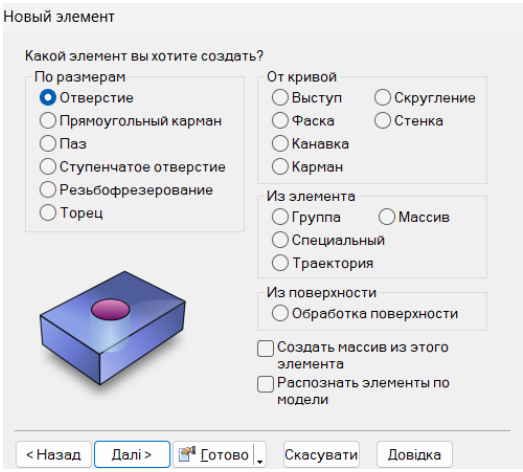


Рисунок 6.9 – Вікно з вибором елементу

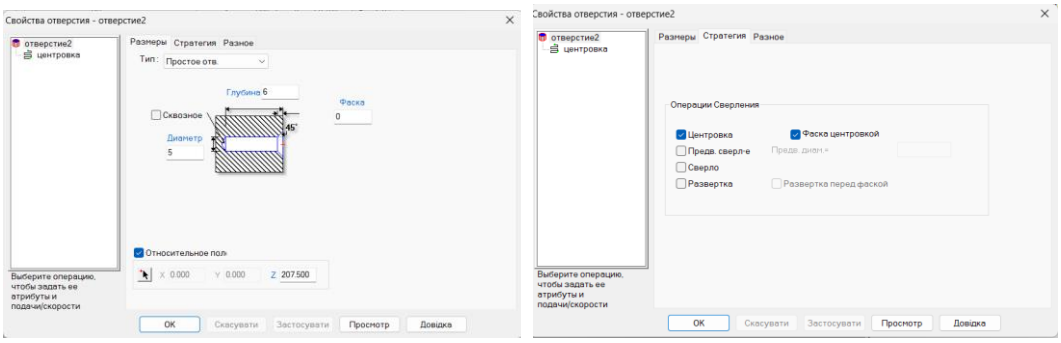


Рисунок 6.10 – Вікна з параметрами центрування та стратегії обробки

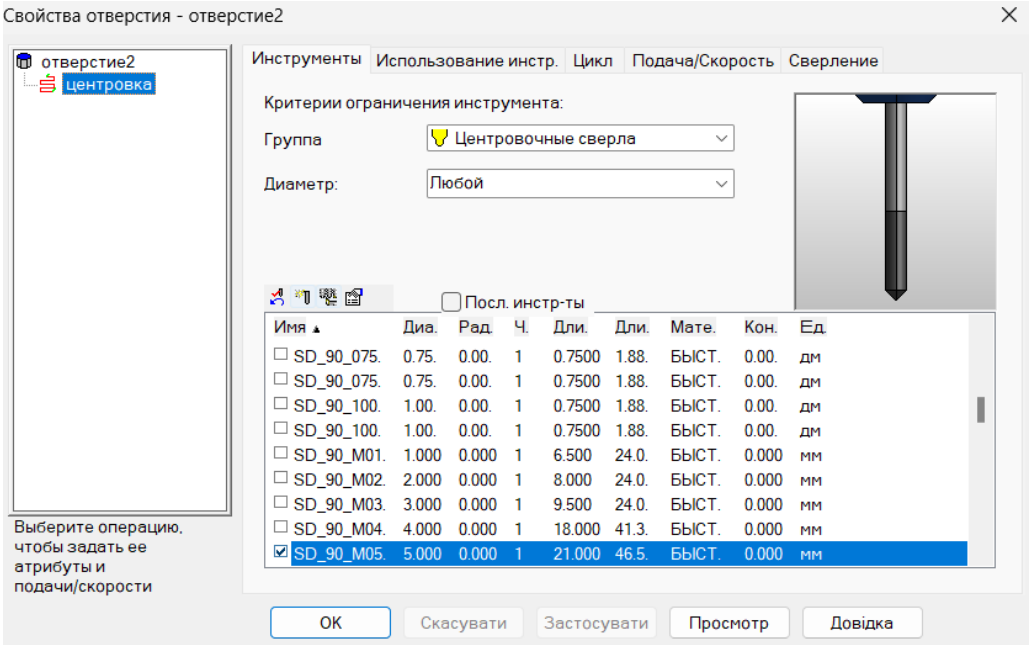


Рисунок 6.11 – Вікно з вибором інструменту.

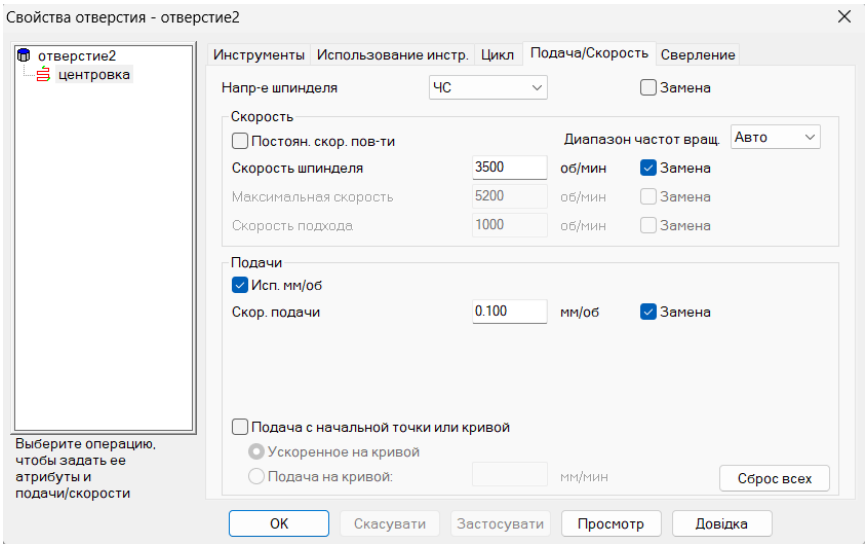


Рисунок 6.12 – Вікно з вибором режимів різання згідно з таблицею 3.7.2

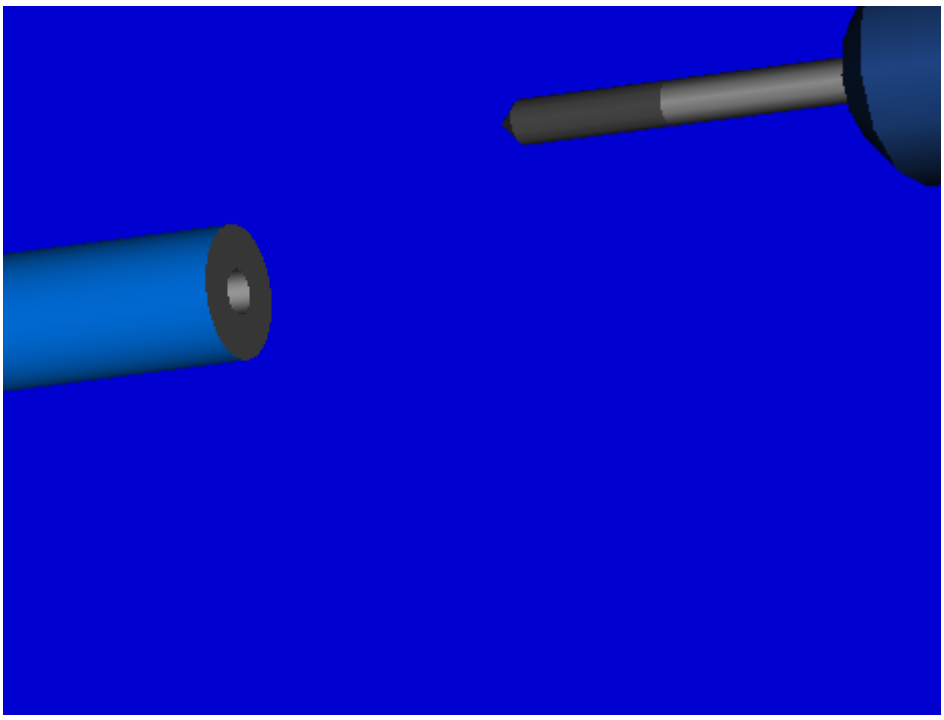


Рисунок 6.14 – Зображення результату обробки операції «центрування»

6.4 Виконання операції «точіння»

На першому етапі потрібно намалювати контур обробки (рисунок 6.15), потім об'єднати лінії в криву за допомогою вкладки « Кривые», потім обрати вкладинку «Елементи» з’являється вікно з вибором типу обробки(рисунок 6.16), в наступному вікні обираємо елемент який хочемо зробити(рисунок 6.17), обираємо створену криву(рисунок 6.18), обираємо параметри точіння ,місце з якого потрібно виконувати «точіння» та стратегію обробки(рисунок 6.19). Обираємо інструмент(рисунок 6.20) та режими різання(рисунок 6.21). Після цього натискаємо кнопку « Просмотр» і дивимось на отриманий результат(рисунок 6.22).

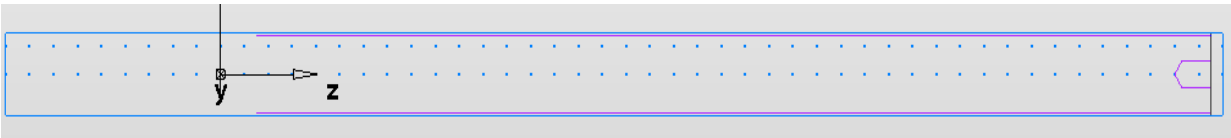


Рисунок 6.15 – Контур обробки деталі

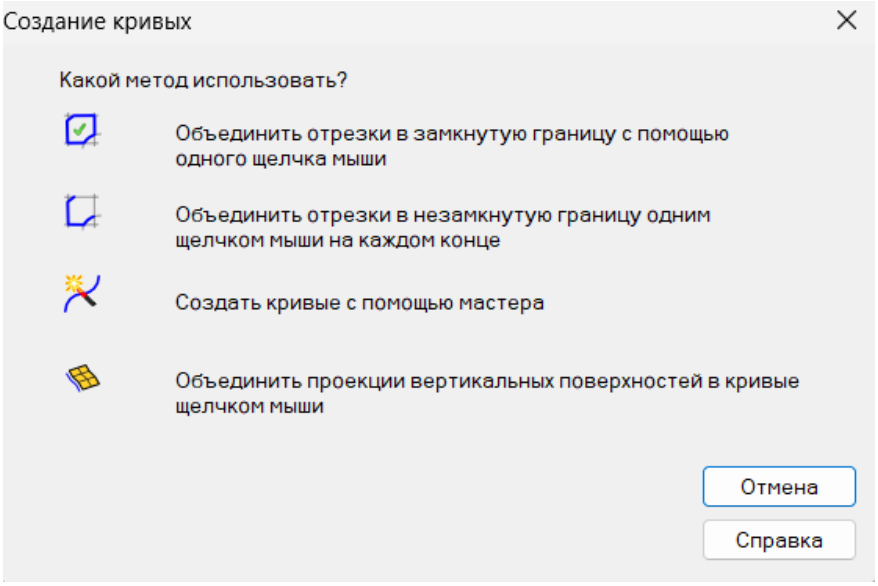


Рисунок 6.15 – Створення кривої для об'єднання утворених ліній

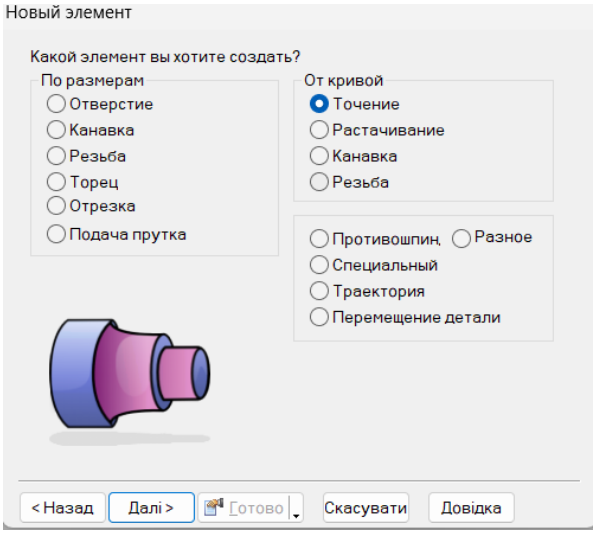


Рисунок 6.16 – Вікно з вибором типу обробки

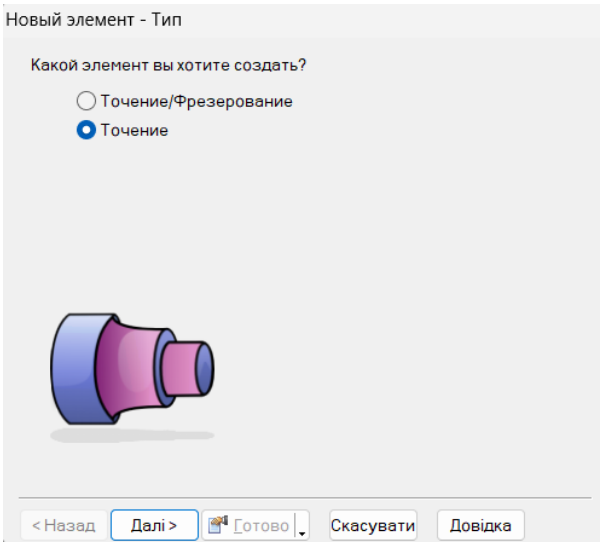


Рисунок 6.17 – Вікно з вибором елементу

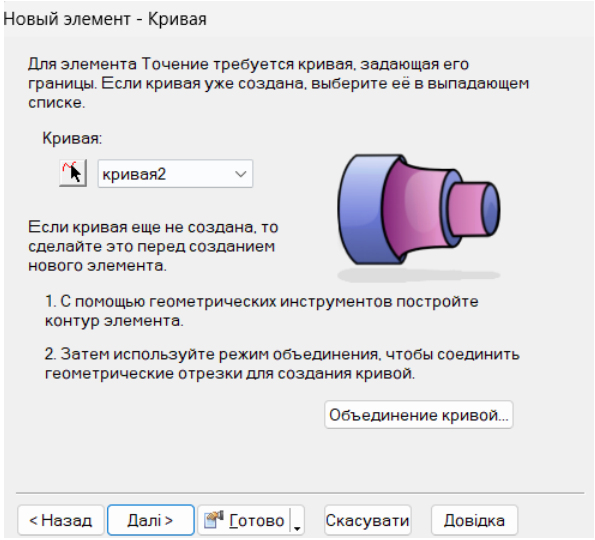


Рисунок 6.18 – Обрання кривої для подальшої обробки

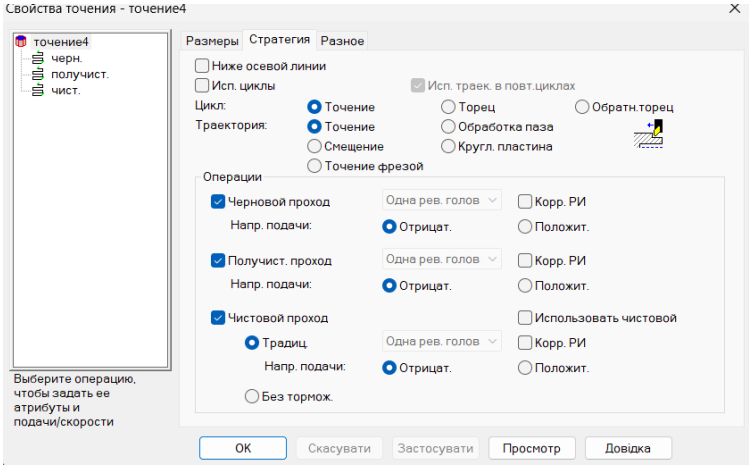


Рисунок 6.19 – Стратегія обробки «точінням» деталі

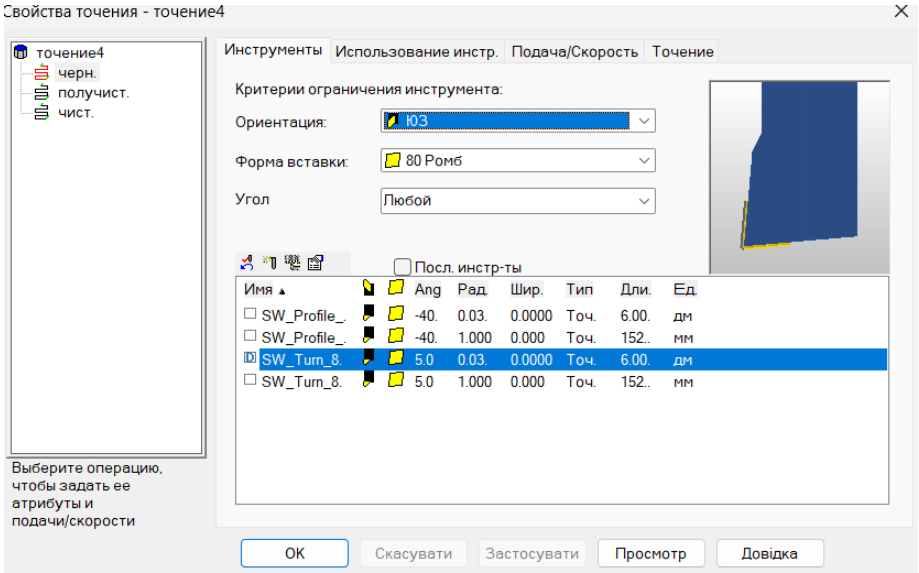


Рисунок 6.20 – Вікно з вибором інструменту.

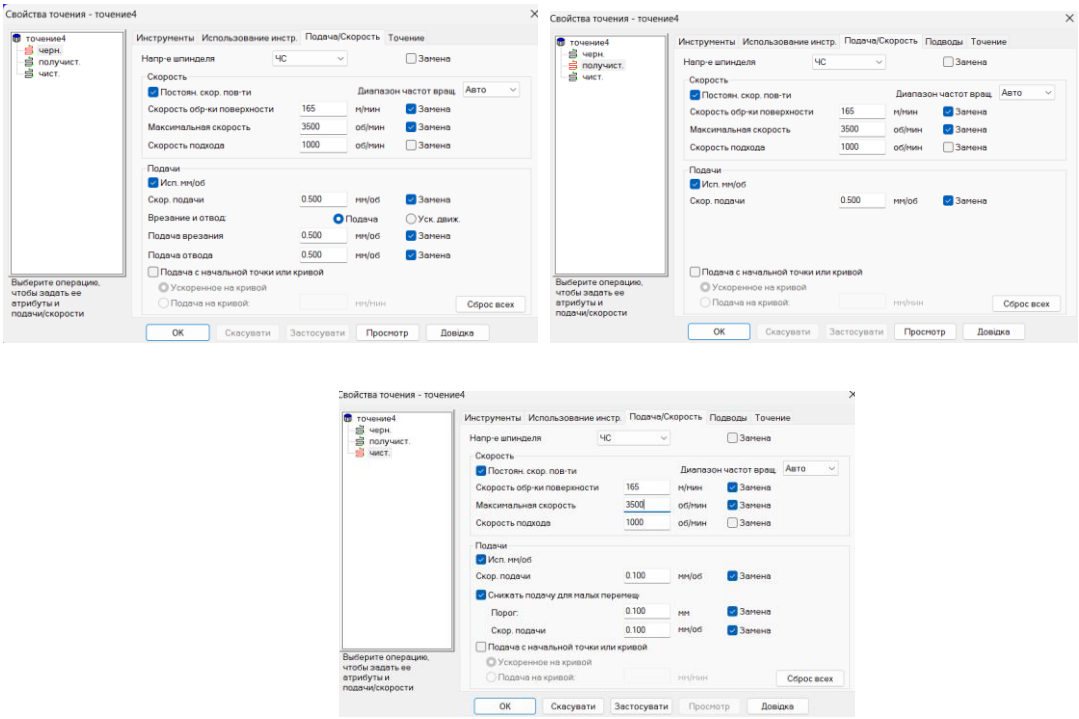


Рисунок 6.21 – Режими різання на операцію «точіння»

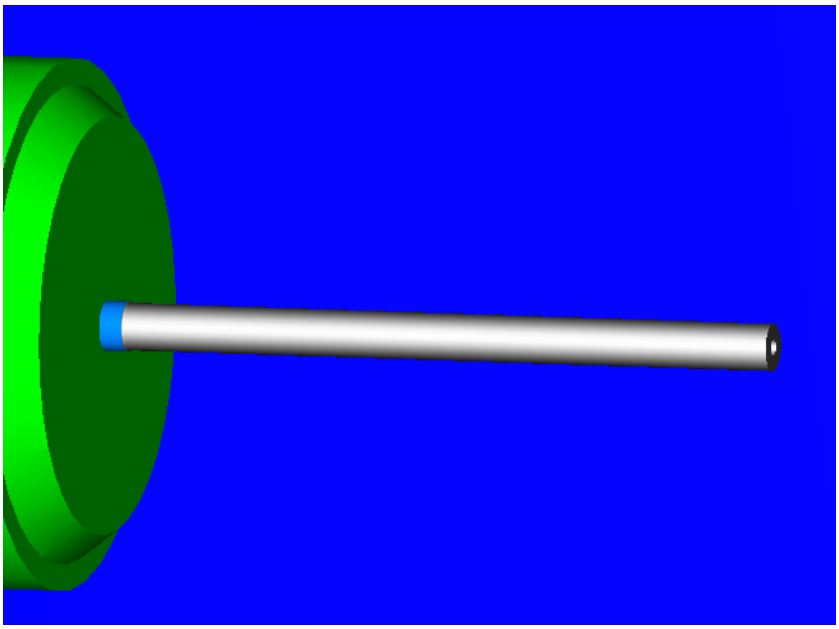


Рисунок 6.22 – Результат обробки деталі на операцію 010

В цьому розділі було виконано пошагову обробку деталі «Бур складений» та його візуалізацію в програмі «FeatureCAM»

Література

1. Heller Premium tools. Каталог продукции , оснастка для профессионалов. 164 с – 2020
2. https://profitools.com.ua/download/heller2017.pdf
3. ГОСТ 2591-2006. Прокат сортовий сталевий гарячекатаний. Проэкт, перша редакція [Текст]. — ДСТУ 4746:2007 / ГОСТ2591-2006- 9с
4. ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовий сталевий гарячекатаний круглий. Проэкт, перша редакція [Текст]. — ДСТУ 4738:2007 / ГОСТ2591-2006- 9с
5. https://slavles.com.ua/ua/p583959582-lentochnopilnyj-stanok-dlya.html
6. https://komplektcnc.com.ua/stanok-z-chpu-tokarnyi-szgh-25/
7. https://stankocentr.com.ua/purchase/gorizontalno-frezernye-stanki/gorizontalno-frezernyi-stanok-6r82-6m82-6r82g-6t82-6t82g-6n82
8. https://mirstankov.com/catalog/gravirovalno-frezernyy-stanok-s-chpu-msf6090-s-vakuumnym-stolom/
9. https://autopragma.com/krugloshlifovalnyj-stanok-3b12
10. 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.
11. ДСТУ 2500-94 Основні норми взаємозамінності. Єдина система допусків та посадок. Терміни та визначення. Позначення і загальні норми. Наказ від 24.05.1994 № 119.
12. 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.
13. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. Часть 2. Нормативы режимов резания.: М.: Экономика. 1990г. – 474 с.
14. Справочник приспособления: Справочник. В 2-х томах. Под ред. Б.Н. Вардашкина, Т1 : М.: Машиностроение. 1984г. – 592 с.

15. Справочник приспособления: Справочник. В 2-х томах. Под ред. Б.Н. Вардашкина, Т2 : М.: Машиностроение. 1984г. – 656 с.
16. Методичні вказівки «Контрольні пристрої та розрахунок їх точності» до практичних та самостійних занять з курсу «Технологічна оснастка» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання / Укладачі: М.Г. Дичковський, М.Д. Сіправська. – Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пулюя, 2021. – 45 с.

ДОДАТКИ

Розробив	Кравченко М.А			НТУ КПІ ім.Ігоря Сікорського			
Перевірив	Красновид Д.О						
Н. контр.				Бур складений		н	

М01	Сортовий прокат Ø15 ГОСТ 2590-2006									НТУ «КПІ» НН ММІ
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код загот.	Профіль и размiри	КД	МЗ
М02		кг	0,16	1		0,45	Прокат	Ø15х255	1	0,355

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования → →					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.
А				05	Стрічковідрізна				ІОП№1							
Б	Стрічковідрізний верстат BS-550G					2	Різник	3	1	1	1	1	12	1	13	13,79
А				10	Токарна з ЧПК				ІОП№2							
Б	Токарний з ЧПК SZGH-25					2	Токар	4	1	1	1	1	12	1	22	3,83
А				15	Токарна з ЧПК				ІОП№2							
Б	Токарний з ЧПК SZGH-25					2	Токар	4	1	1	1	1	12	1	22	3,11
А				20	Фрезерна				ІОП№3							
Б	Горизонтально-фрезерний верстат 6Р82					2	фрезерувальник	4	1	1	1	1	12	1	17	2,41
А				25	Фрезерна				ІОП№3							
Б	Горизонтально-фрезерний верстат 6Р82					2	фрезерувальник	4	1	1	1	1	12	1	35	102,5
А				30	Слюсарна				ІОП№4							
Б	Верстак слюсарний					2	слюсар	4	1	1	1	1	12	1	-	-
МК																

Дубл.																
Взам.																
Подл.																

																2

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования → →					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.
А-01				35	Гравірувальна				ІОП№5							
Б-02					Гравірувально – фрезерний верстат з ЧПК MSF6090	2	фрезерувальник	3	1	1	1	1	12	1	-	-
А-03				40	Термічна				ІОП№6							
Б-04					Піч термічна	4	Терміст	5	2	1	12	1	12	1	-	-
А-05				45	Термічна				ІОП№6							
Б-06					Піч термічна	4	Терміст	5	2	1	12	1	12	1	-	-
А-07				50	Контрольна				ІОП№7							
Б-08					Стіл контрольний	4	Контролер	5	1	1	1	1	12	1	-	-
А-09				55	Піскоструйна				ІОП№4							
Б-10					Піскоструйна машина	4	слюсар	4	1	1	1	1	12	1	-	-
А-11				60	Круглошліфувальна				ІОП№8							
Б-12					Круглошліфувальний верстат 3Б12	2	Шліфувальник	2	2	1	12	1	12	1	24	5,1
А-13				65	Слюсарна				ІОП№4							
Б-14					Верстак слюсарний	4	Контролер	4	1	1	1	1	12	1	-	-
А-15				70	Зварювальна				ІОП№9							
Б-16					Зварювальна піч		зварювальник	4	1	1	1	1	12	1		
МК																

Дубл.																
Взам.																
Подп.																

		3

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначення документа																
Б	Код, наименование оборудования → →					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.						
А 01				75	Слюсарна				ІОП№4													
Б 02					Верстак слюсарний	4	слюсар	4	1	1	1	1	12	1	-	-						
А 03				80	Контрольна				ІОП№7													
Б 04					Стіл контрольний	4	Контролер	5	1	1	1	1	12	1	-	-						
А 05																						
Б 06																						
А 07																						
Б 08																						
А 09																						
Б 10																						
А 11																						
Б 12																						
А 13																						
Б 14																						
А 15																						
Б 16																						
МК																						

					1	1	

Розробив	Кравченко М.А			ННТУ КПІ Ім.Ігоря Сікорського			
Перевірив	Красновид Д.О						
Прийняв							
Затвердив				Бур складений	н		005
Н. контроль							

Найменування операції	Матеріал	Твердість	О.В	М.Д	Профіль та розміри	М.З	КОВД
Стрічковідрізна	Сталь 12Х8ВФ ГОСТ2691-2006		кг	0,16	Ø15х255	0,355	1

Обладнання, пристрій ЧПК	Позначення програми	Тоо	Топ	Тпз	Тшт	ЗОР
Стрічковідрізний верстат BS 550G	-	10,8	10,97	13	11,79	5% емульсія «Укринол 1» ТУ 38-101197-76

Р		Д.І	D або В мм	L мм	t мм	і	S мм/об	n об/хв	V м/хв
О01	1. Установити, закріпити, зняти								
Т02	Лещата призматичні ГОСТ 16518-96								
О03	2. Відрізати заготовку в розмір 255 ±0,65 згідно креслення T_o=10,8								
Т04	Полотно стічкове								
Т05	Штангенциркуль ШЦ-II-300-0,2 ГОСТ 166-89								
Р06			15	18	1,9	1	$S_{хв}$=15 мм/хв	1000	48
О07									
О08									
Р09									
Р10									
О11									
Р12									
13									
ОК									

								2	1
Розробив	Кравченко М.А			НТУ КПІ Ім.Ігоря Сікорського					
Перевірив	Красновид Д.О								
Прийняв									
Затвердив				Бур складений				н	010
Н.контроль									

Найменування операції	Матеріал	Твердість	О.В	М.Д	Профіль та розміри	М.З	КОВД
Токарна з ЧПК	Сталь 12Х8ВФ ГОСТ2691-2006		кг	0,16	Ø15х255	0,355	1

Обладнання, пристрій ЧПК	Позначення програми	То	Топ	Тпз	Тшт.	ЗОР
Токарний верстат з ЧПК SZGH-25	-	2,35	3,57	22	3,83	5% емульсія «Укринол 1» ТУ 38-101197-76

Р		ПІ	D або B мм	L мм	t мм	i	S мм/об	n об/хв	V м/хв
O01	1. Установити, закріпити, зняти								
T02	Патрон 3х-кулачковий при верстаті								
O03	2. Підрізати торець в розмір 252,5±0,65 згідно креслення по програмі								T_o=1,3
T04	Різець контурний QS-SDJCR 2020 11C, Штангенциркуль ШЦ-II-300-0,2 ГОСТ 166-89								
P05			15	7,5	2,5	1	0,4	400	18,84
O06	3. Центрувати центровочний отвір витримуючи розміри: Ø5 мм, 3,5 мм та 2,5 мм згідно креслення по програмі								T_o=0,13
T07	Патрон цанговий С4-391.32-08°077, Свердло центрувальне DIN333A								
P08			5	8,5	2,5	1	0,1	650	10,2
O09	4. Точити начорно поверхню $Ø14,5_{-0,43}$ витримуючи розмір 200±0,575 згідно креслення по програмі								T_o=0,15
T10	Різець контурний QS-SDJCR 2020 11C, Штангенциркуль індикаторний ШЦ-I-150-0,01								
P11			14,5	203	0,5	1	0,4	3500	165
O12	5. Точити н/ч поверхню $Ø14,2_{-0,18}$ витримуючи розмір 200±0,575 згідно креслення по програмі								T_o=0,19
T13	Різець контурний QS-SDJCR 2020 11C, Штангенциркуль індикаторний ШЦ-I-150-0,01								
P14			14,2	203	0,15	1	0,3	3500	165
ОК									

Дубл.															
Взам.															
Подл.															

														2	

Р		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
O15	6. Точити начисто поверхню $Ø14_{-0,027}$ витримуючи розмір 200±0,575 згідно креслення по програмі								T_o = 0,58
T16	Різець контурний QS-SDJCR 2020 11C, Штангенциркуль індикаторний ШЦ-I-150-0,01								
P17			14,0	203	0,1	1	0,1	3500	165
T18									
T19									
P20									
O21									
T22									
T23									
P24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
ОК									

								2	1

Розробив	Кравченко М.А			НТУ КПІ Ім.Ігоря Сікорського			
Перевірив	Красновид Д.О						
Прийняв							
Затвердив				Бур складений	н		015
Н. контроль							

Найменування операції	Матеріал	Твердість	О.В	М.Д	Профіль та розміри	М.З	КОВД
Токарна з ЧПК	Сталь 12Х8ВФ ГОСТ2691-2006		кг	0,16	Ø15х252,5	0,355	1

Обладнання, пристрій ЧПК	Позначення програми	Тоо	Топ	Тпз	Тшт	ЗОР
Токарний верстат з ЧПК SZGH-25	-	1,67	2,89	22	3,11	5% емульсія «Укринол 1» ТУ 38-101197-76

Р		ПІ	D або B мм	L мм	t мм	i	S мм/об	n об/хв	V м/хв
O01	1. Установити, закріпити, зняти								
T02	Патрон 3х-кулачковий при верстаті								
O03	2. Підрізати торець в розмір 250±0,65 згідно креслення по програмі								T_o=1,3
T04	Різець контурний QS-SDJCR 2020 11C, Штангенциркуль ШЦ-II-300-0,2 ГОСТ 166-89								
P05			15	7,5	2,5	1	0,4	400	18,84
O06	3. Центрувати центровочний отвір витримуючи розміри: Ø5 мм, 3,5 мм та 2,5 мм згідно креслення по програмі								T_o=0,13
T07	Патрон цанговий C4-391.32-08077, Свердло центрувальне DIN333A								
P08			5	8,5	2,5	1	0,1	650	10,2
O09	4. Точити начорно поверхню $Ø12_{-0,36}$ витримуючи розмір 50±0,31 згідно креслення по програмі								T_o=0,03
T10	Різець контурний QS-SDJCR 2020 11C, Штангенциркуль індикаторний ШЦ-I-150-0,01								
P11			12	52	1,5	1	0,4	3500	165
O12	5. Точити н/ч поверхню $Ø10,5_{-0,18}$ витримуючи розмір 50±0,31 згідно креслення по програмі								T_o=0,06
T13	Різець контурний QS-SDJCR 2020 11C, Штангенциркуль індикаторний ШЦ-I-150-0,01								
P14			10,5	51,3	0,75	1	0,3	3500	165

ОК

Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	

Р		ПІ	D или B	L	t	i	S	n	V
O15	6. Точити начисто поверхню $Ø10_{-0,036}$ витримуючи розмір 50±0,31 згідно креслення по програмі								T_o = 0,15
T16	Різець контурний QS-SDJCR 2020 11C, Штангенциркуль індикаторний ШЦ-I-150-0,01								
P17			10	51,1	0,25	1	0,1	3500	165
T18									
T19									
P20									
O21									
T22									
T23									
P24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									

ОК

Розробив	Кравченко М.А			НТУ КПІ Ім.Ігоря Сікорського			
Перевірив	Красновид Д.О						
Прийняв							
Затвердив				Бур складений	н		020
Н. контроль							

Найменування операції	Матеріал	Твердість	О.В	М.Д	Профіль та розміри	М.З	КОВД
Фрезерна	Сталь 12Х8ВФ ГОСТ2691-2006		кг	0,16	Ø14х250	0,355	1

Обладнання, пристрій ЧПК	Позначення програми	Топ	Топ	Тпз	Тшт	ЗОР
Горизонально – фрезерний верстат 6Р82	-	1,67	2,24	17	2,41	5% емульсія «Укринол 1» ТУ 38-101197-76

Р		П.І	D або B мм	L мм	t мм	і	Sz мм/зуб	n об/хв	V м/хв
О01	1. Установити, закріпити, зняти								
Т02	Лещата призматичні ГОСТ 16518-96, УДГ-160 ГОСТ8615-89								
О03	2. Фрезерувати два шпонкових паза $4^{-0,012}_{-0,042}$ на довжину 28±0,26 та глибину 2 мм з переворотом під кутом 180° згідно креслення по програмі								T_o=1,55
Т04	Патрон цанговий С4-391.32-08 077, Фреза кінцева Ø4, L50-4f, Штангенциркуль індикаторний ШЦ-І-150-0,01								
Р05			4	31	2	2	-0,02	1750	21,98
О06	3. Свердлити отвір під фрезерування шпонкового пазу Ø6 на глибину 2 мм під кутом 90° згідно креслення по програмі.								T_o=0,02
Т07	Патрон цанговий С4-391.32-08 077, Свердло спіральне Ø6х57х93 мм Meister								
Р08			6	2,75	3	1	0,09	1500	27,3
О09	4. Фрезерувати шпонковий паз $6^{-0,012}_{-0,042}$ на довжину 18±0,26 та глибину 2 мм згідно креслення по програмі.								T_o=0,05
Т10	Патрон цанговий С4-391.32-08 077, Фреза сферична Ø6х22х45 мм, Штангенциркуль індикаторний ШЦ-І-150-0,01								
Р11			6	2,8	3	1	0,06	1000	18,8
О12	5. Розфрезерувати шпонковий паз $6^{-0,012}_{-0,042}$ на довжину 21,5±0,26 та глибину 0,5 мм згідно креслення по програмі.								T_o=0,02
Т13	Патрон цанговий С4-391.32-08 077, Фреза кінцева Ø6 z=3 ГОСТ17025-71, Штангенциркуль індикаторний ШЦ-І-150-0,01								
Р14			6	1,3	3	1	0,06	1000	18,8
ОК									

Розробив	Кравченко М.А			НТУ КПІ Ім.Ігоря Сікорського			
Перевірив	Красновид Д.О						
Прийняв							
Затвердив				Бур складений	н		025
Н. контроль							

Найменування операції	Матеріал	Твердість	О.В	М.Д	Профіль та розміри	М.З	КОВД
Фрезерна	Сталь 12Х8ВФ ГОСТ2691-2006		кг	0,16	Ø14х250	0,355	1

Обладнання, пристрій ЧПК	Позначення програми	Топ	Топ	Тпз	Тшт	ЗОР
Горизонально – фрезерний верстат 6Р82	-	95,02	95,33	35	102,5	5% емульсія «Укринол 1» ТУ 38-101197-76

Р		П.І	D або B мм	L мм	t мм	і	Sz мм/зуб	n об/хв	V м/хв
О01	1. Установити, закріпити, зняти								
Т02	Центр обертовий ГОСТ8742-75, УДГ-160 ГОСТ8615-89								
О03	2. Фрезерувати чотири стружкові канавки витримуючи крок 40 та довжину 180 мм								T_o=47,36
Т04	Оправка при верстаті, фреза дискова спеціальна, шаблон спеціальний								
Р05			6	185	3	16	-0,125	130	34,3
О06	3. Фрезерувати спинки стружкових канавок витрумуючи крок 40 та довжину 180 мм								T_o=47,36
Т07	Оправка при верстаті, фреза дискова спеціальна, шаблон спеціальний								
Р08			6	185	3	16	-0,125	130	34,3
О09	4. Фрезерувати 2 лиски під кутом в 180° витримуючи розміри 40±0,31мм та 44±0,31 мм								T_o=0,3
Т10	Оправка при верстаті, фреза дискова спеціальна, шаблон спеціальний								
Р11			6	5	3	2	-0,125	130	34,3
О12									
Т13									
Р14									
ОК									

								1	1

Розробив	Кравченко М.А			ННТУ КПІ Ім.Ігоря Сікорського			
Перевірив	Красновид Д.О						
Прийняв							
Затвердив				Бур складений		н	060
Н. контроль							

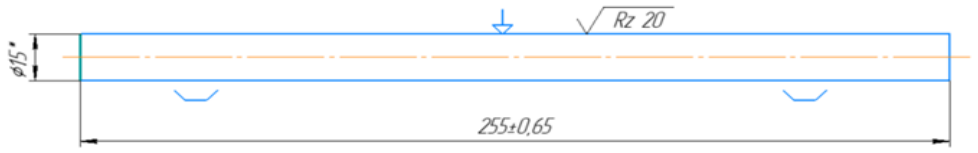
Найменування операції	Матеріал	Твердість	О.В	М.Д	Профіль та розміри	М.З	КОВД
Круглошліфувальна	Сталь 12Х8ВФ ГОСТ2691-2006		кг	0,16	Ø14х250	0,355	1

Обладнання, пристрій ЧПК	Позначення програми	То	Топ	Тпз	Тшт	ЗОР
Круглошліфувальний верстат 3Б12	-	3,2	4,74	30	5,1	5% емульсія «Укринол 1» ТУ 38-101197-76

Р		Д.І	D або В мм	L мм	t мм	i	Sz мм/зуб	n об/хв	V м/хв
O01	1. Установити, закріпити, зняти								
T02	Центр обертовий ГОСТ8742-75								
O03	2. Шліфувати по зовнішньому діаметру робочу і хвостову частини згідно креслення								T_0=3,2
T04	Пристрій для правки круга, Круг шліфувальний 1.125х63х2015А16СМ12К5 35 м/с ГОСТ 2424-83								
P05			6	185	0,1	1	-0,125	2250	23,43
O06									
T07									
P08									
O09									
T10									
P11									
O12									
T13									
P14									
ОК									

								1	1

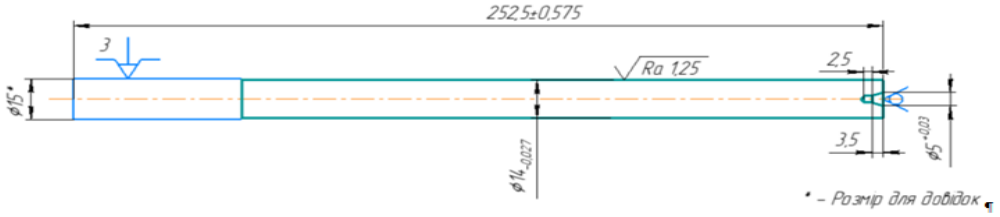
Разраб.	Кравченко М.А			ННТУ КПІ Ім.Ігоря Сікорського			
Перевір.	Красновид Д.О						
				Бур складений			005
Н. контр.							



* – Розмір для довідок

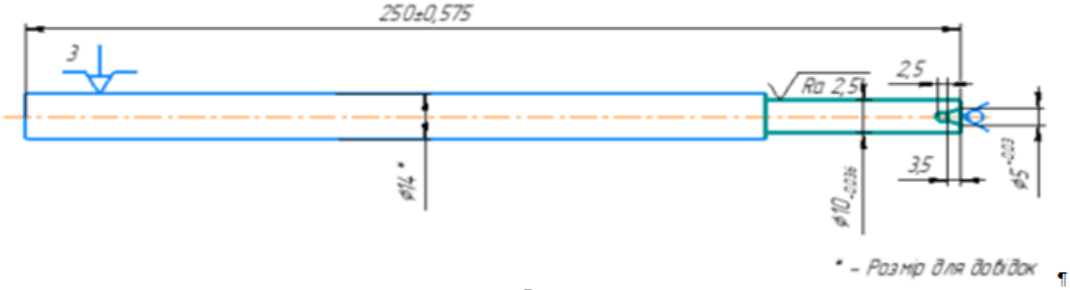
КЭ

								1	1	
Разраб.	Кравченко М.А			ННТУ КПІ Ім. Ігоря Сікорського						
Перевір.	Красновид Д.О									
				Бур складений						010
Н. контр.										



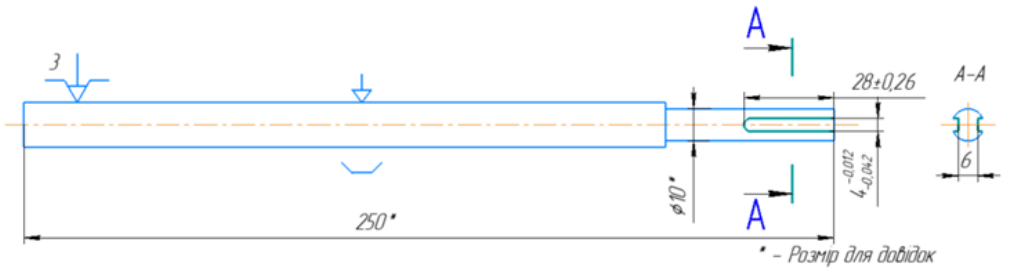
КЭ

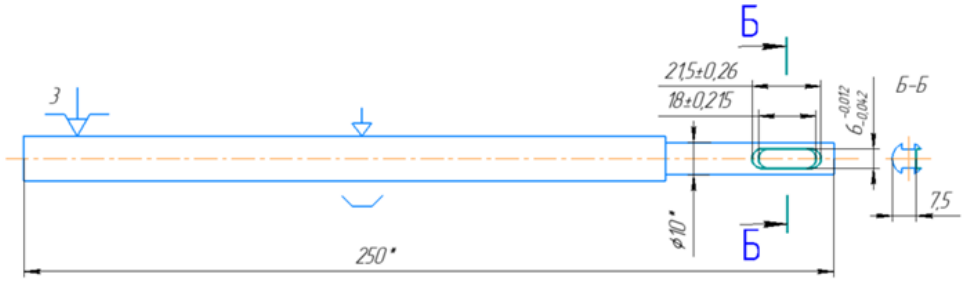
								1	1	
Разраб.	Кравченко М.А			ННТУ КПІ Ім. Ігоря Сікорського						
Перевір.	Красновид Д.О									
				Бур складений						015
Н. контр.										



КЭ

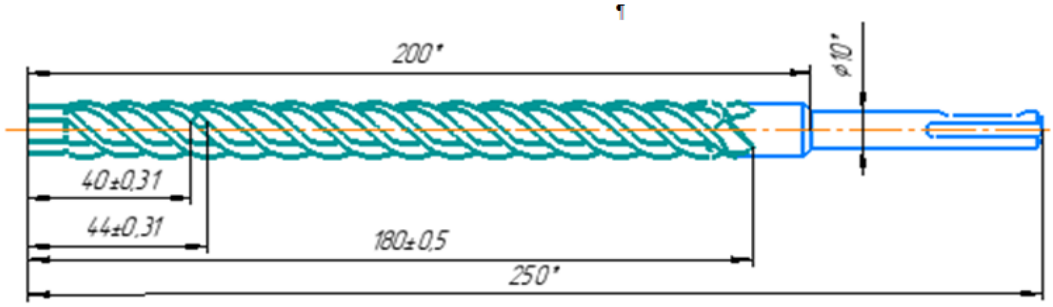
								1	1	
Разраб.	Кравченко М.А.			НТУ КПІ Ім. Ігоря Сікорського						
Перевір.	Красновид Д.О.									
					Бур складений					020
Н. контр.										





КЭ

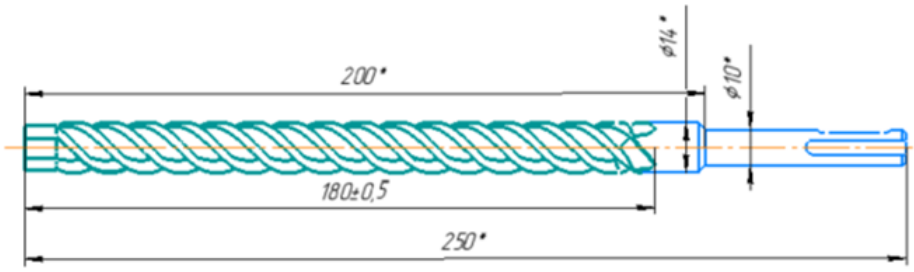
								1	1	
Разраб.	Кравченко М.А.			НТУ КПІ Ім. Ігоря Сікорського						
Перевір.	Красновид Д.О.									
					Бур складений					025
Н. контр.										



* – Розмір для довідок

КЭ

									1	1
Разраб.	Кравченко М.А			ННТУ КПІ Ім. Ігоря Сікорського							
Перевір.	Красновид Д.О										
					Бур складений						060
Н. контр.											



* – Розмір для довідок

КЭ	

Огляд конструкцій бурів

Бур спіральний з двома різальними кромками

Бур спіральний з трьома різальними кромками

Бур спіральний з чотирма різальними кромками

Переваги

- Швидке видалення матеріалу
- Ефективність в м'яких матерілах
- Широке застосування

Недоліки

- Зношення різальної кромки
- Обмежена глибина проникнення
- Схильність до відхилення

Бур проломний

Переваги

- Швидкість буріння бетону
- Універсальність використання
- Менше пилу

Недоліки

- Виникнення шумів і вібрацій
- Висока потужність інструменту

Бур спіральний з чотирма різальними кромками

Недоліки

- Двовимірна спіраль, що не максимально ефективно забезпечує відведення пилу
- Збільшується ймовірність виникнення ефекту дефлаграції пилу

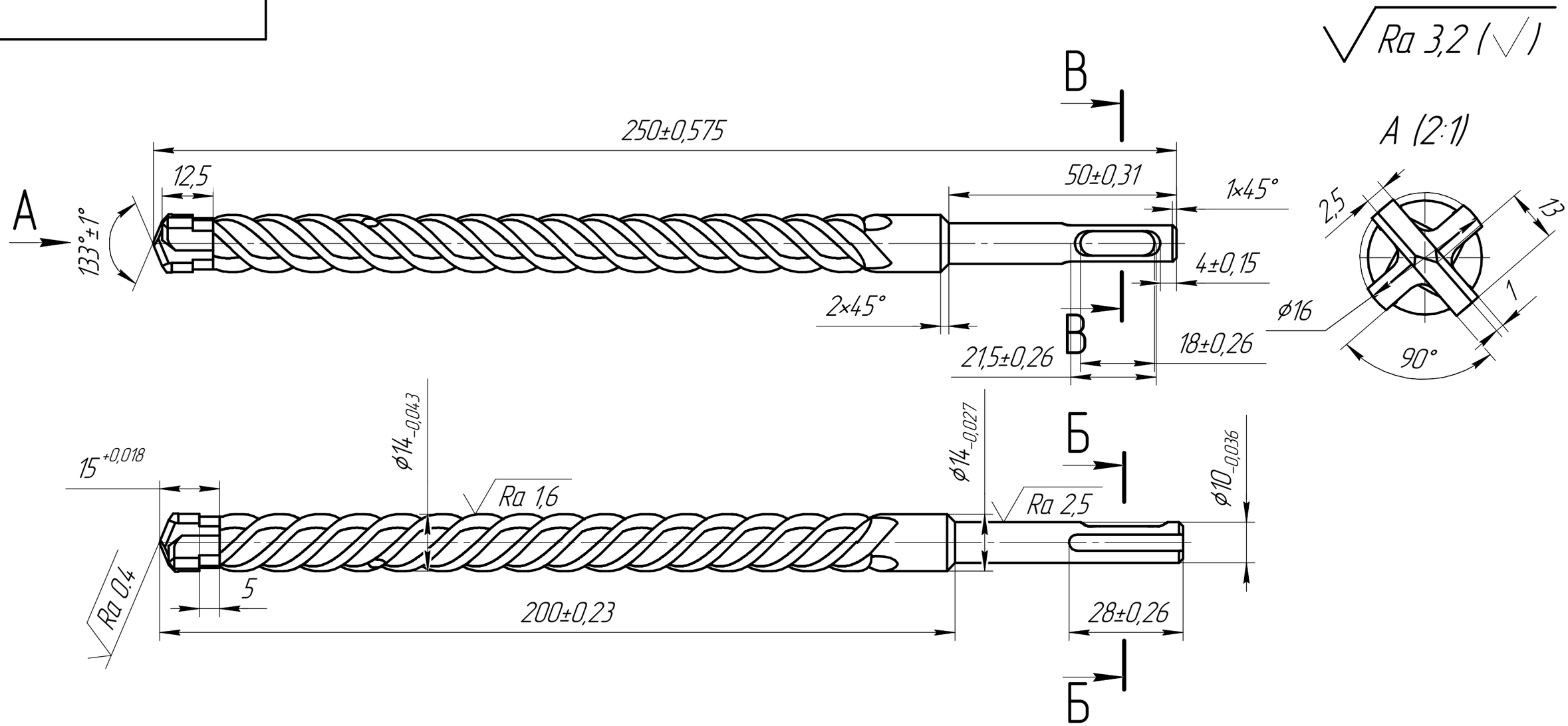
Бур по армованому бетону

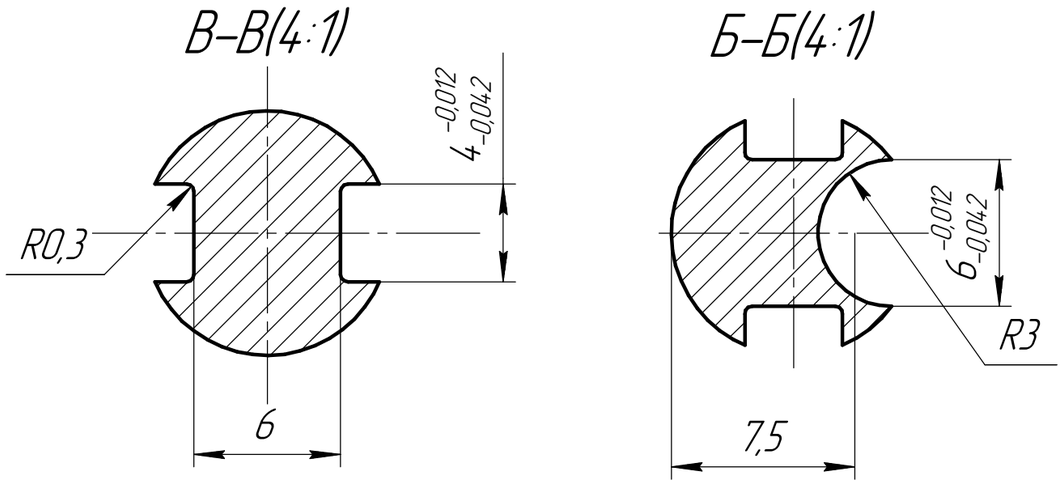
Переваги

- Прохід арматури до ϕ10 мм
- Надзвичайно міцні, завдяки своїй конструкції
- Універсальність

Недоліки

- Висока вартість
- Ризик пошкодження інструменту
- Підвищене навантаження на користувача



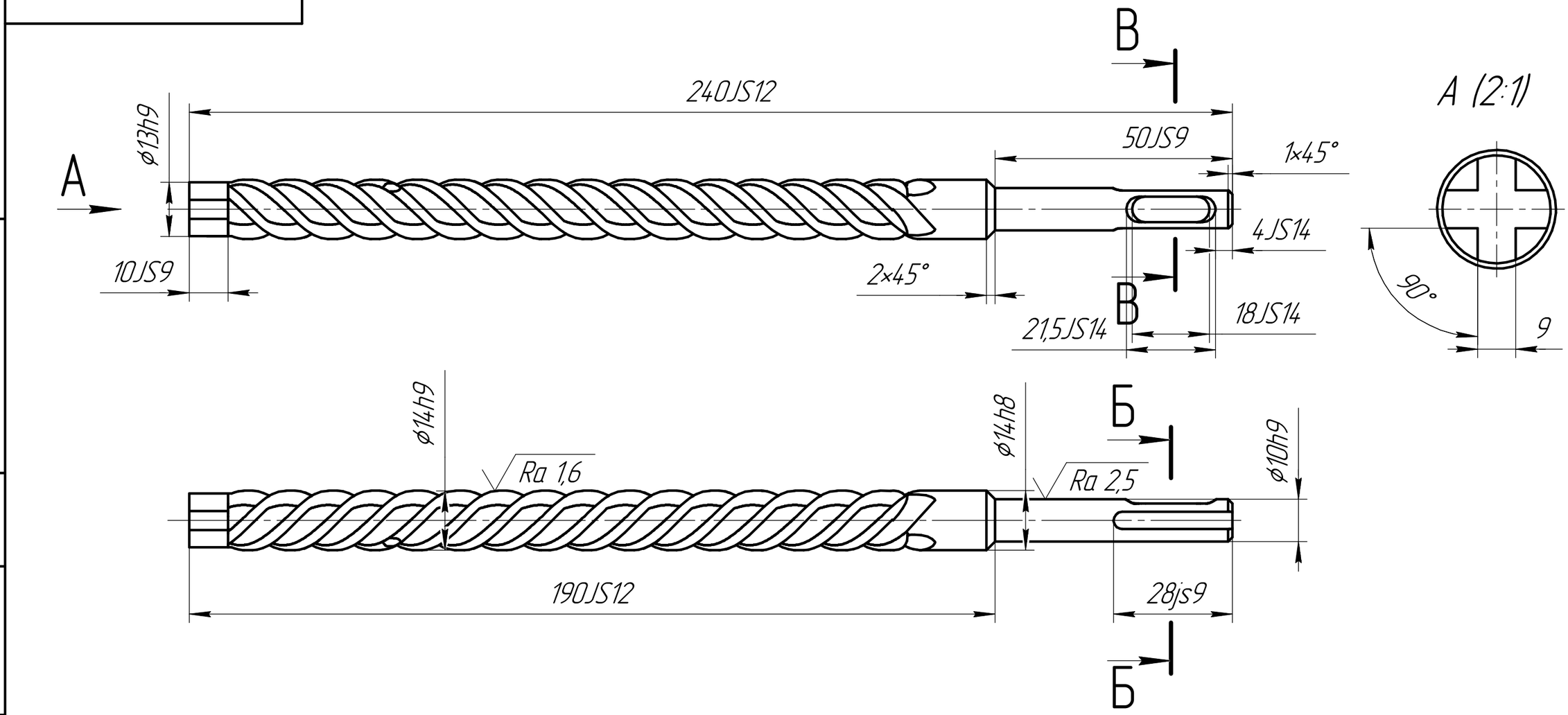


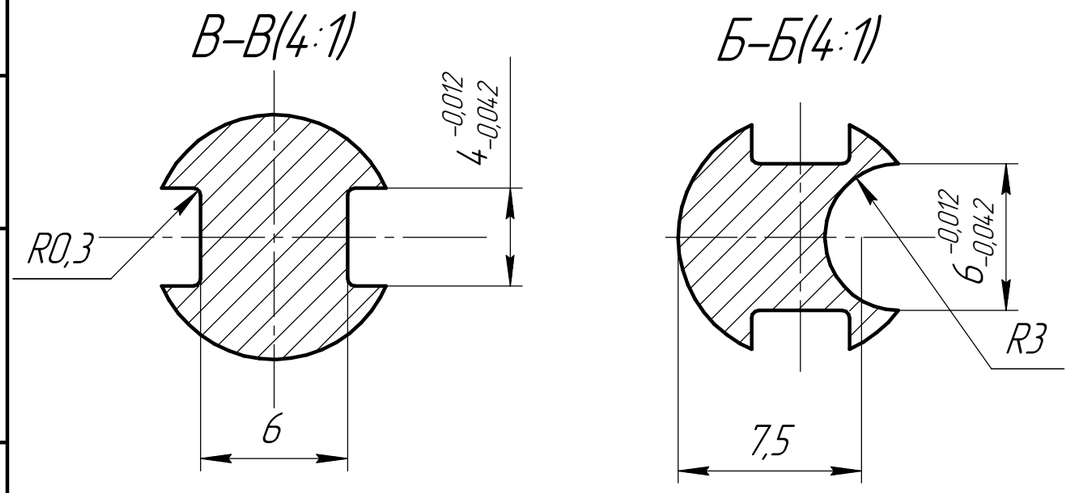
1. *– розмір для довідок
2. Твердість робочої частини 32...48 HRC, хвостовика 63...65 HRC
3. Загальні допуски по ISO 2678–mK
4. Центрувальний отвір типу А по ГОСТ 14034–74
5. Сварка контактна стикова

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Бур складений	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Кравченко М.А				Н		1:1
Пров.		Красновид Д.О				Лист	Листов 1	
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.								

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Копировал | Формат А3





1. *– розмір для довідок
2. Твердість робочої частини 32...48 HRC, хвостовика 63...65 HRC
3. Загальні допуски по ISO 2678–mK
4. Центрувальний отвір типу А по ГОСТ 14034–74
5. Сварка контактна стикова

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Корпус	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Кравченко М.А				Н		1:1
Пров.		Карсновид Д.О				Лист	Листов 1	
Т.контр.					Сталь 12Х8ВФ ГОСТ2591-2006			
Н.контр.								
Утв.								

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

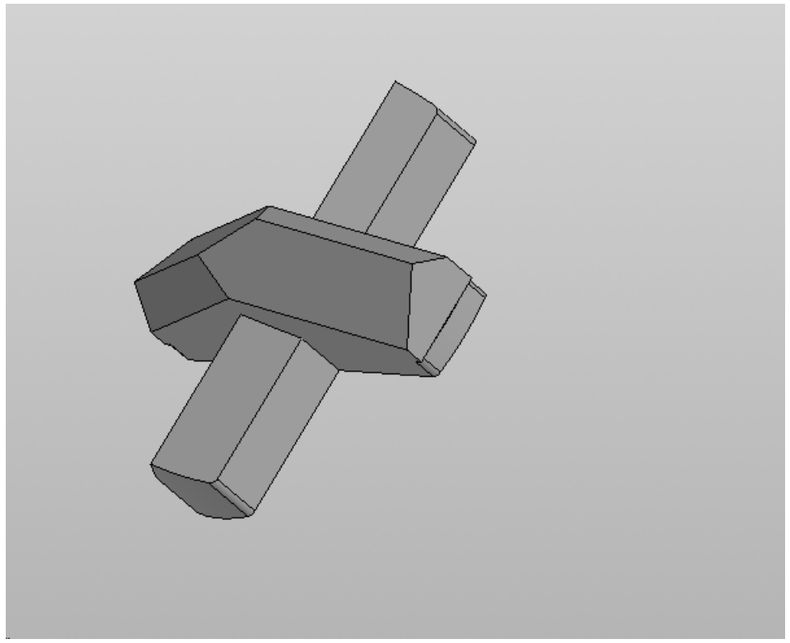
Взам. инв. №

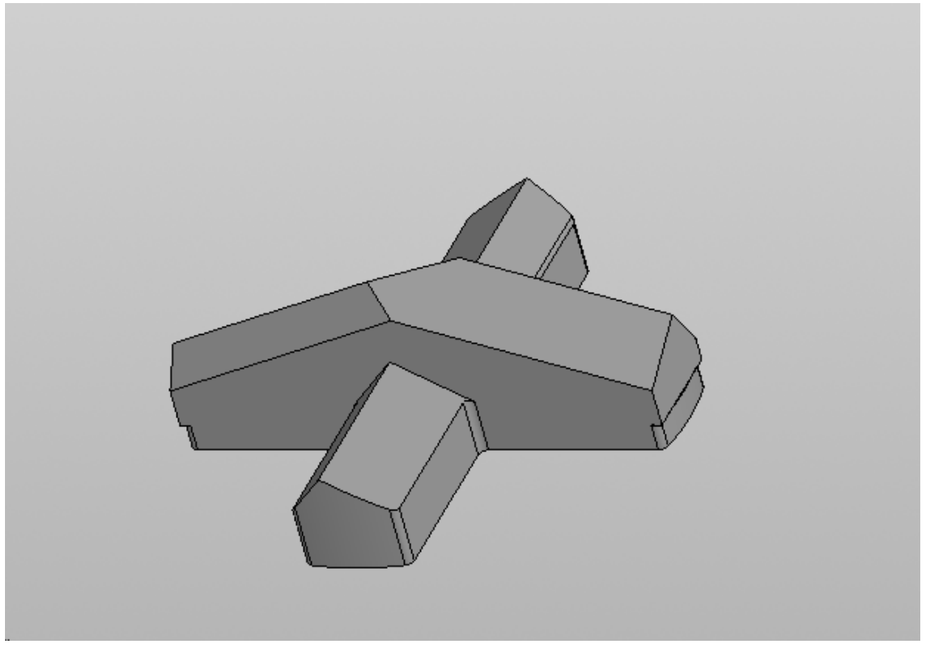
Подп. и дата

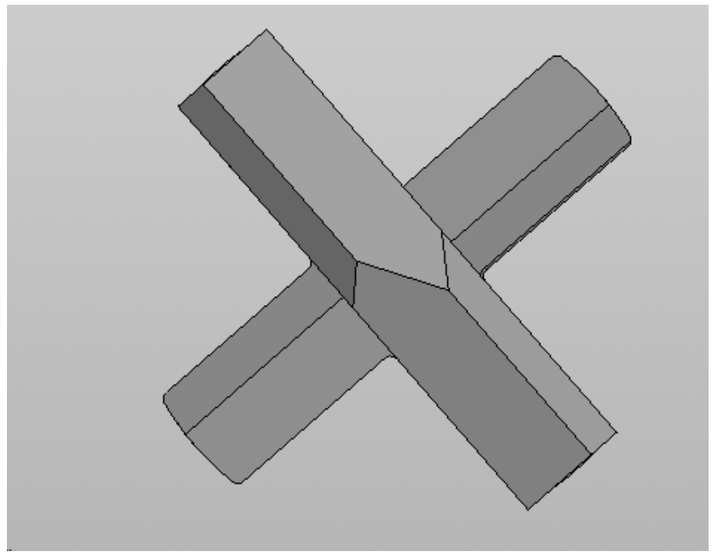
Инв. № подл.

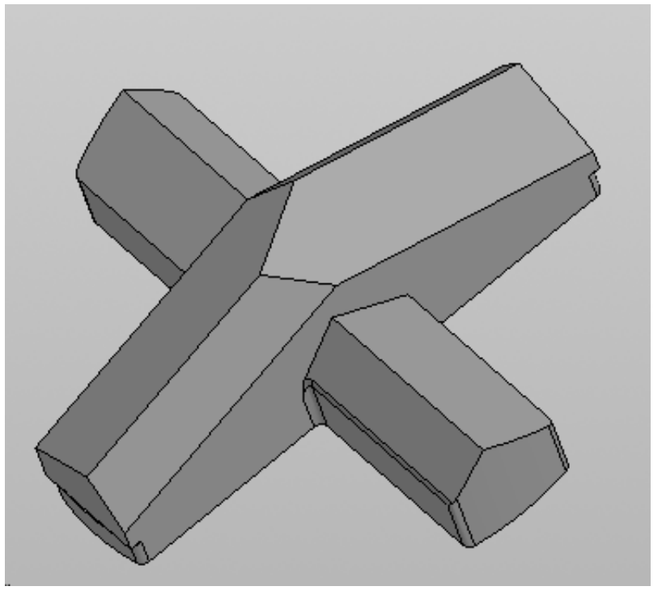
Копировал

Формат А3









Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Головка різальна 3D- модель	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Кравченко М.А						1:1
Пров.		Красновид Д.О				Лист	Листов 1	
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.								

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Копировал

Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

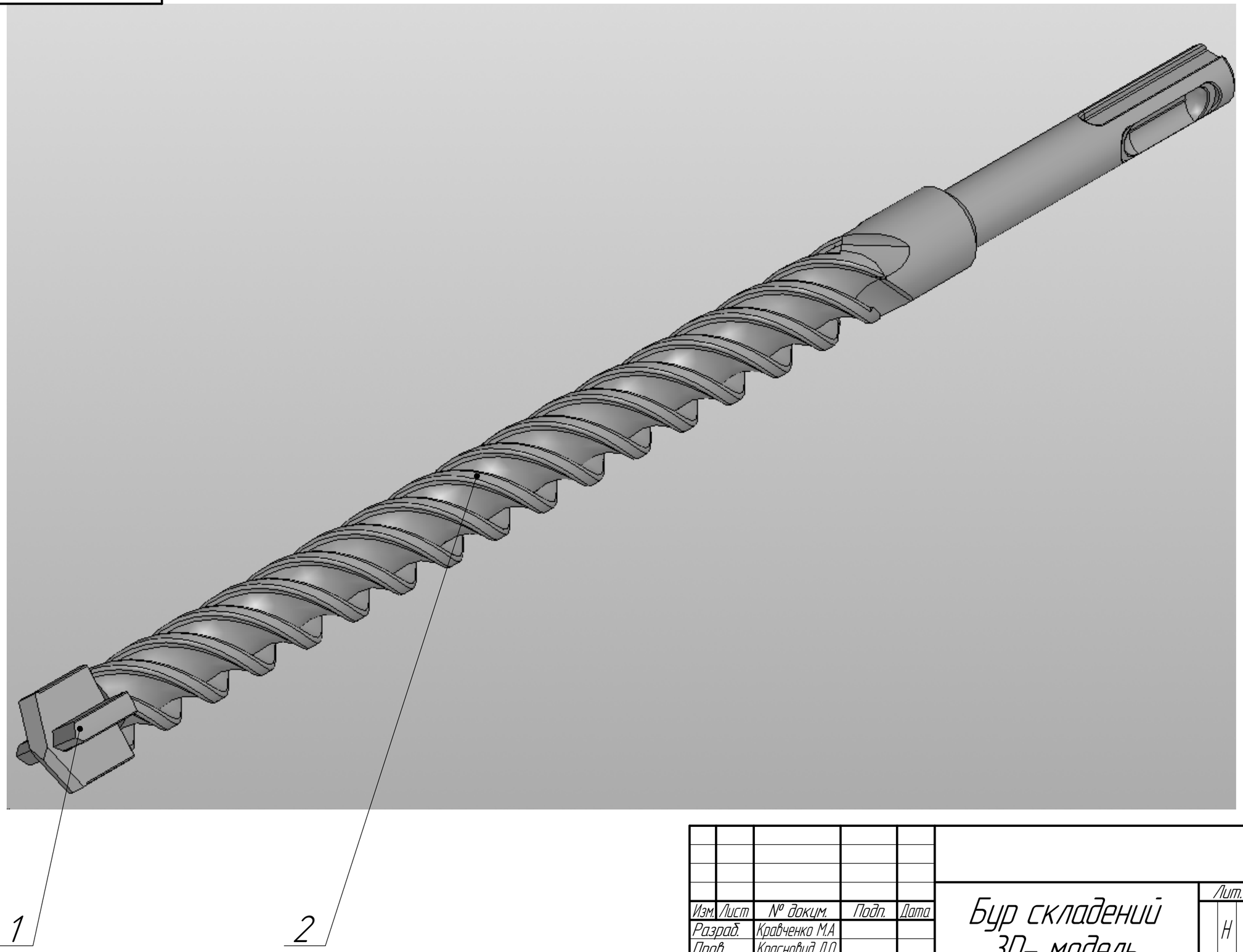
Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кравченко М.А		
Пров.		Красновид Д.О		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

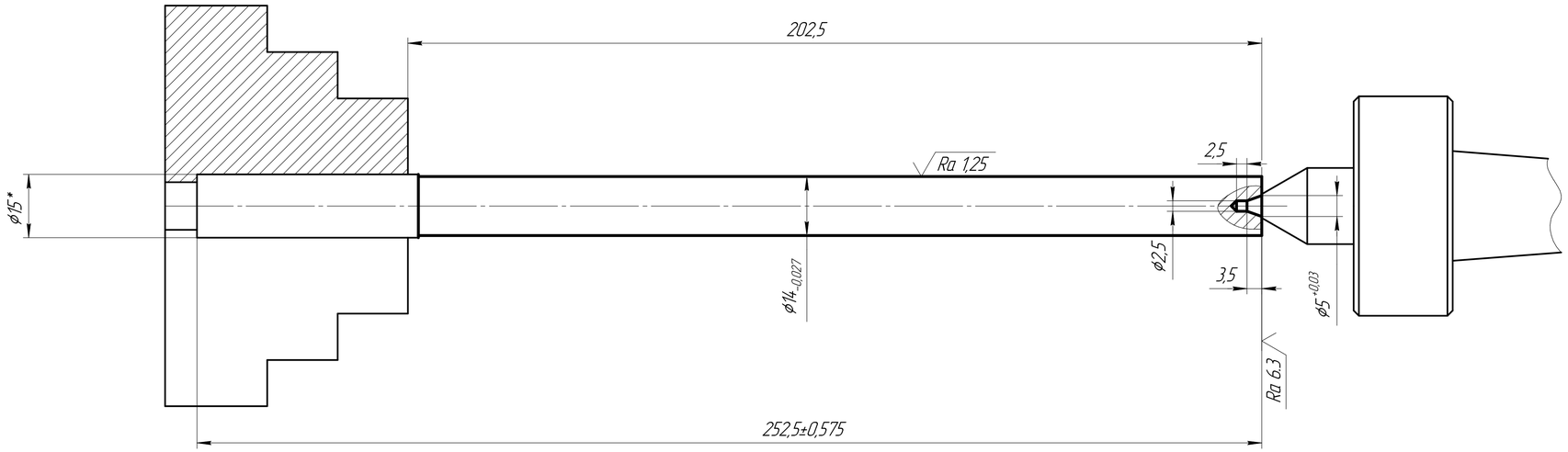
Бур складений 3D- модель

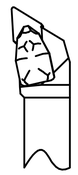
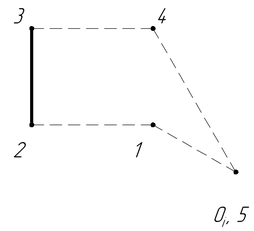
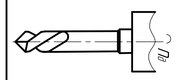
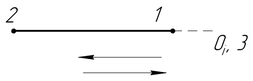
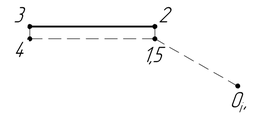
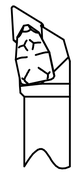
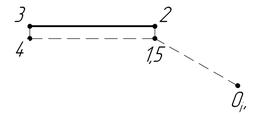
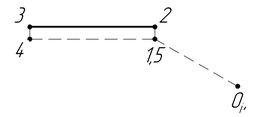
Лит.	Масса	Масштаб
Н		–

Лист | Листов 1

Копировал

Формат А3



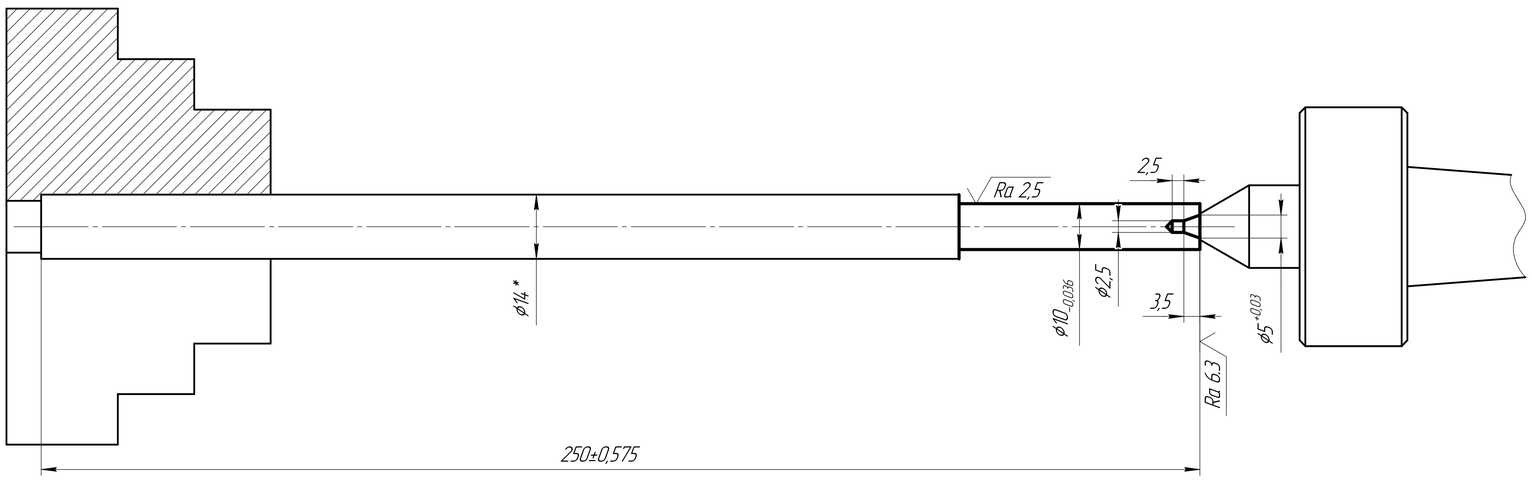
№ інструменту	Зображення інстументу	Траєкторія переміщення інструменту
1		
2		
1		
1		
1		

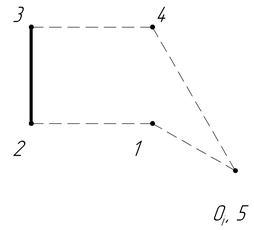
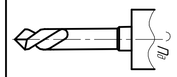
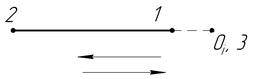
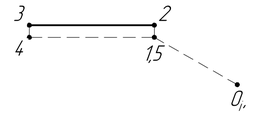
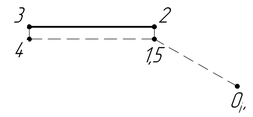
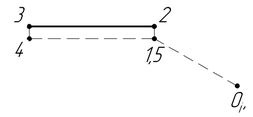
Номер переходу	№ інструменту	Назва інструменту	V, м/хв	t, мм	S, мм/об	n, об/хв	T_0, хв
2	1	Різець контурний	18,84	2,5	0,4	400	1,3
3	2	свердло центрувальне	10,2	2,5	0,1	650	0,13
4	1	Різець контурний	165	0,5	0,4	3500	0,15
5	1	Різець контурний	165	0,15	0,3	3500	0,19
6	1	Різець контурний	165	0,1	0,1	3500	0,58

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	010 Токарна з ЧПК	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Кравченко М.А.						1:1
Пров.		Красновий Д.О.				Лист	Листов 1	
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.								

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Копировал | Формат А1



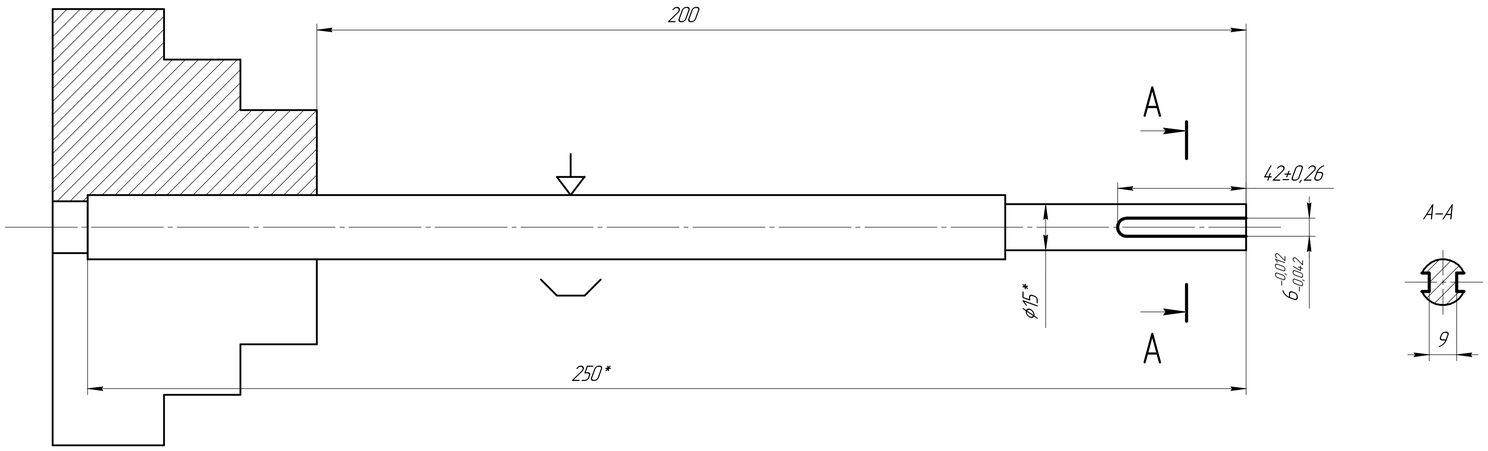
№ інструменту	Зображення інструменту	Траєкторія переміщення інструменту
1		
2		
1		
1		
1		

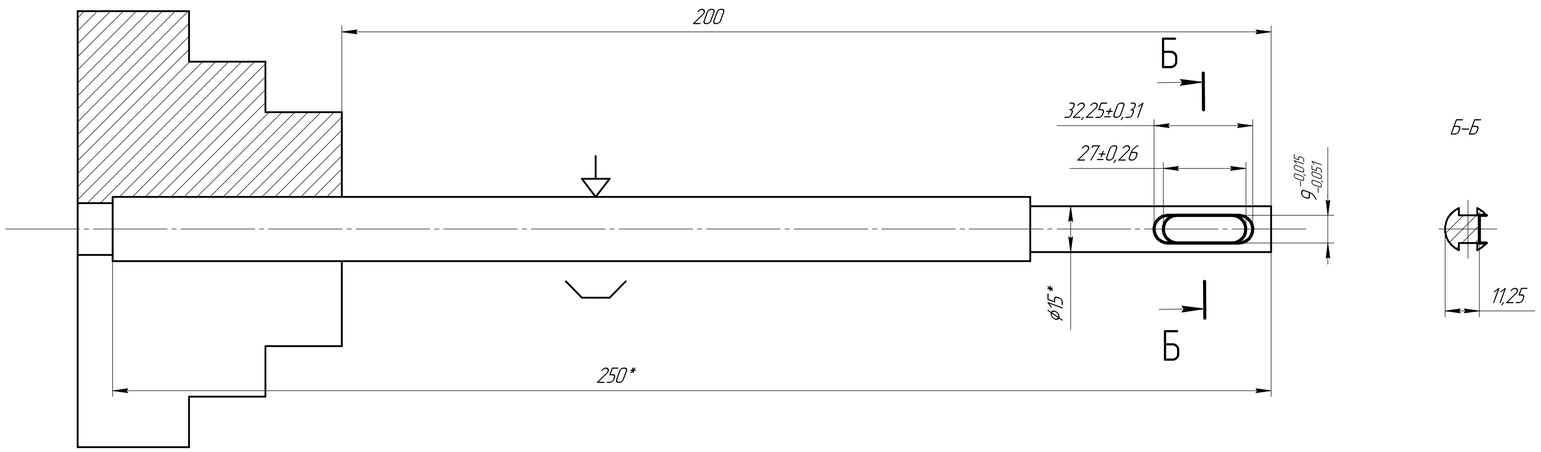
Номер переходу	№ інструменту	Назва інструменту	V, м/хв	t, мм	S, мм/об	n, об/хв	T_0, хв
2	1	Різець контурний	18,84	2,5	0,4	400	1,3
3	2	свердло центрувальне	10,2	2,5	0,1	650	0,13
4	1	Різець контурний	165	1,5	0,4	3500	0,03
5	1	Різець контурний	165	0,75	0,3	3500	0,06
6	1	Різець контурний	165	0,25	0,1	3500	0,15

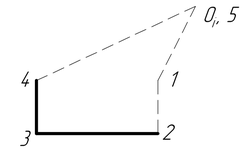
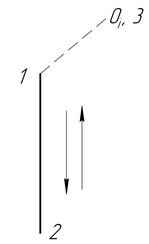
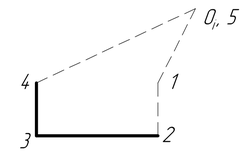
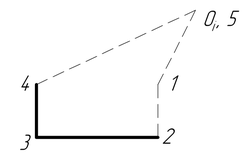
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	015 Токарна з ЧПК	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Кравченко М.А.						1:1
Пров.		Красновий Д.О.				Лист	Листов 1	
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.								

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Копировал | Формат А1





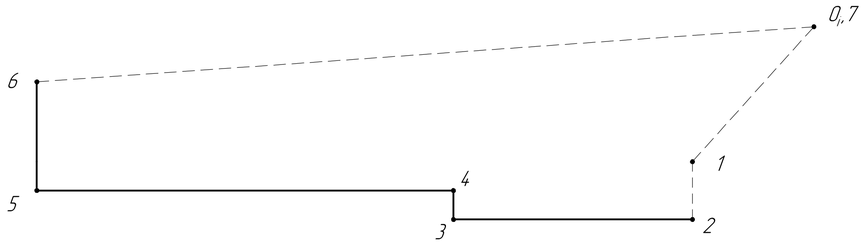
№ інструменту	Зображення інстументу	Траєкторія переміщення інструменту
1		
2		
1		
1		

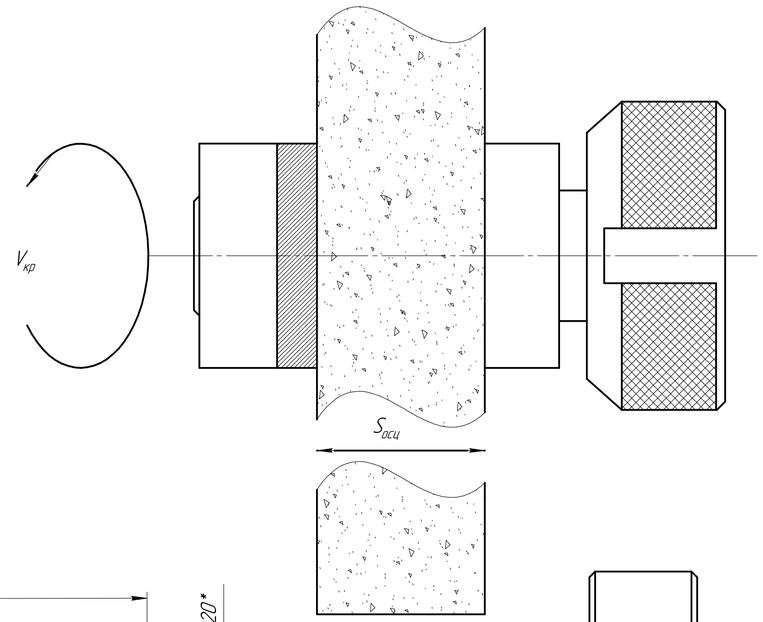
Номер переходу	№ інструменту	Назва інструменту	V, м/хв	t, мм	Sz, мм/зуб	n, об/хв	T_0, хв
2	1	Фреза кінцева	21,98	2	0,02	1750	1,55
3	2	Свердло спіральне	28,26	3	0,09	1500	0,02
4	3	Фреза сферична	18,8	3	0,06	1000	0,05
5	4	Фреза кінцева	18,8	3	0,06	1000	0,02

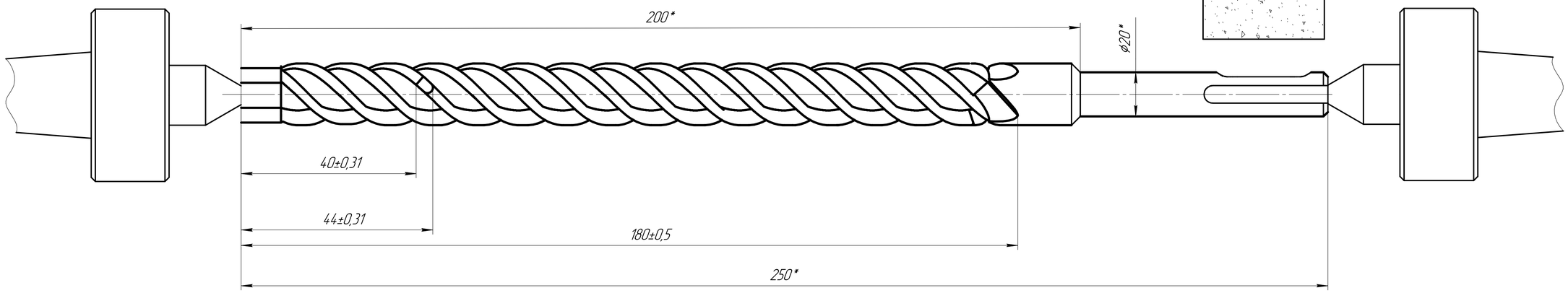
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	020 Фрезерна	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Кравченко М.А.						1:1
Пров.		Красновид Д.О.				Лист	Листов 1	
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.								

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Копировал | Формат А1





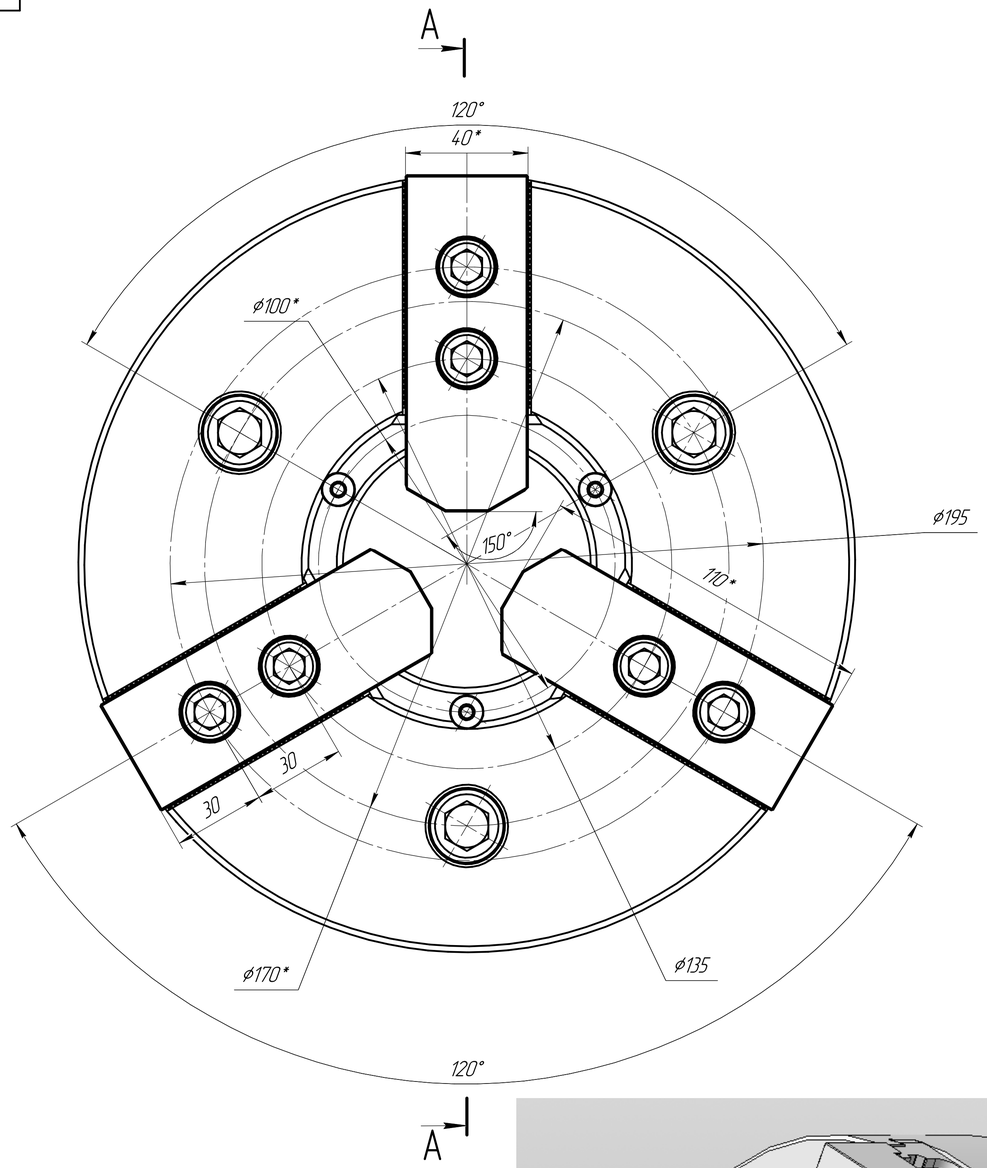


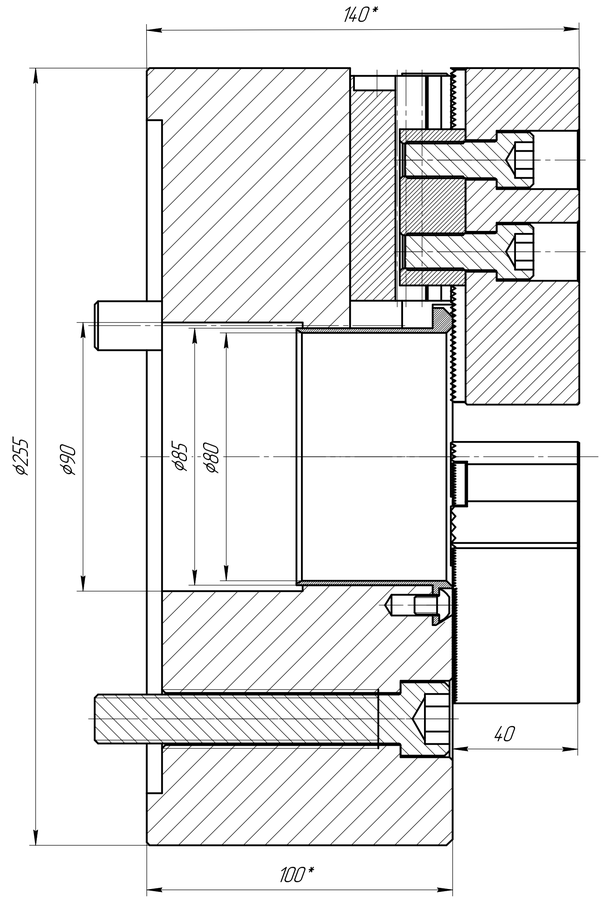
Номер переходу	№ інструменту	Назва інструменту	V, м/хв	t, мм	So, мм/зуб	n, об/хв	T_0, хв
2	1	Круг шліфувальний 15А16СМ12К5 35 м/с	23,43	0,1	0,00005	2250	3,2

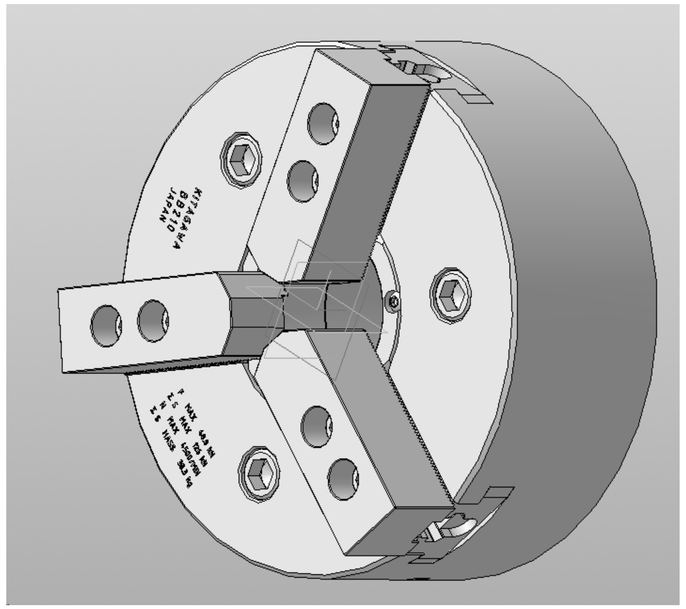
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	060 Круглошліфувальна	Лит.	Масса	Масштаб 1:1
Разраб.		Кравченко М.А.						
Пров.		Красновий Д.О.				Лист	Листов 1	
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.								

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Копировал | Формат А1





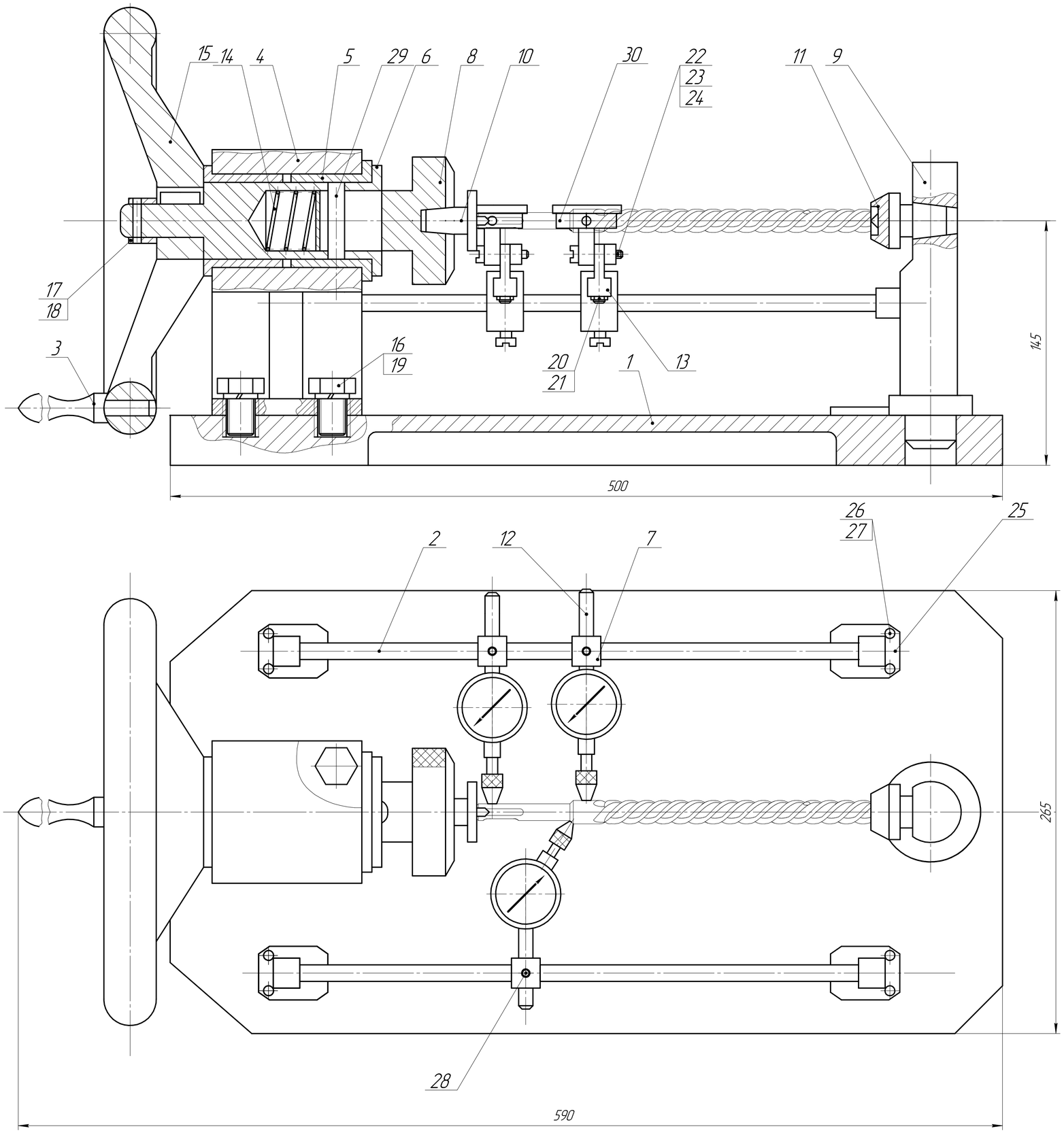


1. Перед вмиканням потрібно перевірити роботу електроніки.
2.Перед початком використання змастити усі механізми пристосування
3. Максимальна маса деталі, що обробляється противагою: 65 кг
4. * – Розмір для довідок

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Патрон трехкулачковый	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Кравченко М.А.						1:1
Пров.		Красновий Д.О				Лист	Листов 1	
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.								

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата | Инв. № подл.

Копировал | Формат А1



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Пристрій для контролю радіального та торцевого биття	Лит.	Масса	Масштаб 1:1
Разраб.		Кравченко М.А						
Пров.		Красновид Д.О				Лист	Листов 1	
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.								

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Копировал | Формат А1

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Детали		
		1		Передня бабка	1	
		2		Вал	2	
		3		Рукоятка	1	
		4		Корпус	1	
		5		Втулка	2	
		6		Піноль	1	
		7		Кронштейн	3	
		8		Перехідник	1	
		9		Задня бабка	1	
		10		Оправка	1	
		11		Центр нерухомий	1	
		12		Ніжка	3	
		13		Скалка	1	
		14		Пружина	1	
		15		Маховик	1	
				Стандартные изделия		
		4		Гвинт М12	4	
		17		Шайба 12	2	
		18		Штифт ⌀4	1	
		19		Вісь	4	
		20		Гвинт М6	3	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кравченко М.А		
Пров.		Красновид Д.О		
Н.контр.				
Утв.				

Пристрій для контролю
Специфікація

Лит.	Лист	Листов
	1	2

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
		21		Гайка 6	3	
		22		Гвинт М3,5	3	
		23		Шайба 3,5	3	
		24		Гайка 3,5	3	
		25		Стійка	4	
		26		Штифт ⌀5	8	
		27		Гвинт М5	8	
		28		Гвинт М4	3	
		29		Втулка	1	
		30		Індикаторна головка	3	

Подп. и дата

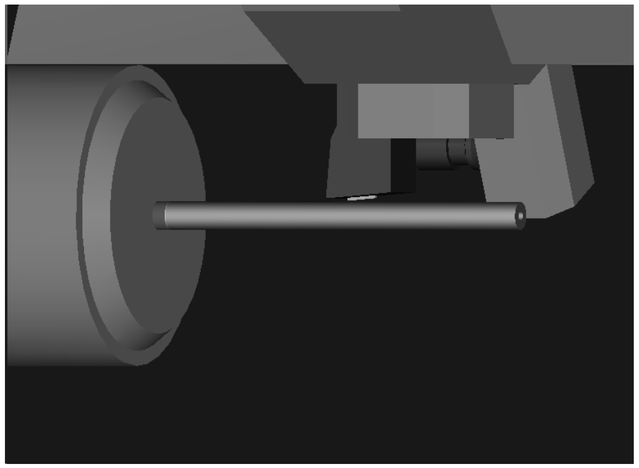
Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Виконання операції підрізки торця



Виконання операції чистового точіння

Параметры обработки

Список операций

Список инструмента

Установ: Установ1 (1 of 1)
Дата: 13 жовтень 2023 р. 4:04:24

Набор: Все
Сводка:
Паз 1: SW_Turn_80_RH
Паз 2: SD_90_M0500 D 5.000 мм L 21.000 мм

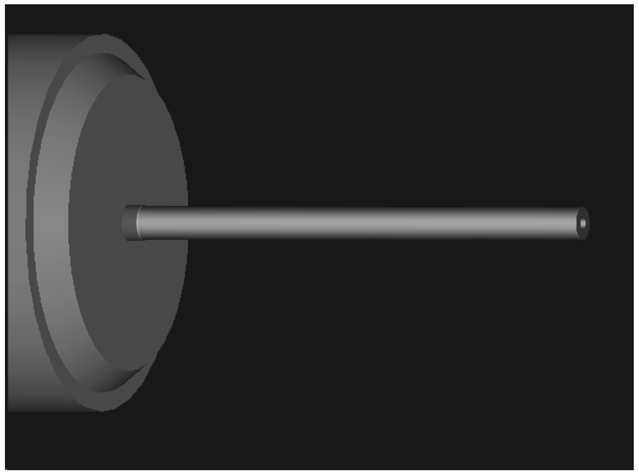
Имя инстр.: SW_Turn_80_RH
№ паза инстр.: 1
Корр. инстр. №: 1
№ смещения инстр.: 1
Угол представления: 5.0 град.
Тип резания: Точение
Тип пластины: 80 Ромб
Радиус кромки: 0.0313 дм
Вписанная окружность: 0.6250 дм
Длина: 6.0000 дм
Настройка под руку: ПРАВ.
Материал инстр: ТВЕРД_СПЛАВ

Имя инстр.: SD_90_M0500
№ паза инстр.: 2
Корр. инстр. №: 2
№ смещения инстр.: 2
Материал инстр.: БЫСТРОРЕЖ_СТАЛЬ
Покрытие инстр.: ПОЛИРОВ
Тип: Тип 2
Диаметр: 5.000 мм
Диаметр тела: 5.000 мм
Длина: 21.000 мм
Установ. длина: 46.500 мм
Общая длина: 62.000 мм
Угол (включ): 90 град.

Операции | Параметры | Код УП | Рев. головки

Список використаних інструментів

Виконання операції центрування



Деталь після обробки

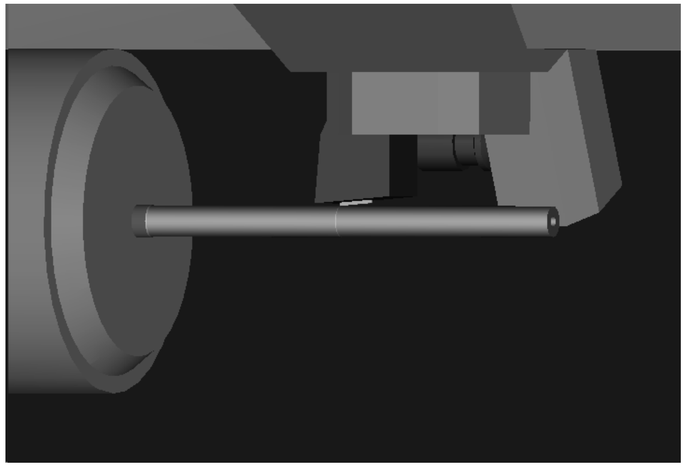
Код УП

Верхняя рев. головка

```
N10 T1/01/ M6 ' CHANGE TO TOOL # 1
N15 S100  M4 ' SET RPM TO 100
N20 G0 X0.7643 Z8.1732
N25 M8
N30 G1 X-0.0625 Z8.1732 F0.0157
N35 G1 X-0.0625 Z8.2677 F0.0157
N40 G1 X-0.0347 Z8.2816 F0.0157
N45 G0 X-0.0347 Z8.3858
N50 G0 X9.8425 Z4.9213 T2/02/ ' CHANGE TO TOOL # 2
N55 S3500  M4 ' SET RPM TO 3500
N60 G0 X0. Z10.2362
N65 G0 X0. Z10.1378
N70 G1 X0. Z7.9331 F0.0039
N75 G0 X0. Z10.1378
N80 G0 X9.8425 Z4.9213 T1/01/ ' CHANGE TO TOOL # 1
N85 S1000  M4 ' SET RPM TO 1000
N90 G0 X9.78 Z8.3546
N95 G0 X0.7643 Z8.3546
N100 G0 X0.8268 Z8.2562
N105 G0 X0.5787 Z8.2562
N100 G0 X0.8268 Z8.2562
N105 G0 X0.5787 Z8.2562
N110 G1 X0.5787 Z0.264 F0.0197
N115 G1 X0.5906 Z0.264 F0.0197
N120 G1 X0.6184 Z0.2779 F0.0197
N125 G0 X0.6184 Z8.2562
N130 G1 X0.5669 Z8.2562 F0.0197
N135 G1 X0.5669 Z0.264 F0.0197
N140 G1 X0.5787 Z0.264 F0.0197
N145 G1 X0.6066 Z0.2779 F0.0197
N150 G0 X0.6066 Z8.2874
N155 G0 X0.5551 Z8.2874 T1/01/
N160 S1000  M4  'SET RPM TO 1000
N165 G1 X0.5551 Z0.264 F0.0197
N170 G1 X0.7663 Z0.3696 F0.0197
N175 G0 X0.8268 Z0.3696
N180 G0 X0.8268 Z8.2874 T1/01/
N185 S1000  M4  'SET RPM TO 1000
N190 G0 X0.5512 Z8.2874
N195 G1 X0.5512 Z0.264 F0.0039
N200 G1 X0.7624 Z0.3696 F0.0039
N205 G0 X0.8268 Z0.3696
N210 G0 X9.8425 Z4.9213
N215 M02
```

Операции | Параметры | Код УП | Рев. головки

Код керуючої програми



Виконання операції ч.точіння та н/ч точіння

Параметры обработки

Список операций

Список инструмента

СПИСОК ОПЕРАЦИЙ ОБРАБОТКИ

Деталь:FM1
Установ: Установ1 (1 of 1)
Дата: 13 жовтень 2023 р. 4:04:24
Время: 3:45.0
Загот.: Z (0.000 мм, -255.000 мм) x НД 15.000 мм
Мат.: ЖАРОСТ_ЖЕЛЕЗО, 390.00 по Бринеллю,0.00 кН/мм^2

Оп.: 1 торец2 (черн.), Крепёж 1
П/С: 15 м/мин ЧС, 0.400 мм/об
Инстр: #1 (SW_Turn_80_RH)
Время: 0:16.5

Оп.: 2 отверстие2 (центровка), Крепёж 1
П/С: 3500 об/мин ЧС, 0.100 мм/об
Инстр: #2 (SD_90_M0500, 5.000 мм)
Центр: 0.000 мм 0.000 мм 207.500 мм
Глубина: 6.000 мм
Время: 0:23.3

Оп.: 3 точение4 (черн.), Крепёж 1
П/С: 165 м/мин ЧС, 0.500 мм/об
Инстр: #1 (SW_Turn_80_RH)
Время: 0:32.3

Оп.: 4 точение4 (получист), Крепёж 1
П/С: 165 м/мин ЧС, 0.500 мм/об
Инстр: #1 (SW_Turn_80_RH)
Время: 0:07.8

Оп.: 5 точение4 (чист.), Крепёж 1
П/С: 165 м/мин ЧС, 0.100 мм/об
Инстр: #1 (SW_Turn_80_RH)
Время: 0:28.0

Операции | Параметры | Код УП | Рев. головки

Список виконаних операцій

Виконав: Кравченко М.А