

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Механіко-машинобудівний інститут

Кафедра конструювання машин

До захисту допущено:

Завідувача кафедри

_____ Юрій ДАНИЛЬЧЕНКО

«__» _____ 20__ р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

**за освітньо-професійною програмою «Інструментальні системи та
технології формоутворення деталей»**

спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

на тему: «Головка розточна збірна»

Виконав (-ла):

студент (-ка) IV курсу, групи МІ-61-1

Бойко Андрій Олексійович _____

Керівник:

Доцент, кандидат технічних наук

Красновид Дмитро Олександрович _____

Рецензент: _____

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

Студент (-ка) _____

Київ – 2021 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Механіко-машинобудівний інститут
Кафедра конструювання машин

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 133 «Галузеве машинобудування»

Освітньо-професійна програма «Інструментальні системи та технології формоутворення деталей»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Юрій ДАНИЛЬЧЕНКО

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Бойко Андрію Олексійовичу

1. Тема проєкту «Головка розточна збірна», керівник проєкту Красновид Дмитро Олександрович доцент, кандидат технічних наук затверджені наказом по університету від «20» квітня 2020 р. №1120
2. Термін подання студентом проєкту _____
3. Вихідні дані до проєкту: Матеріал деталі: Сталь 45; тип виробництва – одиничне.
4. Зміст пояснювальної записки: 1) Аналіз конструкції розточувальної головки для обробки деталей «Корпус»; 2) Розробка конструкції розточувальної головки; 3) Проектування технологічного процесу виготовлення корпусу інструменту; 4) Конструкторський розділ; 5) Розробка керуючої програми для операції з ЧПК 45 Багатоцільова.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): 1) Робочий кресленик деталі «Фланець»; 2) Плаката «Аналіз конструкції розточувальної головки»; 3) Складальний кресленик «Головка розточна збірна»; 4) Робочий кресленик деталі «Корпус»; 5) Робочий кресленик деталі «Картридж»; 6) Робочий кресленик деталі «Вставка різцева»; 7) Робочий кресленик деталі «Упор»; 8) Робочий кресленик деталі «Шайба опорна»; 9) Робочий кресленик деталі «Регулятор»; 10) Робочий кресленик деталі «Гвинт установочний»; 11) Наладка операції 40 Токарна; 12) Наладка операції 45 Багатоцільова, перехід №7; 13) Наладка операції 45 Багатоцільова, перехід №4; 14) Наладка операції 60 Круглошліфувальна; 15) Складальний кресленик «3-ьох кулачковий патрон»; 16) Плакат «Конструкція 3-ьох кулачкового патрону та 3D модель»; 17) Плакат «Розробка керуючої програми для операції з ЧПК 45 Багатоцільова».

6. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Аналіз конструкції розточувальної головки для обробки деталей «Корпус»	13.04.21-19.04.21	
2	Розробка конструкції розточувальної головки	27.04.21-03.05.21	
3	Проектування технологічного процесу виготовлення корпусу інструменту	04.05.21-10.05.21	
4	Конструкторський розділ	10.05.21-20.05.21	
5	Розробка керуючої програми для операції з ЧПК 45 Багатоцільова	20.05.21-01.06.21	

Студент

Андрій БОЙКО

Керівник

Дмитро КРАСНОВИД
"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Юрій ДАНИЛЬЧЕНКО
"___" _____ "20__ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ ДО ПРОЕКТУ	
Тема проекту	Головка розточна збірна
Зміст проекту	<ol style="list-style-type: none">1. Аналіз конструкції деталі «Фланець»; аналіз розточувальних інструментів; синтез нової конструкції розточувального інструменту;2. Розробка конструкції розточної головки збірної; розрахунок зміщення вісі гвинта відносно вісі змінної різальної пластинки; визначення режимів різання при обробці заданої деталі;3. Вибір заготовки корпусу інструменту; побудова маршруту обробки кожної поверхні корпусу; визначення міжопераційних припусків на механічну обробку; розробка технологічного процесу виготовлення корпусу інструменту; розрахунок режимів різання аналітичним методом на 4 операції/переходи;4. Опис конструкції пристосування; розрахунок зусилля затиску заготовки в пристосуванні;5. Розробка керуючої програми для операції з ЧПК 45 Багатоцільова.
Технічні умови до проекту	Обробка отворів в діапазон $\varnothing 150 \dots \varnothing 200$ мм з допуском за якітетом 9-11.
Особливі вимоги	Більшість операцій над робочою частиною корпусу повинні виконуватись за один установ деталі

ЛИСТ	ЗМІСТ ІЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРІАЛУ	
СП	1) Робочий кресленик деталі «Фланець»; 2) Плаката «Аналіз конструкції розточувальної головки».	
ОП	1) Складальний кресленик «Головка розточна збірна»; 2) Робочий кресленик деталі «Корпус»; 3) Робочий кресленик деталі «Картридж»; 4) Робочий кресленик деталі «Вставка різцева»; 5) Робочий кресленик деталі «Упор»; 6) Робочий кресленик деталі «Шайба опорна»; 7) Робочий кресленик деталі «Регулятор»; 8) Робочий кресленик деталі «Гвинт установочний».	
ТС	1) Наладка операції 40 Токарна; 2) Наладка операції 45 Багатоцільова, перехід №7; 3) Наладка операції 45 Багатоцільова, перехід №4; 4) Наладка операції 60 Круглошліфувальна.	
КС	1) Складальний кресленик «3-ьох кулачковий патрон»; 2) Плакат «Конструкція 3-ьох кулачкового патрону та 3D модель».	
СС	1) Плакат «Розробка керуючої програми для операції з ЧПК 45 Багатоцільова».	
ДС		
Студент _____	дата " _ " _____ "20__ р	
Керівник _____	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

Основна мета для виконання дипломного проектування – розробка розточної головки збірної для виготовлення заданої деталі з матеріалу сталь 40X. Даний інструмент оснащений змінною тврдоспавною пластиною, яка надійно закріплена в корпусі інструменту. Проаналізувавши конструктивні особливості розточних головок які застосовують у сучасній промисловості матеріалів була обрана найоптимальніша конструкція, із характеристиками, що найбільше підходять до поставленого завдання.

У ході проектування була розроблена конструкція розточної головки та створено сам інструмент. Було розроблена технологія виготовлення інструменту, вибрана конструкція пристосування, яке використовується під час виготовлення деталі, розроблена керуюча програма для операції з ЧПК.

Ключові слова: розточна головка, розточна головка збірна, розточування, ріжучий елемент.

ANNOTATION

The main purpose for the thesis design - the development of the boring head of the team for the manufacture of a given part of the material steel 40X. This tool is equipped with a replaceable carbide plate, which is securely fixed in the tool body. After analyzing the design features of boring heads used in the modern materials industry, the most optimal design was selected, with the characteristics that best suit the task.

During the design, the design of the boring head was developed and the tool itself was created. The technology of tool-making was developed, the design of the device used during the production of the part was selected, the control program for CNC operation was developed.

Keywords: boring head, prefabricated boring head, boring, cutting element.

ЗМІСТ

1 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ РОЗТОЧУВАЛЬНОЇ ГОЛОВКИ ДЛЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛІВ ТИПУ «КОРПУС»	9
1.1 Аналіз технічного завдання	9
1.2 Вимоги, що висуваються до інструменту	10
1.3 Аналіз конструкцій розточувальних інструментів	12
2 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ РОЗТОЧУВАЛЬНОЇ ГОЛОВКИ	19
2.1 Опис конструкції та складових елементів інструменту	19
2.2 Визначення величини зміщення вісі гвинта відносно вісі змінної різальної пластинки	26
2.3 Визначення режимів різання при обробці заданої деталі	32
3 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСУ ІНСТРУМЕНТУ	39
3.1 Вибір заготовки корпусу інструменту	39
3.2 Побудова маршруту обробки кожної поверхні корпусу	42
3.3 Визначення міжопераційних припусків на механічну обробку	45
3.4 Розробка технологічного процесу виготовлення корпусу інструменту ..	49
3.5 Розрахунок режимів різання	57
3.5.1 Розрахунок режимів різання №1	57
3.5.2 Розрахунок режимів різання №2	61
3.5.3 Розрахунок режимів різання №3	65
3.5.4 Розрахунок режимів різання №4	69
4 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	72
4.1 Опис конструкції 3-ьох кулачкового патрону	72
4.2 Розрахунок зусилля затиску заготовки	74

5 РОЗРОБКА КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ ОПЕРАЦІЇ	77
3 ЧПК 45 БАГАТОЦІЛЬОВА	77
ВИСНОВОК.....	89
ЛІТЕРАТУРА	90
ДОДАТКИ.....	93

1 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ РОЗТОЧУВАЛЬНОЇ ГОЛОВКИ ДЛЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛІВ ТИПУ «КОРПУС»

1.1 Аналіз технічного завдання

В якості об'єкта технічного завдання являється деталь «Фланець». Робочий кресленик даної деталі зображений в Додатку 1.

«Фланець» має в своїй конструкції центровий ступінчатий отвір $\varnothing 196$ мм на глибину 20 мм та $\varnothing 155$ мм на глибину 100 мм. Ескіз деталі зображений на рис. 1.1.

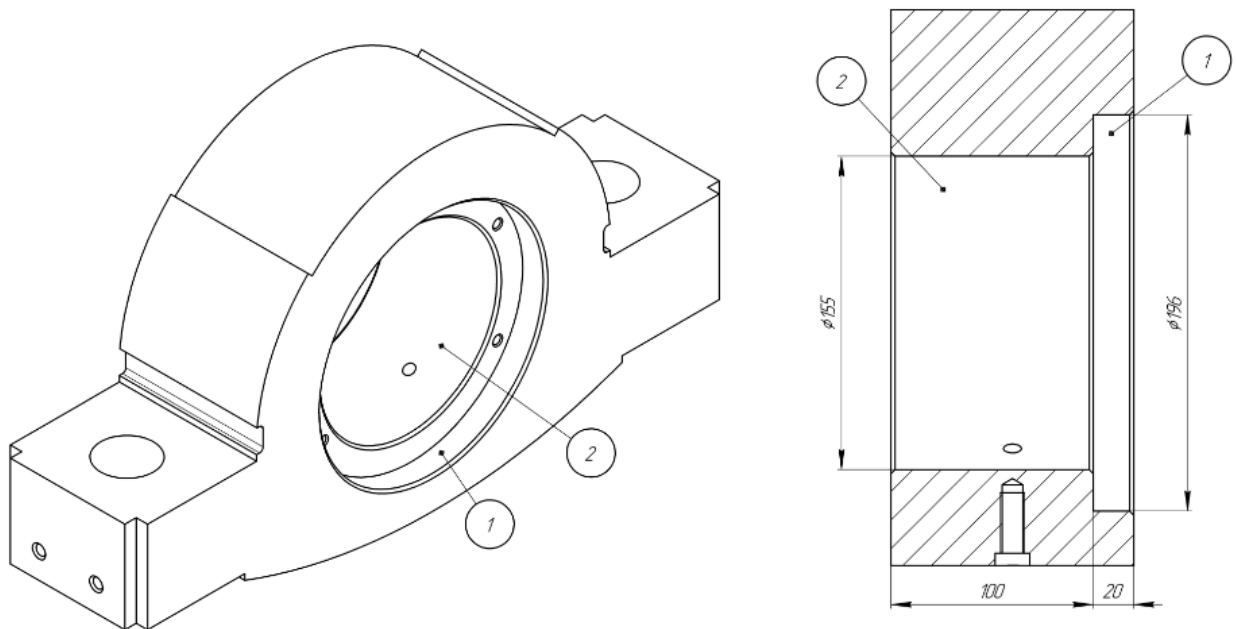


Рисунок 1.1 – Ескіз деталі «Фланець»

Даний отвір може бути використаний для забезпечення підтримки положення валу в певному механізмі. Від точності обробки даного отвору буде залежати точність роботи всього механізму, тому є особливо важливим виготовлення даного ступінчатого отвору за один установ, таким чином попередити можливість виникнення зміщення вісі отворів відносно один одного.

Отже, головною метою даного дипломного проекту є конструювання різального інструменту для обробки ступінчатого отвору деталі «Фланець».

1.2 Вимоги, що висуваються до інструменту

Для проектування конструкції розточувальної головки, котра буде використана для обробки ступінчатого отвору деталі «Фланець», необхідно висунути до неї певні вимоги.

До даного типу інструменту можна висунути наступні вимоги:

1. Забезпечення точного положення різальної кромки відносно вісі обертання інструменту;
2. Можливість швидкої зміни різального елемента при його зношуванні внаслідок процесу обробки;
3. Забезпечення регулювання положення різальної кромки відносно вісі обертання інструменту;
4. Можливість зміни головних кутів різальної кромки;
5. Забезпечення точного положення різальної кромки відносно вісі обертання інструменту після її регулювання.

Розглянемо дані вимоги більш детально.

Забезпечення точності базування та закріплення різального інструменту відносно заготовки є важливою вимогою для будь якого інструменту. Оскільки конструкції розточувальних головок в основному являється собою деталі типу тіл обертання, необхідно задовільнити умови точності та шорсткості хвостовика такого інструменту. Від цього буде залежить точність його базування та затиск. Отже, даний елемент розточувальної головки повинен мати достатньо високі вимоги щодо точності виготовлення. Цей момент необхідно врахувати при проектування інструменту.

Можливість швидкої зміни різального елемента при його зношуванні внаслідок процесу обробки напряду впливає на фінальну вартість деталі. При використанні інструментів, в яких відсутня дана можливість, збільшується штучний час на виготовлення деталі. Оператору або робочому необхідно буде знімати інструмент з пристосування верстату, та встановлювати новий з коректними геометричними властивостями різальної кромки. Або здійснювати

її переточування, що займає ще більше часу. Тому, наявність такої можливості надає значні переваги при використанні розточувальної головки.

Забезпечення регулювання положення різальної кромки відносно вісі обертання інструменту особливо важливе для випадку обробки ступінчатого отвору деталі типу «Фланець». В такому випадку, виникає можливість налаштувати інструмент на обробку іншого розміру не знімаючи його з пристосування верстату. Це, в свою чергу, дозволить зменшити вартість процесу розточування деталі. Також, таким чином забезпечується співвісність отворів, оскільки обробка здійснюється за один установ. Наявність регулювання діаметру обробки є великим плюсом інструменту.

Можливість зміни головних кутів різальної кромки дозволяє здійснювати обробку різноманітних матеріалів даним інструментом. Це робить розточувальну головку універсальним інструментом. При цьому, використання такого інструменту є більш економічним, оскільки для цього необхідно всього лише один корпус, в котрий будуть встановлюватись спеціальні картриджі, котрі фіксують положення різальних пластинок різноманітної форми.

Для забезпечення точного положення різальної кромки відносно вісі обертання інструменту після її регулювання на елементах розточувальної головки повинні бути виконані спеціальні насічки у вигляді шкали та точок відліку. Таким чином, відпадає необхідність використання додаткового вимірювального пристосування для встановлення коректного положення різальної кромки.

Різальний інструмент, котрий задовольняє дані вимоги зможе забезпечити обробку ступінчатого отвору деталі «Фланець», й при цьому може вважатись універсальним та використовуватись в подальшому для обробки деталей різних конфігурацій та виготовлених з різних матеріалів. Це призведе до економічного ефекту від використання такої розточувальної головки.

Отже, необхідно виконати проектування розточувальної головки з врахуванням всіх вище вказаних вимог.

1.3 Аналіз конструкцій розточувальних інструментів

Виконаємо аналіз конструкцій розточувальних інструментів. Для цього розглянемо декілька інструментів та визначимо, які переваги можна застосувати при проектуванні нової конструкції інструменту.

Розточувальний різець A32T-SVUBR 16, котрий зображений на рис. 1.2, конструктивно має в своєму складі корпус 1, до котрого закріплюється змінна твердосплавна різальна пластинка 2 за допомогою гвинта 3.

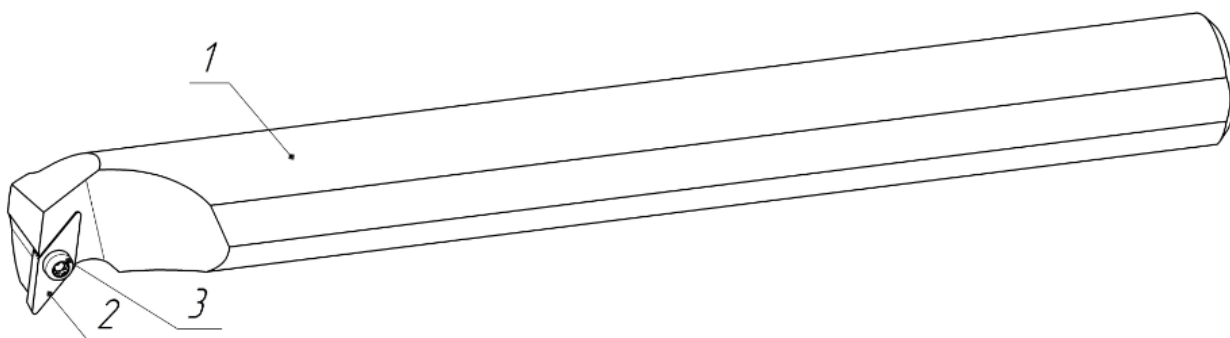


Рисунок 1.2 – Розточувальний різець A32T-SVUBR 16 [1]

1 – Корпус, 2 – Різальна пластинка, 3 – Гвинт

Перевагою застосування такого інструменту являється використання змінних твердосплавних непереточуваних різальних пластинок. Це призведе до економічного ефекту, оскільки не втрачається час на переточування інструменту. Дана конструкція є достатньо простою у використанні, виготовленні та обслуговуванні. За рахунок виконання зміщення вісі різальної пластинки відносно вісі різьбового отвору в корпусі здійснюється швидке базування та закріплення різальної пластинки в корпусі інструменту.

Недоліками при застосуванні такого інструменту при використанні його при розточуванні являється наявність використання лише однієї геометрії різальної частини. В корпус неможливо встановити різальні пластинки іншої форми, окрім як такої, для якої було виконано паз в корпусі інструменту. Також, така конструкція розточувального інструмента не дає можливість регулювання діаметру обробки .

Для нової конструкції розточувального інструменту з конструкції розточувального різця, котрий зображений на рис. 1.2, запозичимо використання змінних різальних пластинок (рис. 1.3).

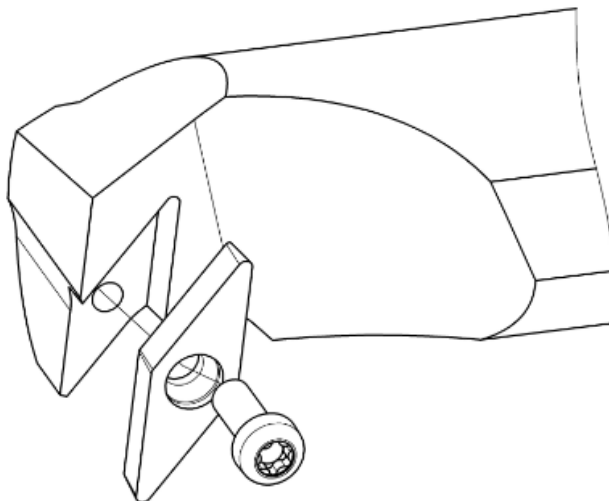


Рисунок 1.3 – Використання змінних різальних пластинок

Збірний розточувальний інструмент, котрий зображений на рис. 1.4, складається з адаптера 1, до якого закріплюються дві різцеві вставки 2, з встановленими попередньо різальними пластинками, завдяки двом гвинтам 3. Сам адаптер 1 з іншої сторони встановлюється в хвостовик 4.

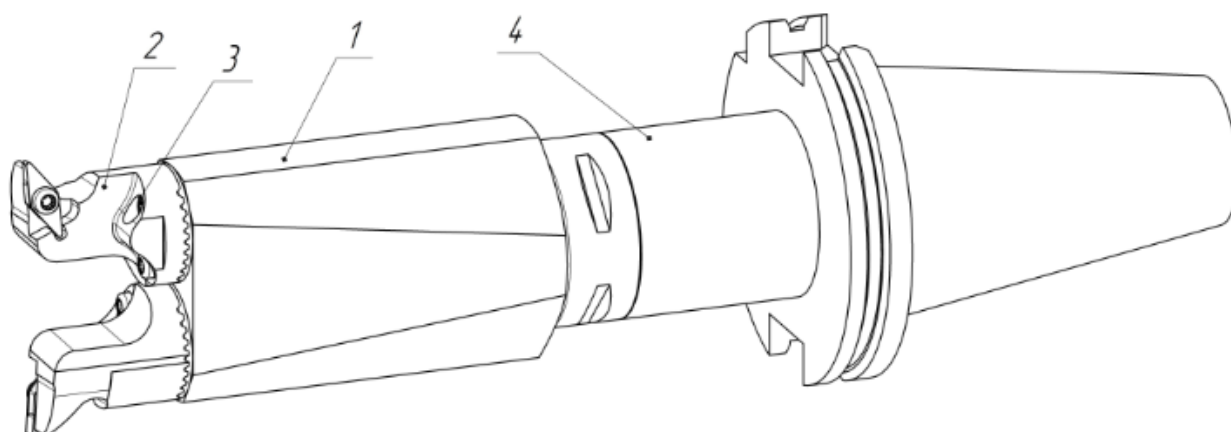


Рисунок 1.4 – Збірний розточувальний інструмент

1 – Адаптер C5-SL-2C65 125-32-2 [2], 2 – Різцева вставка TR-SL-V13LBL-32HP [3], 3 – Гвинт, 4 – Хвостовик C5-390.540-50 070 [4]

До переваг застосування такого інструменту можна віднести використання різцевих вставок зі змінними різальними пластинами. Це дозволяє використовувати різальні пластинки різної форми. А це означає, що даний інструмент може бути використаний для обробки різноманітних матеріалів. Також в інструменті використовуються дві різальні вставки, що підвищує продуктивність роботи даного інструменту. Дані вставки достатньо швидко закріплюються завдяки парі гвинтів, центровим пальцем та ребристою поверхнею адаптера та вставки.

Недоліком використання збірного розточувального інструменту є відсутність можливості регулювання діаметру обробки при достатньо складній конструкції інструменту.

Для нової конструкції розточної збірної головки з конструкції збірною розточувального інструменту, котрий зображений на рис. 1.4, запозичимо використання різцевих вставок (рис. 1.5).

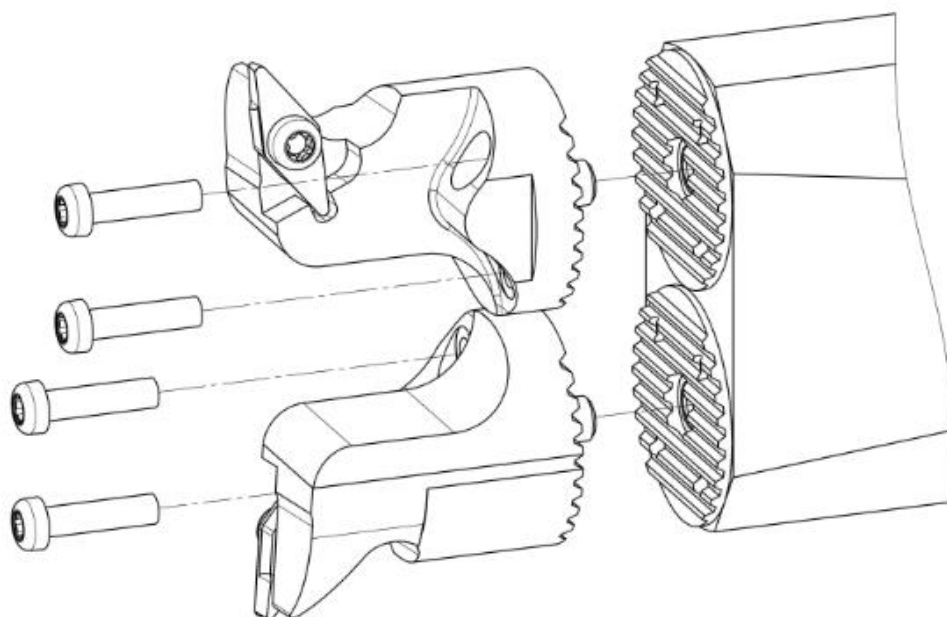


Рисунок 1.5 – Використання різцевих вставок

Збірний розточувальний інструмент, котрий зображений на рис. 1.6, складається з переходника 1, до якого затискаються дві різцеві вставки 2 за

допомогою пари гвинтів 3. Перехідник 1 фіксується з іншої сторони до хвостовика 4.

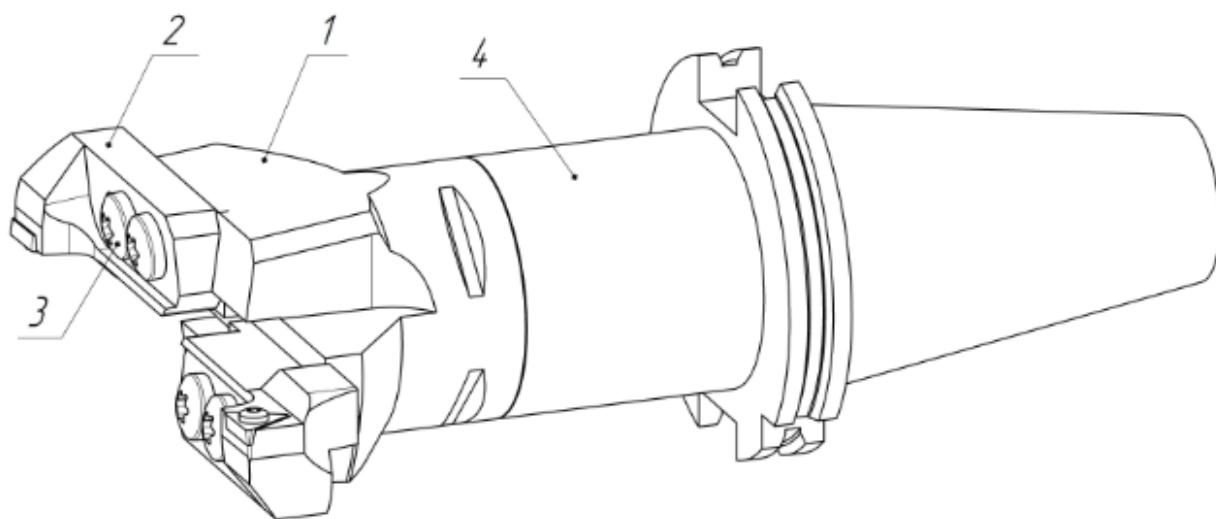


Рисунок 1.6 – Збірний розточувальний інструмент

1 – Перехідник C5-BR20-H-068 [5], 2 – Різцева вставка BR20-НА-ТС16F-22 [6], 3 – Гвинт, 4 – Хвостовик C6-390.140-50 030 [7]

Даний інструмент має в собі механізм регулювання діаметру обробки, що надає розточувальному інструменті широкі можливості застосування. Великий діапазон отворів, котрі може обробити інструмент є головною перевагою такої конструкції. Також використання різцевих вставок дозволяє встановлювати різальні пластинки різної форми, що в свою чергу робить інструмент ще більш універсальним. Інструмент має дві різцеві вставки, що підвищує продуктивність розточування.

Головним недоліком такого інструменту є важкість встановлення необхідного розміру обробки при регулюванні положення різальних кромek відносно вісі обертання. Для цього необхідно застосовувати спеціальні пристосування, щоб положення лівої та правої різцевої вставок мали однакову відстань відносно вісі обертання.

Для нової конструкції розточної збірної головки з конструкції збірного розточувального інструменту, котрий зображений на рис. 1.6, запозичимо можливість регулювання діаметру обробки (рис. 1.7).

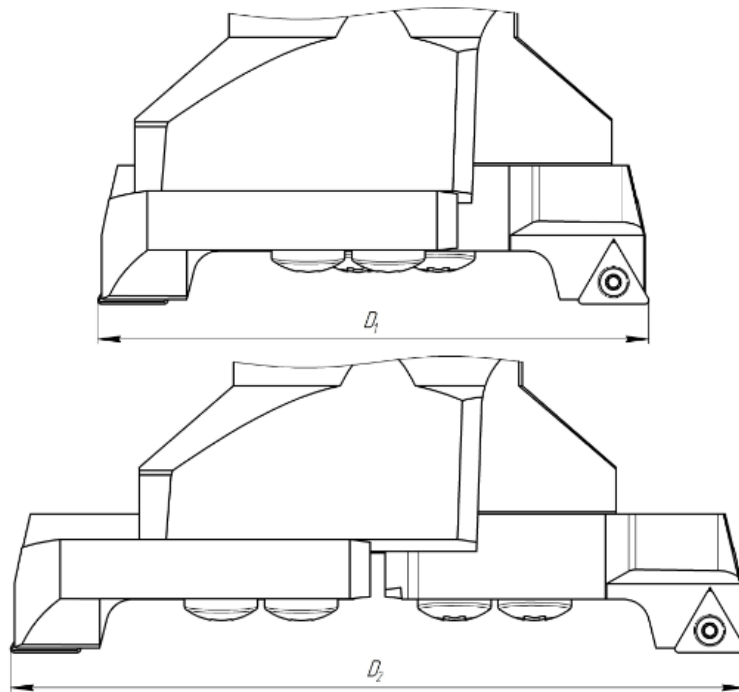


Рисунок 1.7 – Регулювання діаметру розточування

Збірний розточувальний інструмент, котрий зображений на рис. 1.8, складається з корпусу 1, в котрий встановлюється розточувальний різець 2 з різальної пластинкою. Вся ця конструкція з іншої сторони закріплюється в хвостовику 3, котрий має інструментальний конус. Даним конусом інструмент встановлюється у верстат.

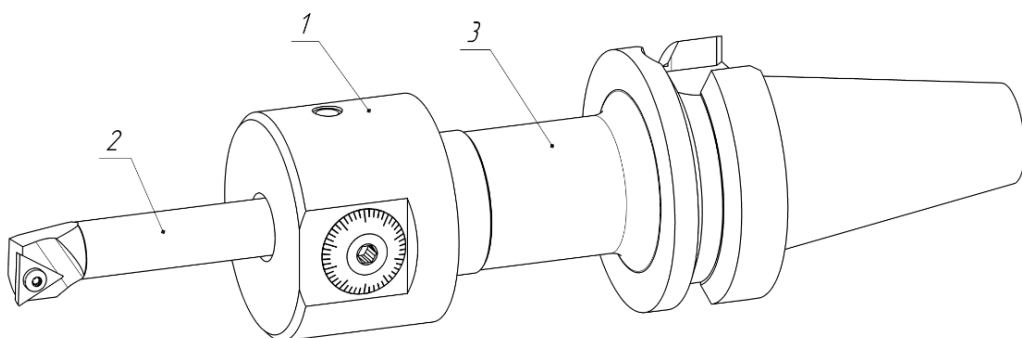


Рисунок 1.8 – Збірний розточувальний інструмент

1 – Корпус EH25-R824XS10-013 [8], 2 – Розточувальний різець CXS-10-17 050TC09 [9], 3 – Хвостовик EH-BB30-25-052 [10]

Даний інструмент дозволяє регулювати розмір обробки. Також, завдяки наявності лімба зі шкалою, встановити необхідний розмір можливо без зняття інструменту з верстата та без використання додаткових пристосувань. Можливість затиску різних розточувальних різців поширює оброблювальні можливості даного інструменту.

Недоліком використання інструменту є дуже малий діапазон оброблювальних діаметрів, що обмежує функціональні можливості різального інструменту.

Для нової конструкції розточної збірної головки з конструкції збірної розточувального інструменту, котрий зображений на рис. 1.8, запозичимо можливість налаштування діаметру обробки завдяки лімбу зі шкалою без використання пристосувань (рис. 1.9).

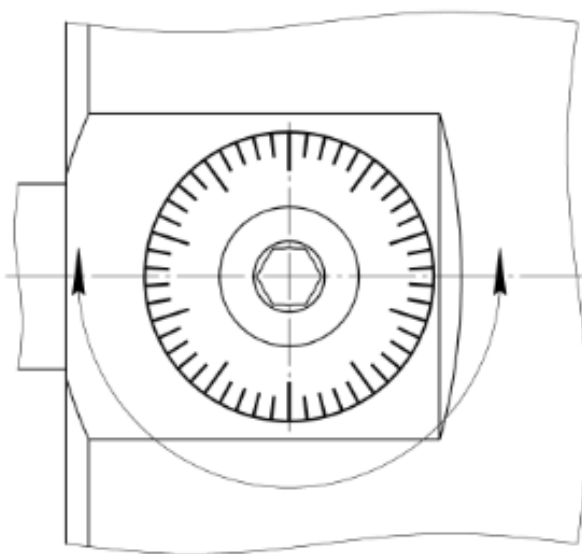


Рисунок 1.9 – Налаштування діаметру обробки завдяки лімбу

Аналізуючи всі вказані вище конструкції, було визначено ключові моменти, котрі необхідно врахувати при проектуванні розточної головки. Наявність них буде в позитивному відзначати конструкцію та матиме значені переваги перед існуючими інструментами.

Зобразимо схему створення конструкції розточної головки на рис. 1.10.

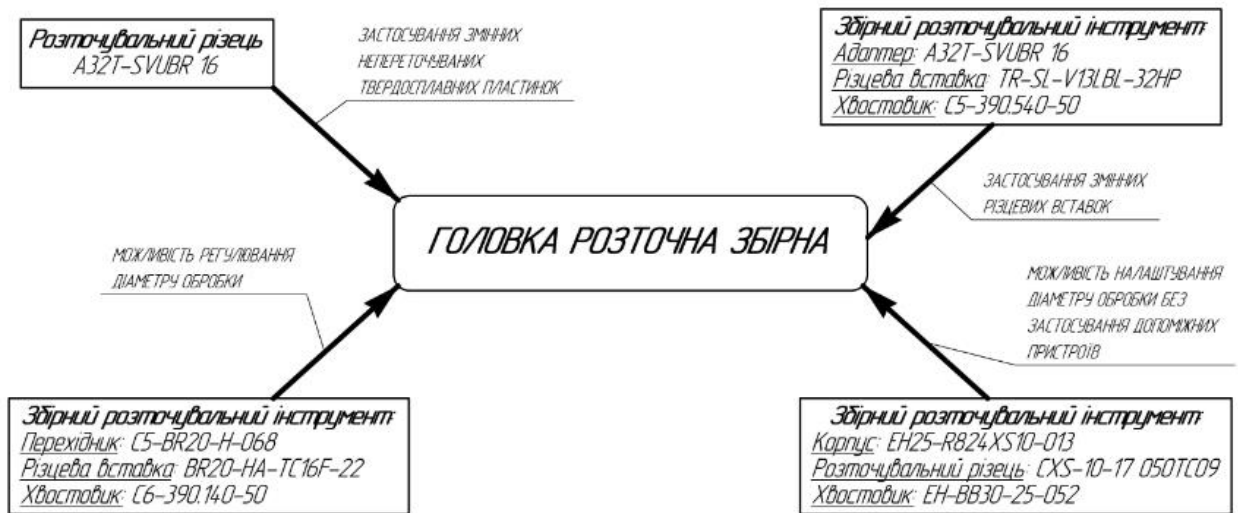


Рисунок 1.10 – Схема створення конструкції розточної головки

Висновок до розділу 1

В даному розділі було виконано аналіз технічного завдання на предмет процесу обробки ступінчатого отвору. Були встановлені основні вимоги, які мають бути висунуті до нового розточувального інструменту. Також розглянуто чотири конструкції розточувальних інструментів з визначенням їх переваг та недоліків та відміткою про те, котрий саме елемент конструкції буде запозичено для проектування нового розточувального інструменту.

Для подальшого проектування було обрано конструкцію розточувального інструменту, котрий буде оснащений різцевою вставкою, до котрого буде закріплена змінна різальна непереточувана твердосплавна пластинка. Також, даний інструмент буде мати в собі можливість змінювати діаметр обробки отвору, а також налаштування зміщення різальної пластинки відносно вісі обертання.

2 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ РОЗТОЧУВАЛЬНОЇ ГОЛОВКИ

2.1 Опис конструкції та складових елементів інструменту

Виконаємо проектування конструкції головки розточної збірної враховуючи вимоги, що були висунуті до інструменту в п. 1.4. Складальний кресленик інструменту зображене в Додатку.

Загальний вигляд інструменту зображений на рис. 2.1.

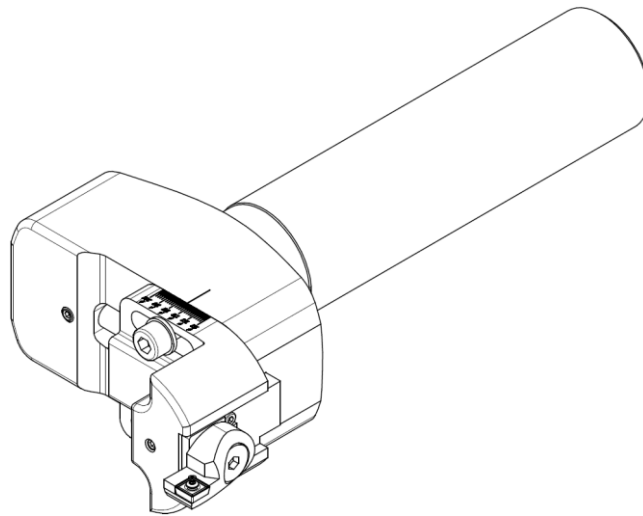


Рисунок 2.1 – Загальний вигляд головки розточної збірної

Головка розточна збірна спроектована для обробки заданої деталі «Фланець». Даний інструмент може здійснювати розточування діаметру отвору деталі $\varnothing 155$ мм на глибину 120 мм та отвору $\varnothing 196$ мм на глибину 20 мм. Вид з креслення деталі зображений на рис. 2.2.

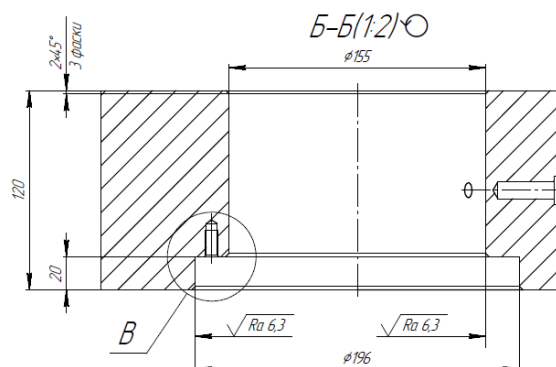


Рисунок 2.2 – Вид з креслення деталі «Фланець»

Розглянемо конструкцію інструменту більш детально (рис. 2.3).

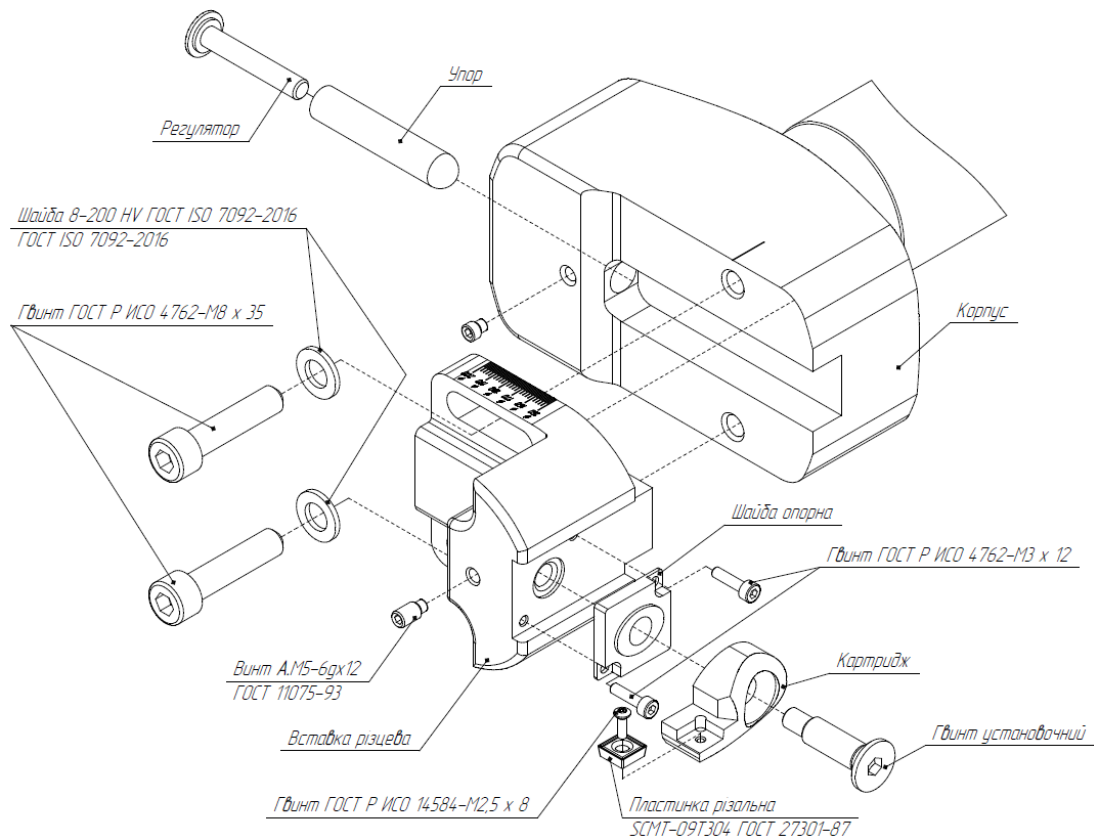


Рисунок 2.3 – Конструкція головки розточної збірної

Основою інструменту являється корпус. На нього встановлюється вставка різцевої та затискається за допомогою двох шайб та гвинтів. До вставки різцевої за допомогою двох гвинтів притискається шайба опорна. На шайбу опорну встановлюється картридж та затискається за допомогою гвинта установочного. Забезпечення затиску картриджа здійснюється за рахунок додаткового затиску в перпендикулярній до осі отвору гвинтом. В картриджі затискається різальна пластинка за допомогою гвинта. Точне положення пластинки забезпечується зміщенням вісі гвинта відносно вісі отвору пластинки в напрямку гнізда картриджа. Для більш точного налаштування положення різальної кромки призначений додатково регулятор та упор, котрий зміщує положення вставки різцевої при розкріпленні гвинтів, котрі затискають її вставку до корпусу інструменту.

Запропонована конструкція головки розточної збірної надає можливість здійснювати обробку отворів в діапазоні $\varnothing 150$ мм ... $\varnothing 200$ мм (рис. 2.4).

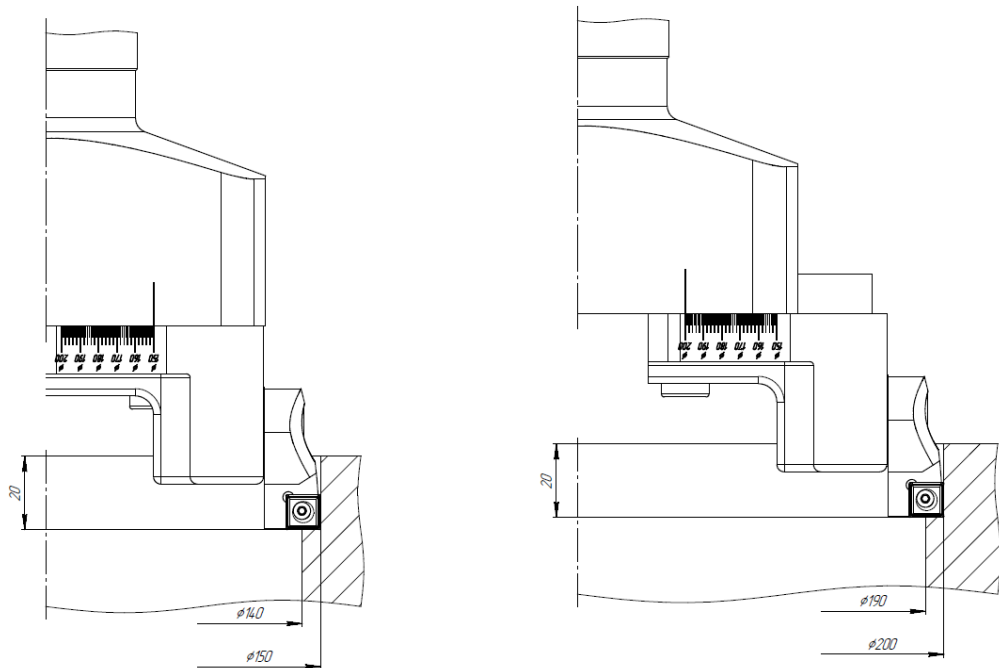


Рисунок 2.4 – Діапазон обробки отворів інструментом

Розглянемо більш детально всі нестандартні деталі головки розточної збірної та охарактеризуємо їх.

Корпус (рис. 2.5) являється основою інструменту та відноситься до деталей типу тіло обертання. Матеріал виготовлення – Сталь 45 ГОСТ 1050-2013. На корпус встановлюється решта деталей, та є найбільш масивним елементом всієї головки розточної збірної. Має в своєму складі циліндричний хвостовик 1, завдяки якому здійснюється закріплення інструменту в пристосування верстату. Даний хвостовик 1 являється найбільш точним елементом конструкції корпусу. Також, до точних поверхонь інструменту можна віднести прямокутний паз 2 під позиціонування вставки різцевої на корпусі, та, також, плоска поверхня 3, котра контактує з цією вставкою. В корпусі виконано на торці хвостовика центровий технологічний отвір 4, різьбовий отвір 5 для затиску упору, ступінчатий отвір 6 під упор, два різьбових отвори 7 під гвинти для фіксації вставки різцевої. На корпусі

виконано насічку 8 для встановлення необхідного положення вставки різцевої та насічку з ціною поділки 9 для уточнення положення вставки різцевої за рахунок фіксатор з упором. Робочий кресленик корпусу зображений в Додатку.

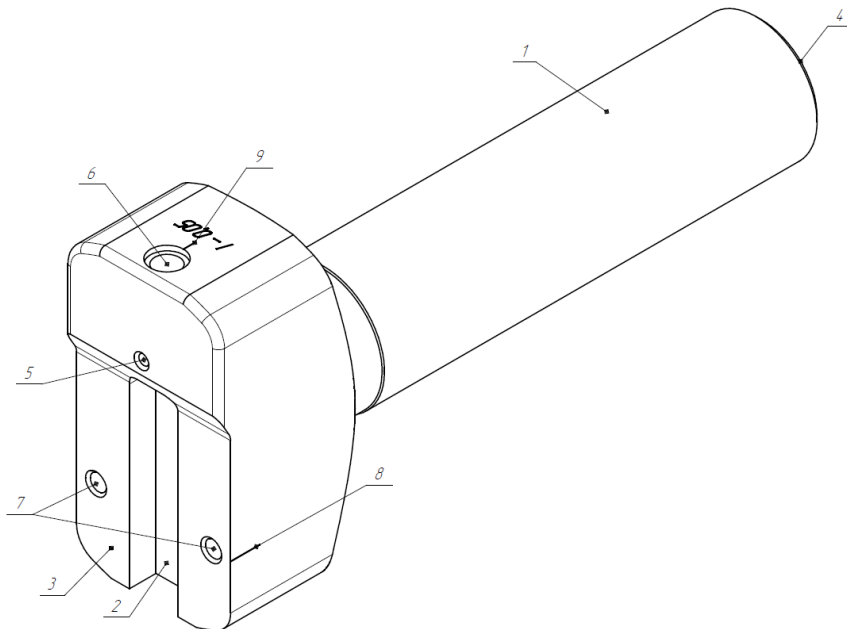


Рисунок 2.5 – Корпус

Вставка різцева (рис. 2.6) забезпечує положення різальної кромки інструменту. Її можна віднести до деталей типу корпус. Матеріал виготовлення – Сталь 45 ГОСТ 1050-2013. Найбільш точним елементом конструкції деталі є виступ 1, котрий контактує з пазом корпусу. Від точності виготовлення даного виступу 1 залежить точність розташування різальної кромки відносно осі обертання корпусу інструменту (відносно хвостовика корпусу). На деталі виконано два пази 2, через котрі вставка різцева затискається до корпусу інструменту завдяки двома парами шайби та гвинта. Вставка різцева має в своєму складі отвір різьбовий ступінчатий 3 під установочний гвинт, різьбовий отвір 4 під фіксацію цього гвинта та два різьбових отвори 5 під два гвинта для фіксації шайби опорної. На поверхні деталі виконано шкалу 6 для налаштування її положення відносно корпусу інструменту. Робочий кресленик вставки різцевої зображений в Додатку.

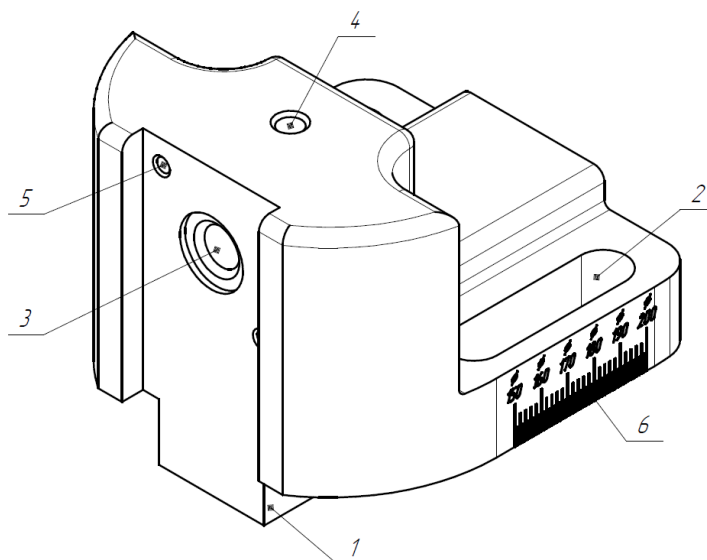


Рисунок 2.6 – Вставка різцева

Шайба опорна (рис. 2.7) призначена для базування положення картриджа відносно вставки різцевої. Її можна віднести до деталей типу планка. Матеріал виготовлення – Сталь 45 ГОСТ 1050-2013. В деталі виконано центровий отвір 1 під гвинт установочний. Зовнішня циліндрична ступінь 2 виконана для базування деталі в отворі вставки різцевої. Також на протилежному торці виконано ступінь 3 у форму еліпсу для базування картриджу. Шайба опорна затискається до вставки різцевої завдяки двом гвинтам через два отвори 4. Робочий кресленик шайби опорної зображений в Додатку.

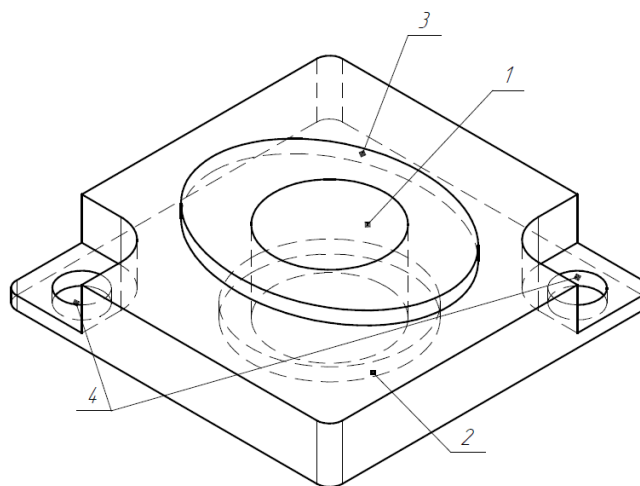


Рисунок 2.7 – Шайба опорна

Картридж (рис. 2.8) призначений для розташування та фіксації в ньому різальної пластинки завдяки гвинту. Його можна віднести до деталей типу корпус. Матеріал виготовлення – Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016. Картридж фіксується на шайбі опорній завдяки виконаному пазу 1 у форму еліпсу та отвору 2 під установочний гвинт. В картриджі виконаний паз 3 під різальну пластину. Від точності цього пазу залежить розташування різальної кромки пластини. На даному пазу виконано різьбовий отвір 4 під гвинт. Даний отвір 4 зміщений на величину ексцентриситету для фіксації точного положення різальної пластинки. Ексцентриситет буде розрахований далі. В куті пазу під різальну пластину виконано отвір 5 для направлення зміщення цієї пластини в даному напрямку. Робочий кресленик картриджу зображений в Додатку.

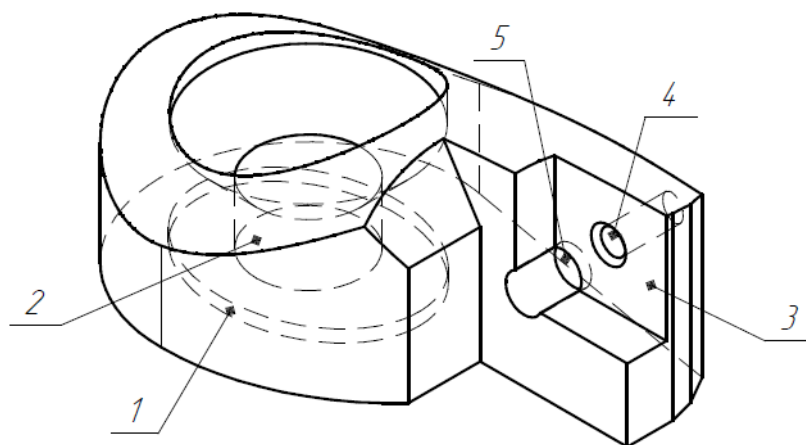


Рисунок 2.8 – Картридж

Гвинт установочний (рис. 2.9) призначений для фіксації положення картриджа у вставці різцевій. Дана деталь відноситься до деталей типу вал. Матеріал виготовлення – Сталь 25 ГОСТ 1050-2013. На установочному гвинті виконана різьба 1 для загвинчування в різьбовий отвір вставки різцевої. Завдяки гладкій зовнішній циліндричній поверхні 2 здійснюється фіксація положення деталі через тиск гвинта, котрий вгвинчений у вставку різцеву та розташований в перпендикулярному до осі установочного гвинта напрямку. На торці деталі виконано шестигранний паз 3 під ключі. Робочий кресленик гвинта установочного зображений в Додатку.

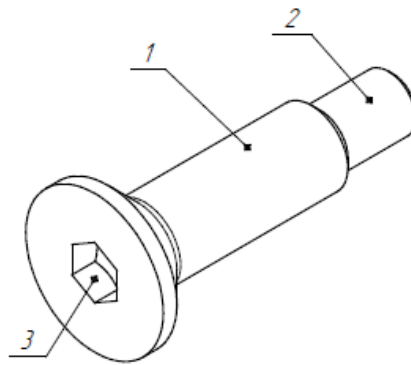


Рисунок 2.9 – Гвинт установочний

Регулятор (рис. 2.10) призначений для забезпечення регулювання положення вставки різцевої. Дану деталь можна віднести до деталей типу вал. Матеріал виготовлення – Сталь 25 ГОСТ 1050-2013. Регулятор має в своєму складі зовнішню циліндричну різьбу 1, котра забезпечує переміщення упору за допомогою передачі гвинт-гайка. На торці деталі виконано шкалу 2 для регулювання положення упору. Також на торці виконано шестигранний паз 3 під ключ. Робочий кресленник регулятора зображений в Додатку.

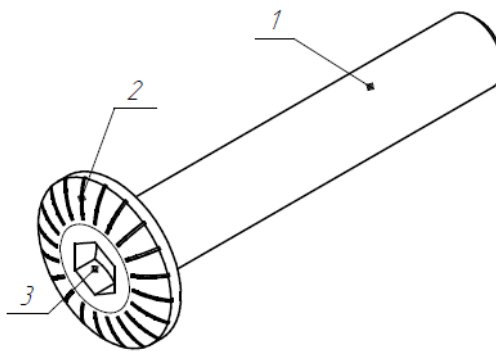


Рисунок 2.10 – Регулятор

Упор (рис. 2.11) призначений для забезпечення регулювання положення вставки різцевої. Дану деталь можна віднести до деталей типу вал. Матеріал виготовлення – Сталь 30ХГСА ГОСТ 4543-2016. Упор має в своєму складі внутрішню циліндричну різьбу 1, котра забезпечує переміщення упору за допомогою передачі гвинт-гайка. Упор контактує з вставкою різцевою завдяки сферичною поверхнею 2. Робочий кресленник упору зображений в Додатку.

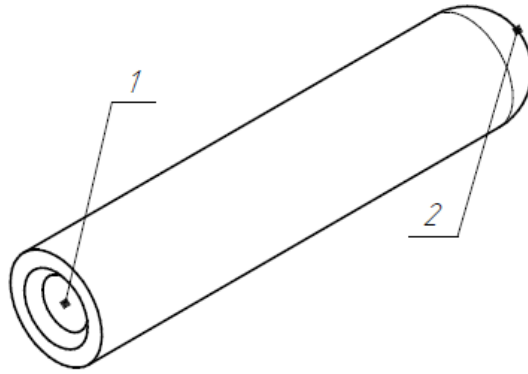


Рисунок 2.11 – Упор

Головка розточна збірна має в своєму складі наступні стандартні деталі:

- Гвинт М5-8gx6 ГОСТ 11075-93 – 1 шт.;
- Гвинт М5-8gx12 ГОСТ 11075-93 – 1 шт.;
- Гвинт ГОСТ Р ИСО 14584-М2,5x8 – 1 шт.;
- Гвинт ГОСТ Р ИСО 4762-М3x12 – 2 шт.;
- Гвинт ГОСТ Р ИСО 4762-М8x35 – 2 шт.;
- Пластинка різальна SCMT-09Т304 ГОСТ 27301-87 – 1 шт.;
- Шайба 8-200 HV ГОСТ ISO 7092-2016 – 2 шт.

2.2 Визначення величини зміщення вісі гвинта відносно вісі змінної різальної пластинки

Як було зазначено раніше, в картридж розточувальної головки встановлюється змінна непереточувана різальна пластинка SCMT-09Т304 ГОСТ 27301-87 та закріплюється завдяки гвинту ГОСТ Р ИСО 14584-М2,5x8.

Базування та точне положення забезпечується за рахунок зміщення вісі гвинта відносно вісі змінної різальної пластинки.

Сумарна величина зміщення A визначається двома методами:

- За методом повної взаємозамінності:

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 \quad (2.1)$$

- За ймовірнісним методом:

$$A = \sqrt{\frac{(0,5T_d)^2}{\cos\left(90^\circ - \frac{\varepsilon}{2}\right)} + \left(\frac{T_{d_1}}{2}\right)^2 + \left(\frac{0,1}{2}\right)^2 + \frac{(0,5T_l)^2}{\cos\left(90^\circ - \frac{\varepsilon}{2}\right)} + \left(\frac{S_{D_2}^{max}}{2}\right)^2 + \left(\frac{TPS}{2}\right)^2} \quad (2.2)$$

Всі складові формул (2.1) та (2.2) розглянемо далі.

Змінна непереточувана різальна пластина виходячи з умовного коду SCMT-09T304 ГОСТ 27301-87 має наступні параметри:

- S – форма пластини квадратна з кутом при вершині $\varepsilon = 90^\circ$;
- C – задній кут $\alpha = 7^\circ$;
- M – клас допуску;
- T – конструктивні особливості пластини: з стружколамаючими канавками з однієї сторони та тороїдальним отвором для гвинта з потайною головкою;
- 09 – розмір пластини: довжина різальної кромки та діаметр вписаного кола $L = d = 9,525$ мм; діаметр кріпильного отвору $d_1 = 3,81$ мм;
- T3 – робоча товщина різальної пластини $s = 3,18$ мм;
- 04 – радіус округлення вершини різальної кромки $r = 0,4$ мм.

Зміщення A_1 за рахунок зміни діаметру вписаного кола пластини d

Зміщення A_1 визначається за формулою:

$$A_1 = \frac{0,5T_d}{\cos \alpha} = \frac{0,5 \cdot 0,1}{\cos 45^\circ} = 0,071 \text{ мм} \quad (2.3)$$

де, T_d - допуск на діаметр вписаного кола;

α - Кут між бісектрисою кута та перпендикуляром до бічної сторони гнізда.

Допуск на діаметр вписаного кола T_d для $d = 9,525$ мм за [11, табл. А.1] становить $T_d = 0,1$ мм.

Кут між бісектрисою кута та перпендикуляром до бічної сторони гнізда α визначається за формулою:

$$\alpha = 90^\circ - \frac{\varepsilon}{2} = 90^\circ - \frac{90^\circ}{2} = 45^\circ \quad (2.4)$$

Зміщення A_2 за рахунок зміни діаметру кріпильного отвору d_1

Зміщення A_2 визначається за формулою:

$$A_2 = \frac{T_{d_1}}{2} = \frac{0,2}{2} = 0,1 \text{ мм} \quad (2.5)$$

де, T_{d_1} - допуск на виготовлення отвору.

Допуск на виготовлення отвору T_{d_1} для $d_1 = 3,81$ мм за [11, табл. А.1] становить $T_{d_1} = 0,2$ мм.

Зміщення A_3 за рахунок відхилення від симетричності твору відносно задніх поверхонь

Зміщення A_3 визначається за формулою:

$$A_3 = \frac{TPS}{2} = \frac{0,1}{2} = 0,05 \text{ мм} \quad (2.6)$$

де, TPS - допуск симетричності отвору відносно задніх поверхонь різальної пластини.

Допуск симетричності отвору відносно задніх поверхонь різальної пластини TPS за [11, табл. А.1] становить $TPS = 0,1$ мм.

Зміщення A_4 за рахунок відхилення розміру l від бічної сторони гнізда до осі кріпильного отвору

Зміщення A_4 визначається за формулою:

$$A_4 = \frac{0,5T_l}{\cos \alpha} = \frac{0,5 \cdot 0,036}{\cos 45^\circ} = 0,025 \text{ мм} \quad (2.7)$$

де, T_l - допуск на розмір l від бічної сторони гнізда до осі кріпильного отвору.

Відстань l від бічної сторони гнізда до осі кріпильного отвору приблизно дорівнює половині діагоналі квадрату й становить:

$$l = \frac{d\sqrt{2}}{2} = \frac{9,525 \cdot \sqrt{2}}{2} = 6,74 \text{ мм} \quad (2.8)$$

Допуск на розмір $l = 6,74$ мм від бічної сторони гнізда до осі кріпильного отвору T_l за [11, табл. А.2] для 9-го квалітету буде становити $T_l = 0,036$ мм.

Зміщення A_5 за рахунок зазору в різьбовому з'єднанні гвинта і різьбового отвору в корпусі

Визначимо параметри різьбового отвору $M2,5 - 5H$ та параметри різьби гвинта $M2,5 - 4h$.

Різьбовий отвір $M2,5 - 5H$:

- крок P не вказаний, тому при номінальному діаметрі отвору $D = 2,5$ мм приймаємо великий крок за [11, табл. А.3] що становить $P = 0,45$ мм;
- допуск внутрішнього діаметру T_{D_1} за [11, табл. А.4] при кроці різьби $P = 0,45$ мм та квалітету внутрішньої різьби $5H$, буде становити $T_{D_1} = 0,1$ мм;
- допуск середнього діаметру T_{D_2} за [11, табл. А.5] при номінальному діаметрі отвору $D = 2,5$ мм, при кроці різьби $P = 0,45$ мм та квалітету внутрішньої різьби $5H$, буде становити $T_{D_2} = 0,075$ мм;
- Основні відхилення EI_D, EI_{D_1}, EI_{D_2} за [11, табл. А.6] при кроці різьби $P = 0,45$ мм та квалітету внутрішньої різьби $5H$ будуть становити $EI_D = EI_{D_1} = EI_{D_2} = 0$.

Гвинт $M2,5 - 4h$:

- крок P не вказаний, тому при номінальному діаметрі гвинта $d = 2,5$ мм приймаємо великий крок за [11, табл. А.3] що становить $P = 0,45$ мм;
- допуск внутрішнього діаметру T_d за [11, табл. А.4] при кроці різьби $P = 0,45$ мм та квалітету зовнішньої різьби $4h$, буде становити $T_d = 0,063$ мм;

- допуск середнього діаметру T_{d_2} за [11, табл. А.5] при номінальному діаметрі різьби $d = 2,5$ мм, при кроці різьби $P = 0,45$ мм та якості зовнішньої різьби $4h$, буде становити $T_{d_2} = 0,045$ мм;
- Основні відхилення es_d, es_{d_1}, es_{d_2} за [11, табл. А.6] при кроці різьби $P = 0,45$ мм та якості зовнішньої різьби $4h$ будуть становити $es_d = es_{d_1} = es_{d_2} = 0$.

Зміщення A_5 визначається за формулою:

$$A_5 = \frac{S_{D_2}^{max}}{2} = \frac{0,12}{2} = 0,06 \text{ мм} \quad (2.9)$$

де, $S_{D_2}^{max}$ - найбільший зазор за середнім діаметром.

Найбільший зазор за середнім діаметром $S_{D_2}^{max}$ визначається за формулою:

$$\begin{aligned} S_{D_2}^{max} &= ES_{D_2} - ei_{d_2} = (EI_{D_2} + T_{D_2}) - (es_{d_2} - T_{d_2}) = \\ &= (0 + 0,075) - (0 - 0,045) = 0,12 \text{ мм} \end{aligned} \quad (2.10)$$

Зміщення A_6 за рахунок відхилення від співвісності головки гвинта відносно осі його різьби

Зміщення A_6 визначається за формулою:

$$A_6 = \frac{TPC}{2} = \frac{0,05}{2} = 0,025 \text{ мм} \quad (2.11)$$

де, TPC - відхилення від співвісності головки гвинта відносно осі різьби.

Відхилення від співвісності головки гвинта відносно осі різьби TPC за [12] для кріпильних гвинтів з гніздом TORX становить $TPC = 0,05$ мм.

Отже, сумарна величина зміщення A в радіальному вираженні за методом повної взаємозамінності за формулою (2.1) становить:

$$A = 0,071 + 0,1 + 0,05 + 0,025 + 0,06 + 0,025 = 0,331 \text{ мм}$$

Сумарна величина зміщення A в радіальному вираженні за ймовірнісним методом за формулою (2.2) становить:

$$A = \sqrt{\frac{(0,5 \times 0,1)^2}{\cos\left(90^\circ - \frac{90^\circ}{2}\right)} + \left(\frac{0,2}{2}\right)^2 + \left(\frac{0,1}{2}\right)^2 + \frac{(0,5 \times 0,036)^2}{\cos\left(90^\circ - \frac{90^\circ}{2}\right)} + \left(\frac{0,12}{2}\right)^2 + \left(\frac{0,05}{2}\right)^2} \approx 0,14 \text{ мм}$$

Виконаємо перевірку граничних умов за наступною залежністю:

$$A_{min} < A < A_{max} \quad (2.12)$$

де, A_{min} - мінімальне значення зміщення вісі гвинта відносно вісі отвору різальної пластинки;

A_{max} - максимальне значення зміщення вісі гвинта відносно вісі отвору різальної пластинки.

Мінімальне значення зміщення вісі гвинта відносно вісі отвору різальної пластинки A_{min} рівне попередньо визначеному сумарному зміщенню A та становить:

- За методом повної взаємозамінності – $A_{min} = A = 0,331$ мм;
- За ймовірнісним методом – $A_{min} = A = 0,14$ мм;

Максимальне значення зміщення вісі гвинта відносно вісі отвору різальної пластинки A_{max} визначається за формулою:

$$A_{max} = \frac{d_{1min} - d_{ГВmax}}{2} = \frac{3,71 - 2,5}{2} = 0,61 \text{ мм} \quad (2.13)$$

де, d_{1min} - мінімальне значення діаметру отвору різальної пластинки;

$d_{ГВmax}$ - максимальне значення діаметру гвинта.

Мінімальне значення діаметру отвору різальної пластинки d_{1min} визначається за формулою:

$$d_{1min} = d_1 + EI_{d_1} = 3,81 - 0,1 = 3,71 \text{ мм} \quad (2.14)$$

де, ei_{d_1} - нижнє відхилення діаметру отвору різальної пластинки.

Нижнє відхилення діаметру отвору різальної пластинки ei_{d_1} за [1, табл. А.1] становить $EI_{d_1} = -0,1$ мм.

Максимальне значення діаметру гвинта $d_{ГВmax}$ визначається за формулою:

$$d_{гв_{max}} = d + es_d = 2,5 + 0 = 2,5 \text{ мм} \quad (2.15)$$

Тоді, виконаємо перевірку за залежністю (2.12):

- За методом повної взаємозамінності:

$$0,331 < A < 0,61$$

- За ймовірнісним методом:

$$0,14 < A < 0,61$$

Отже, враховуючи метод повної взаємозамінності та ймовірнісний метод, приймаємо значення зміщення вісі гвинта відносно вісі змінної різальної пластинки рівним $A = 0,5^{+0,11}_{-0,17}$ мм. Схема зображена на рис. 2.12.

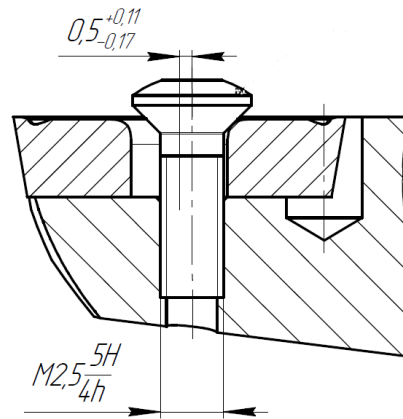


Рисунок 2.12 – Зміщення вісі гвинта відносно вісі змінної різальної пластинки

2.3 Визначення режимів різання при обробці заданої деталі

Виконаємо розрахунок режимів різання на операцію розточування отворів фланця $\varnothing 196$ мм на глибину 20 мм та $\varnothing 155$ мм на глибину 100 мм.

Нехай деталь перед процесом обробки має розміри отворів $\varnothing 190$ мм та $\varnothing 150$ мм відповідно. Операція здійснюється в два переходи.

Операція буде виконуватись на координатно-розточувальному верстаті з ЧПК 2В440А. Фланець при цьому затискається в спеціальному пристосуванні з механічним затиском. Розточувальна головка встановлюється у верстат завдяки перехідній втулці. Під час обробки здійснюється подача мастило-охолоджувальної рідини.

Згідно робочого креслення, деталь фланець виготовлена зі Сталі 40Х ГОСТ 4543-2016. Межа міцності на розтяг матеріалу становить $\sigma_B = 980$ МПа.

Ескіз операції зображений на рис. 2.13.

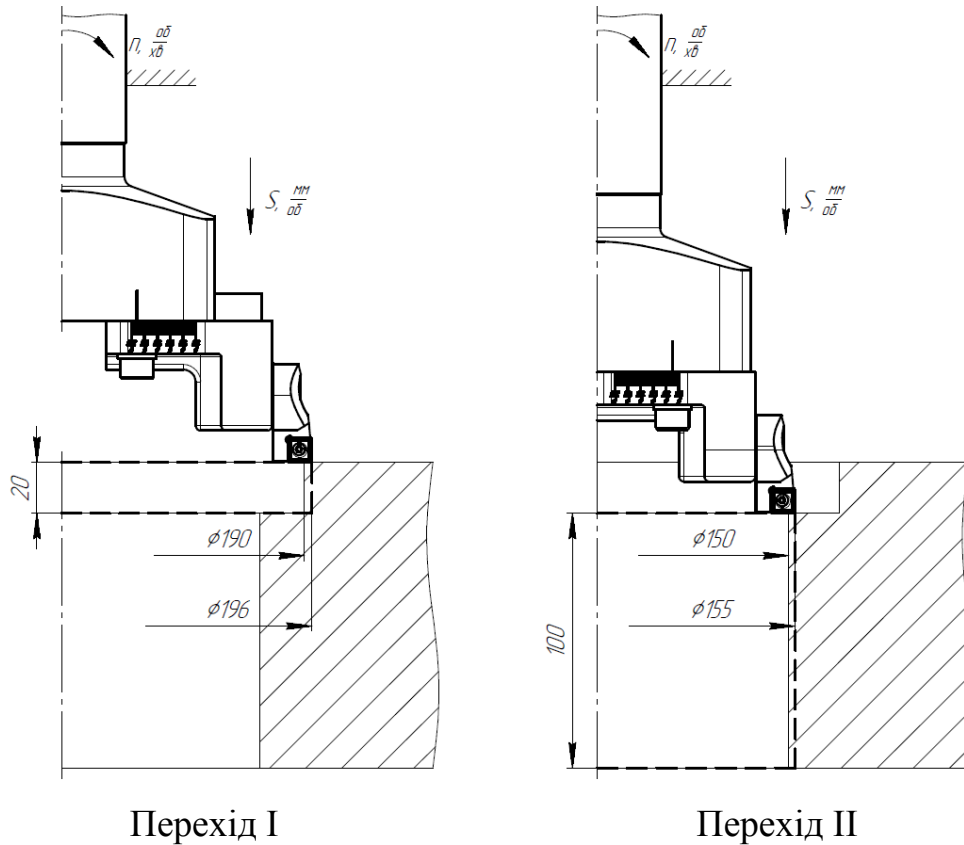


Рисунок 2.13 – Ескіз операції розточування фланця

Глибина різання t визначається за формулою:

$$t = \frac{D - d}{2} \quad (2.16)$$

де, D - діаметр отриманого отвору;

d - діаметр отвору в заготовці до обробки.

Для Переходу I:

$$t = \frac{196 - 190}{2} = 3 \text{ мм}$$

Для Переходу II:

$$t = \frac{155 - 150}{2} = 2,5 \text{ мм}$$

Подача інструменту S при розточуванні визначається за формулою:

$$S = S_{\text{табл}} K_1 K_2 = 1,3 \cdot 0,85 \cdot 0,4 \approx 0,44 \text{ мм/об} \quad (2.17)$$

де, $S_{\text{табл}}$ - табличне значення подачі;

K_1 - поправочний коефіцієнт, що залежить від матеріалу;

K_2 - поправочний коефіцієнт, що залежить від головного кута в плані різальної пластинки.

Табличне значення подачі інструменту $S_{\text{табл}}$ за [13, табл. 13, с. 268] при товщині різальної пластини $s = 3,18$ мм (див. п. 2.2), глибині різання $t < 4$ мм (для двох переходів), становить $S_{\text{табл}} = 1,3$ мм/об.

Поправочний коефіцієнт, що залежить від матеріалу K_1 за [13, табл. 13, с. 268, прим. 1] при обробці Сталі 40Х ГОСТ 4543-2016 з межею міцності на розтяг $\sigma_B = 980$ МПа, становить $K_1 = 0,85$.

Поправочний коефіцієнт, що залежить від головного кута в плані різальної пластинки K_2 за [13, табл. 13, с. 268, прим. 3] при головному куту в плані різальної пластини $\varphi = 90^\circ$, становить $K_2 = 0,4$.

Швидкість різання визначається за наступною формулою:

$$V = \frac{C_V D^q}{T^m t^x S^y} K_V \quad (2.18)$$

де, C_V - коефіцієнт;

q, m, x, y - показники степенів;

T - період стійкості інструменту;

K_V - поправочний коефіцієнт.

Коефіцієнт та показники за ([13], табл. 29, с. 279) при обробці сталі 40Х ГОСТ 4543-2016, при розточуванні інструментом, різальний елемент котрого являється твердим сплавом, становлять $C_V = 10,8$, $q = 0,6$, $x = 0,2$, $y = 0,3$, $m = 0,25$.

Період стійкості інструменту T за ([13], табл. 30, с. 279) при обробці сталі 40Х ГОСТ 4543-2016, при розточуванні інструментом, різальний елемент котрого являється твердим сплавом, діаметру обробки $D > 60$ мм, становить $T = 90$ хв.

Поправочний коефіцієнт K_V визначається за формулою:

$$K_V = K_{MV} K_{PV} K_{IV} K_{LV} = 0,79 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 0,63 \quad (2.19)$$

де, K_{MV} - поправочний коефіцієнт, що залежить від матеріалу, що оброблюється;

K_{PV} - поправочний коефіцієнт, що залежить від стану поверхні заготовки;

K_{IV} - поправочний коефіцієнт, що залежить від впливу матеріалу різальної кромки;

K_{LV} - поправочний коефіцієнт, що залежить від глибини отвору, що обробляється.

Поправочний коефіцієнт, що залежить від глибини отвору, що обробляється K_{LV} за ([13], табл. 31, с. 280) при розточуванні становить $K_{LV} = 1$.

Поправочний коефіцієнт, що залежить від стану поверхні заготовки K_{PV} за ([13], табл. 5, с. 263) при стані заготовки – поковка, становить $K_{PV} = 0,8$.

Поправочний коефіцієнт, що залежить від впливу матеріалу різальної кромки K_{IV} за ([13], табл. 6, с. 263) при обробці сталі 40X ГОСТ 4543-2016, при розточуванні інструментом, різальний елемент котрого являється твердим сплавом Т15К6 ГОСТ 3882-74, становить $K_{IV} = 1$.

Поправочний коефіцієнт, що залежить від матеріалу, що оброблюється K_{MV} за ([13], табл. 1, с. 261) визначається за формулою:

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \cdot \left(\frac{750}{950} \right)^1 = 0,79 \quad (2.20)$$

де, K_r - поправочний коефіцієнт, що враховує групу сталі по оброблюваності;

n_V - показник степеню;

σ_B - межа міцності на розтяг.

Поправочний коефіцієнт, що враховує групу сталі по оброблюваності K_r та показник степеню n_V за ([13], табл. 2, с. 262) при обробці сталі 40X ГОСТ 4543-2016, при розточуванні інструментом, різальний елемент котрого являється твердим сплавом Т15К6 ГОСТ 3882-74, становлять $K_r = 1$, $n_V = 1$.

Отже, швидкість різання на переходах буде рівна:

- На Переході I:

$$V = \frac{10,8 \cdot 196^{0,6}}{90^{0,25} \cdot 3^{0,2} \cdot 0,44^{0,3}} \cdot 0,63 = 53,84 \text{ м/хв}$$

- На Переході II:

$$V = \frac{10,8 \cdot 155^{0,6}}{90^{0,25} \cdot 2,5^{0,2} \cdot 0,44^{0,3}} \cdot 0,63 = 48,5 \text{ м/хв}$$

Частота обертання шпинделя визначається за формулою:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} \quad (2.21)$$

Отже, частота обертання шпинделя на переходах буде рівна:

- На Переході I:

$$n = \frac{1000 \cdot 53,84}{\pi \cdot 196} = 87,44 \text{ об/хв}$$

- На Переході II:

$$n = \frac{1000 \cdot 48,5}{\pi \cdot 155} = 99,6 \text{ об/хв}$$

Осьове зусилля різання визначається за формулою:

$$P_0 = 10C_p t^x S^y K_p \quad (2.22)$$

де, C_p, K_p - поправочні коефіцієнти;

x, y - показники степенів;

Коефіцієнт та показники степенів за ([13], табл. 32, с. 281) при обробці сталі 40Х ГОСТ 4543-2016, при розточуванні інструментом, різальний елемент котрого являється твердим сплавом, становлять $C_p = 67$, $x = 1,2$, $y = 0,65$.

Поправочний коефіцієнт K_p дорівнює поправочному коефіцієнту K_V та становить $K_p = K_V = 0,63$.

Отже, осьове зусилля різання на переходах буде рівна:

- На Переході I:

$$P_0 = 10 \cdot 67 \cdot 3^{1,2} \cdot 0,44^{0,65} \cdot 0,63 = 925,13 \text{ Н}$$

- На Переході II:

$$P_0 = 10 \cdot 67 \cdot 2,5^{1,2} \cdot 0,44^{0,65} \cdot 0,63 = 743,34 \text{ Н}$$

Крутний момент при розточуванні отвору визначається за формулою:

$$M_{кр} = 10C_M D^q t^x S^y K_p = 10 \cdot 0,09 \cdot 100^{0,8} \cdot 5^{0,9} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,63 = 26,51 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.23)$$

де, C_M - поправочний коефіцієнт;

q, x, y - показники степенів.

Коефіцієнт та показники за ([13], табл. 32, с. 281) при обробці сталі 40Х ГОСТ 4543-2016, при розточуванні інструментом, різальний елемент котрого являється твердим сплавом, становлять $C_M = 0,09$, $x = 0,9$, $y = 0,8$, $q = 1$.

Отже, крутний момент при розточуванні на переходах буде рівна:

- На Переході I:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,09 \cdot 196^{0,8} \cdot 3^{0,9} \cdot 0,44^{0,8} \cdot 0,63 = 53,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

- На Переході II:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,09 \cdot 155^{0,8} \cdot 2,5^{0,9} \cdot 0,44^{0,8} \cdot 0,63 = 37,91 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Основний час обробки визначається за наступною формулою:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} \quad (2.24)$$

де, L - довжина обробки.

Довжина обробки L визначається за формулою:

$$L = l + l_1 \quad (2.25)$$

де, l - глибина отвору;

l_1 - довжина перебігу інструменту;

Довжина перебігу інструменту l_1 за ([14], пр. 1, л. 2, с. 280) при розточуванні отворів $\emptyset 155$ мм та $\emptyset 196$ мм становить $l_1 = 5$ мм.

Тоді, довжина обробки на переходах буде рівна:

- На Переході I:

$$L = 20 + 5 = 25 \text{ мм}$$

- На Переході II:

$$L = 100 + 5 = 105 \text{ мм}$$

Тоді, основний час обробки на переходах буде рівний:

- На Переході I:

$$T_o = \frac{25}{87,44 \cdot 0,44} = 0,65 \text{ хв}$$

- На Переході II:

$$T_o = \frac{105}{99,6 \cdot 0,44} = 2,4 \text{ хв}$$

Висновки по розділу 2

В даному розділі було виконано проектування конструкції розточної головки збірної. Описано всі елементи інструменту та виконано робочі та складальне креслення. Для встановлення різальної пластинки в картридж було виконано розрахунок зміщення вісі гвинта відносно вісі різальної пластини для забезпечення точного базування пластинки в корпусі інструменту. Також було виконано розрахунки режимів різання на операції розточування отворів деталі «Фланець».

3 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСУ ІНСТРУМЕНТУ

3.1 Вибір заготовки корпусу інструменту

Заготовка – предмет виробництва, з якого шляхом зміни розмірів, форми, якості поверхні виходить готова деталь. Від правильного вибору заготовки в значній мірі залежать загальна трудомісткість і собівартість виготовлення деталі [15].

Вибір заготовки полягає у встановленні методу її виготовлення, розрахунку чи виборі припусків на обробку різанням і визначенні розмірів вихідної заготовки. Метод виготовлення заготовки визначається формою і розмірами деталі, технологічними властивостями матеріалу, його температурою плавлення, структурною характеристикою (напрямок волокон і розміри зерна). При виборі заготовки враховуються сортамент матеріалу (прокат), наявне обладнання, виробнича програма, тип виробництва, ступінь його механізації та автоматизації. Оптимальний варіант виготовлення заготовки встановлюється на підставі техніко-економічних розрахунків. Підвищення точності заготовок (зменшення припусків) дозволяє економити метал, знижувати вартість і трудомісткість обробки різанням, але при цьому може зрости вартість виготовлення вихідних заготовок. При малій виробничій програмі застосування деяких технологічних процесів виготовлення заготовки (гаряче штампування та ін.) може виявитися економічно недоцільним у зв'язку з високою вартістю технологічного обладнання і оснастки [16].

Для того, щоб вибрати тип вихідної заготовки, необхідно виконати аналіз конструкції корпусу інструменту.

Корпус інструменту являє собою частиною різального інструменту, котрий можна віднести до типу стержневих інструментів. Зазвичай, для виготовлення таких типів деталей використовуються заготовки з прокату. Але, використання суцільного прокату в якості заготовки не являється доцільним, оскільки виникає необхідність зрізати великий шар матеріалу.

На рис. 3.1 зображена приблизна кількість шару металу, який необхідно буде зрізати у випадку, коли заготовка для корпусу буде виготовлена з суцільного прокату.

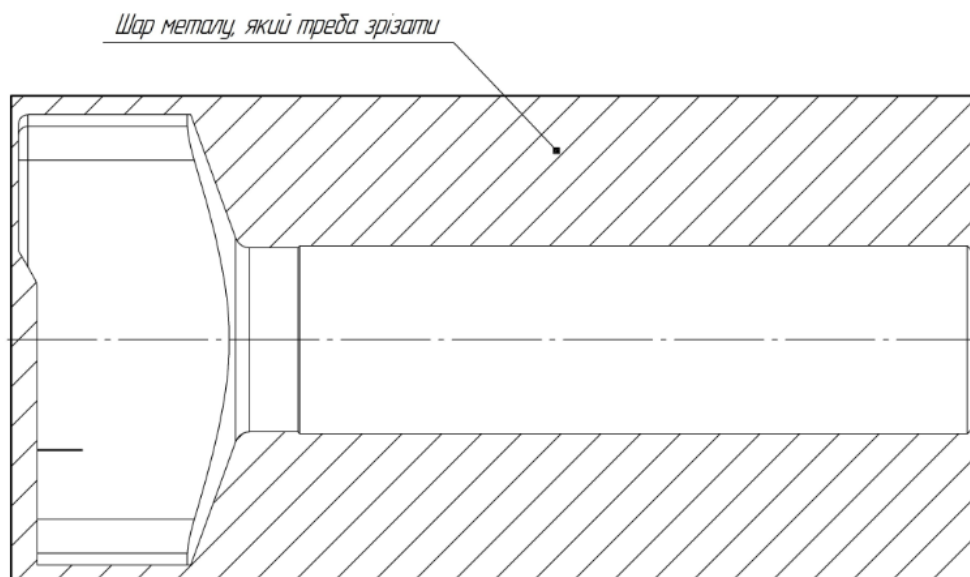


Рисунок 3.1 – Заготовка з суцільного прокату

Конструктивно, корпус інструменту можна поділили на дві частини: хвостовик та робоча частина. Розглянемо окремо ці частини на питання виготовлення заготовки.

Хвостовик та робоча частину можна представити у вигляді двох деталей типу тіл обертання.

Для економії матеріалу, а отже і зниженню вартості виготовлення деталі, доцільно використовувати зварний корпус. Заготовку можна виготовити з двох прокатів, котрі будуть зварені між собою в спеціальному місці, котре мало бути враховано при конструюванні корпусу.

На рис. 3.2 зображена приблизна кількість шару металу, який необхідно буде зрізати у випадку, коли заготовка для корпусу буде виготовлена шляхом зварювання двох частин прокату: окремо для хвостовика та окремо для робочої частини.

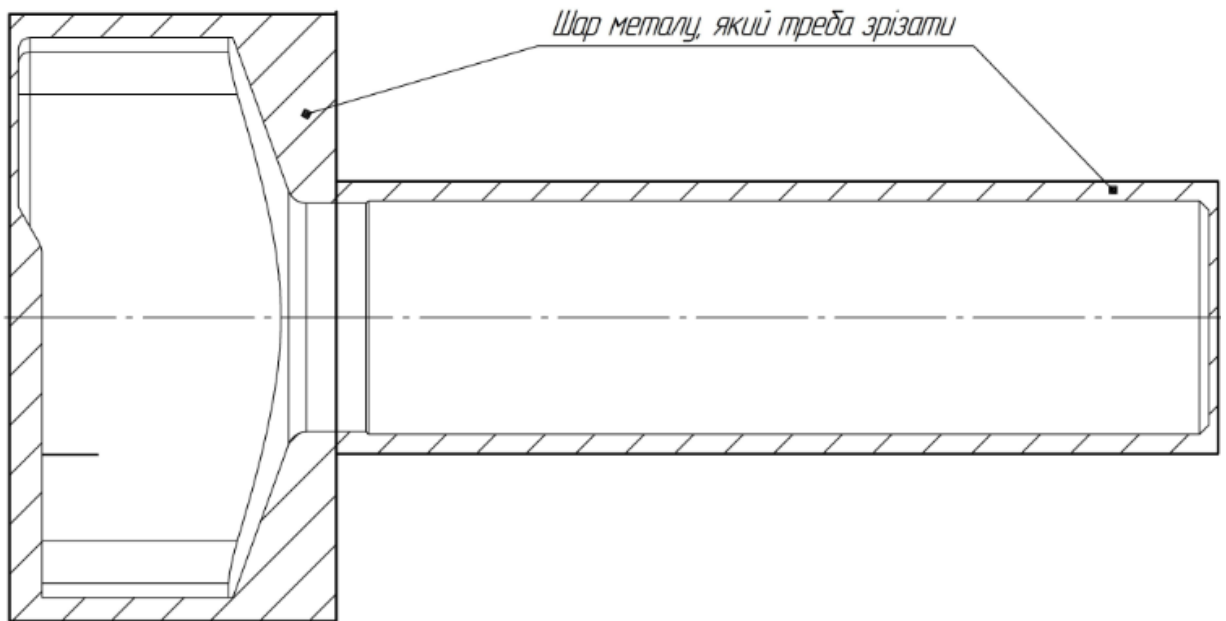


Рисунок 3.2 – Заготовка зі зварених двох частин прокату

Отже, виходячи з раніше проаналізованого матеріалу, можна прийти до висновку, що тип заготовки, котрий зображений на рис. 3.2 буде оптимальнішим варіантом, а ніж заготовка з рис. 3.1.

Розміри прокату необхідно визначити з огляду на те, котрі операції механічної обробки будуть здійснюватися над хвостовиком та робочою частиною. Дані розміри будуть визначені в наступних підрозділах.

В якості матеріалу для виготовлення корпусу інструменту приймаємо конструкційну леговану сталь 45 ГОСТ 1050-2013.

Дана сталь використовується в промисловості для виготовлення вал-шестерень, колінчатих та розподільних валів, шпинделів, шестерень, кулачків, циліндрів та інших деталей з нормалізованими поверхнями, котрі підлягають термообробці та до котрих висуваються вимоги підвищеної міцності [17].

Згідно ГОСТ 1050-2013 хімічний склад сталі 45 наступний:

- Вуглець $C \rightarrow (0,37 \dots 0,45) \pm 0,01 \%$;
- Силіцій $Si \rightarrow (0,17 \dots 0,37) \pm 0,02 \%$;
- Манган $Mn \rightarrow (0,50 \dots 0,80) \pm 0,03 \%$;
- Фосфор $P \rightarrow$ не більше $0,030 \pm 0,005 \%$;
- Сульфур $S \rightarrow$ не більше $0,035 \pm 0,005 \%$;

- Хром Cr → не більше $0,25 \pm 0,02$ %;
- Нікель Ni → не більше $0,30 \pm 0,02$ %;
- Купрум Cu → не більше 0,30 %.

Сталь 45 згідно ГОСТ 1050-2013 має наступні механічні властивості:

- Границя текучості $\sigma_T = 355$ МПа;
- Границя міцності $\sigma_B = 600$ МПа;
- Відносне подовження $\delta = 16\%$;
- Відносне звуження $\psi = 40\%$;
- Твердість гарячекатаної сталі без термічної обробки $HV 229$.

Виконавши огляд матеріалу, можна зробити висновок, що дана сталь 45 ГОСТ 1050-2013 може бути використана в якості заготовки для виготовлення корпусу інструменту.

3.2 Побудова маршруту обробки кожної поверхні корпусу

Для того, щоб виконати проектування технологічного процесу виготовлення корпусу інструменту, необхідно визначити, яким чином буде здійснюватися обробка кожної поверхні деталі.

При виборі типу операції для обробки кожної поверхні корпусу інструменту необхідно проаналізувати робочий кресленик на рахунок наявності поверхонь різної точності та шорсткості. Має бути врахована можливість застосування даної операції при обробці певної поверхні, а також її доцільність з технологічної та економічної точки зору.

Зобразимо ескіз корпусу інструменту, на якому будуть відображені всі поверхні, котрі необхідно механічно обробити на рис. 3.3.

Операції обробки кожної поверхні корпусу інструменту зобразимо в табл. 3.1.

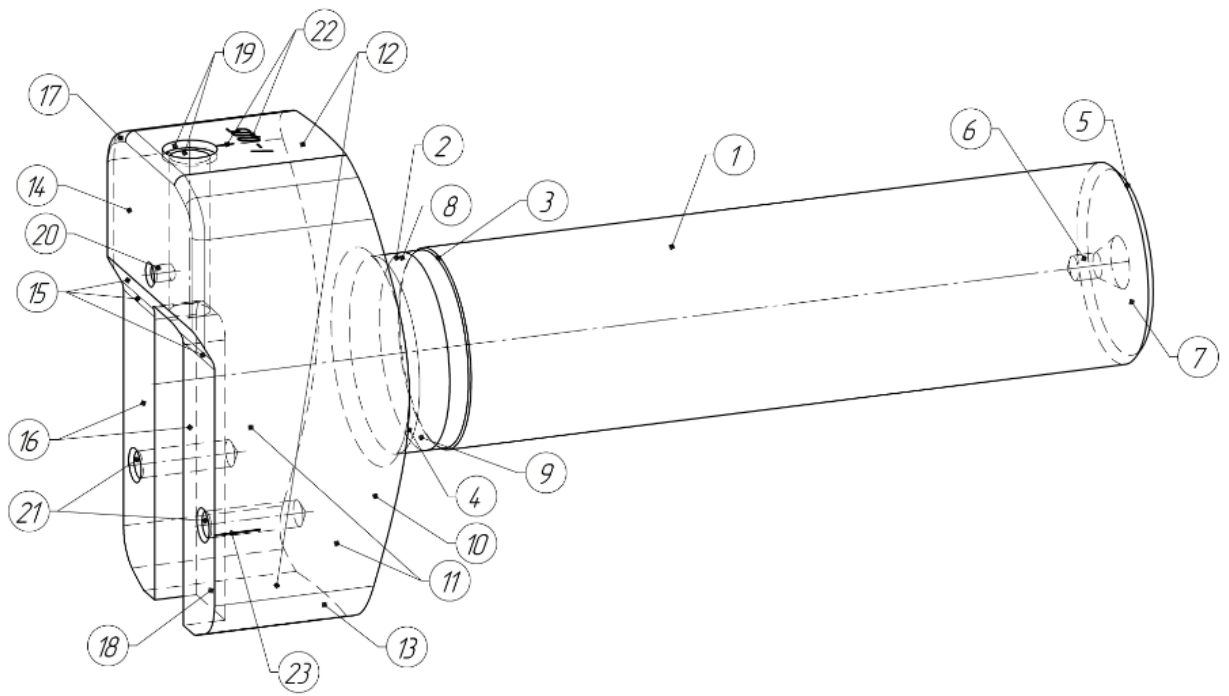


Рисунок 3.3 – Поверхні корпусу інструменту, над якими треба виконати механічну обробку

Таблиця 3.1 – Маршрут обробки поверхонь

№	Поверхня	Маршрут обробки
А	Б	В
1	Зовнішня циліндрична поверхня хвостовика	1. Точіння чорнове; 2. Точіння чистове; 3. Шліфування чорнове; 4. Шліфування чистове.
2	Шийка	1. Точіння чорнове; 2. Точіння зварного шва.
3	Фаска	1. Точіння чорнове.
4	Округлення	1. Точіння чорнове.
5	Фаска	1. Точіння чорнове.
6	Центровий отвір	1. Центрування отвору.
7	Торець правий хвостовика	1. Підрізання торця начорно.
8	Торець лівий хвостовика	1. Підрізання торця начорно.

Продовження таблиці 3.1

А	Б	В
9	Торець правий робочої частини	1. Підрізання торця начорно.
10	Конічна зовнішня поверхня	1. Точіння чорнове.
11	Бічні поверхні робочої частини	1. Фрезерування чорнове; 2. Фрезерування контурне.
12	Бічні поверхні робочої частини	1. Фрезерування чорнове; 2. Фрезерування контурне.
13	Округлення робочої частини	1. Фрезерування контурне.
14	Торець лівий робочої частини	1. Підрізання торця начорно.
15	Уступ	1. Фрезерування чорнове.
16	Плоска поверхня робочої частини	1. Фрезерування чорнове; 2. Фрезерування чистове; 3. Шліфування плоске однократне.
17	Округлення робочої частини	1. Фрезерування контурне.
18	Паз	1. Фрезерування чорнове; 2. Фрезерування чистове.
19	Ступінчатий отвір	1. Центрування отвору; 2. Свердління отвору; 3. Цекування отвору.
20	Різьбовий отвір	1. Центрування отвору; 2. Свердління отвору; 3. Зенкування отвору; 4. Нарізання різьби в отворі.
21	Два різьбових отвори	1. Центрування отворів; 2. Свердління отворів; 3. Зенкування отворів; 4. Нарізання різьби в отворах.

Продовження таблиці 3.1

А	Б	В
22	Ціна поділки та штрих регулювання розміру	1. Маркування лазерне.
23	Штрих регулювання розміру	1. Маркування лазерне.

3.3 Визначення міжопераційних припусків на механічну обробку

Виконаємо розрахунки міжопераційних припусків на механічну обробку найбільш точної поверхні корпусу інструменту. Згідно робочого креслення цією поверхнею являється зовнішня циліндрична поверхня хвостовика $\varnothing 50h7$ з шорсткість $Ra\ 0,32$ мкм.

Мінімальний припуск на обробку зовнішніх циліндричних поверхонь $2Z_{i_min}$ визначається за формулою:

$$2Z_{i_min} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{z_{i-1}}^2 + \varepsilon_{y_1}^2}) \quad (3.1)$$

де, Rz_{i-1} - висота мікронерівностей.

h_{i-1} - глибина дефектного шару поверхні;

Δ_{i-1} - Сумарне залишкове значення просторових відхилень для елементарної поверхні на попередньому переході;

ε_{y_1} - похибка установки заготовки на поточному переході;

Похибка установки заготовки ε_y визначається за формулою:

Оскільки процес обробки буде здійснюватися при установці заготовки в обертових центрах та обертатись завдяки обертовим центрам та хомут, тому величина похибки установки заготовки буде становити $\varepsilon_y = 0$.

Сумарне залишкове просторове відхилення Δ_3 визначається за наступною формулою:

$$\Delta_3 = K_y L \Delta_k \quad (3.2)$$

де, K_y - коефіцієнт уточнення на кожну операцію;

L - загальна довжина заготовки;

Δ_k - загальна кривизна заготовки.

Загальна довжина заготовки на різних етапах обробки хвостовика буде різною, оскільки операції чорнового та чистового точіння здійснюються до зварювання хвостовика з робочою частиною.

Згідно робочого кресленика корпусу інструменту при чорновому та чистовому точінні хвостовика довжина заготовки становитиме $L_1 = 188$ мм, при чорновому та чистовому шліфуванні – $L_2 = 255$ мм. Для заготовки сортового прокату необхідно врахувати величину підрізання торців. Тому, довжина становитиме $L_0 = 190$ мм.

Загальна кривизна заготовки Δ_k , при якості прокату звичайної точності довжиною 180 мм ... 315 мм, буде становити за ([18], табл. 4, с. 180) $\Delta_k = 1,5$.

Коефіцієнт уточнення на кожну операцію K_y за ([18], табл. 29, с. 190) буде становити:

- Для заготовки з сортового прокату – $K_y = 1$;
- Після чорнового точіння – $K_y = 0,06$;
- Після чистового точіння – $K_y = 0,04$;
- Після чорнового шліфування – $K_y = 0,03$;
- Після чистового шліфування – $K_y = 0,02$.

Отже, сумарне залишкове відхилення Δ_z за (3.2) буде становити:

- Для заготовки з сортового прокату:

$$\Delta_z = 1 \cdot 190 \cdot 1,5 = 285 \text{ мкм}$$

- Після чорнового точіння:

$$\Delta_z = 0,06 \cdot 188 \cdot 1,5 = 16,92 \text{ мкм};$$

- Після чистового точіння:

$$\Delta_z = 0,04 \cdot 188 \cdot 1,5 = 11,28 \text{ мкм};$$

- Після чорнового шліфування:

$$\Delta_z = 0,03 \cdot 255 \cdot 1,5 = 11,475 \text{ мкм};$$

- Після чистового шліфування:

$$\Delta_z = 0,02 \cdot 255 \cdot 1,5 = 7,65 \text{ мкм}.$$

Глибина дефектного шару поверхні h та висота мікронерівностей R_z для прокату звичайної точності з діаметром $\emptyset 30$ мм ... $\emptyset 80$ мм за ([18], табл. 1, с. 180) буде становити $R_z = 160$ мкм, $h = 250$ мкм.

Глибина дефектного шару поверхні h та висота мікронерівностей R_z для решти операцій за ([18], табл. 5, с. 181) будуть становити:

- Після чорнового точіння – $R_z = 63$ мкм, $h = 60$ мкм, *IT 12*;
- Після чистового точіння – $R_z = 20$ мкм, $h = 30$ мкм, *IT 11*;
- Після чорнового шліфування – $R_z = 10$ мкм, $h = 20$ мкм, *IT 9*;
- Після чистового шліфування – $R_z = 6,3$ мкм, $h = 12$ мкм, *IT 7*.

Отже, враховуючи всі вище розраховані величини, мінімальний припуск на обробку зовнішніх циліндричних поверхонь $2Z_{i_min}$ за (3.1) буде становити:

- Чорнове точіння:

$$2Z_{min} = 2 \cdot (160 + 250 + \sqrt{285^2 + 0^2}) = 2 \cdot 695 \text{ мкм} = 1390 \text{ мкм};$$

- Чистове точіння:

$$2Z_{min} = 2 \cdot (63 + 60 + \sqrt{16,92^2 + 0^2}) = 2 \cdot 139,92 \text{ мкм} = 279,84 \text{ мкм};$$

- Чорнове шліфування:

$$2Z_{min} = 2 \cdot (20 + 30 + \sqrt{11,28^2 + 0^2}) = 2 \cdot 61,28 \text{ мкм} = 122,56 \text{ мкм};$$

- Чистове шліфування:

$$2Z_{min} = 2 \cdot (10 + 20 + \sqrt{11,475^2 + 0^2}) = 2 \cdot 41,475 \text{ мкм} = 82,95 \text{ мкм}.$$

Максимальний припуск на обробку зовнішніх циліндричних поверхонь $2Z_{i_max}$ визначається за формулою:

$$2Z_{i_max} = 2Z_{i_min} + T_{D_{i-1}} - T_{D_i} \quad (3.3)$$

де, $T_{D_{i-1}}$ - допуск розміру на попередньому переході;

T_{D_i} - допуск розміру на поточному переході.

Всі розрахунки зведемо до табл. 3.2 для зручності визначення сумарного значення граничних припусків.

Таблиця 3.2 – Значення припусків обробки

Етап обробки	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск Z_{min} , мкм	Розрахунковий \min розмір, мм	Допуск δ , мкм	Граничні (округлені) розміри, мм		Граничні значення припусків, мм	
	R_z	h	Δ	ε				min	max	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
Зовнішня циліндрична поверхня хвостовика $\varnothing 50h7(-0,025)$											
Заготовка	160	250	285	-	-	51,9	620	51,9	52,5	-	-
Точіння чорнове	63	60	16,92	-	1390	50,48	300	50,48	50,78	1,42	1,72
Точіння чистове	20	30	11,28	-	279,84	50,2	160	50,2	50,36	0,28	0,42
Шліфування чорнове	10	20	11,48	-	122,56	50,08	62	50,08	50,14	0,12	0,22
Шліфування чистове	6,3	12	7,65	-	82,95	50	25	49,975	50	0,11	0,14
										1,93	2,5

Номінальний припуск визначається за формулою:

$$Z_{0 \text{ ном}} = Z_{0 \text{ min}} + H_3 - H_d = 1,93 + 1 - 0,025 = 2,905 \text{ мм} \quad (3.4)$$

де, H_3 - нижнє відхилення розміру заготовки;

H_d - нижнє відхилення розміру деталі.

Для прокатів звичайної точності В1 за ([19], табл. 1) та для діапазонів діаметрів прокату 50 ... 58 мм нижнє відхилення розміру заготовки становить $H_3 = 1$ мм.

Номінальний розмір заготовки визначається за формулою:

$$d_{z \text{ ном}} = d_{d \text{ ном}} + Z_{0 \text{ ном}} = 50 + 2,905 = 52,905 \text{ мм} \quad (3.5)$$

За ([19], табл. 1) приймаємо значення діаметру заготовки $\varnothing 53$ мм. Різницю між прийнятим та розрахованим номінальним значенням діаметра заготовки необхідно врахувати при чорновому точінні деталі.

3.4 Розробка технологічного процесу виготовлення корпусу інструменту

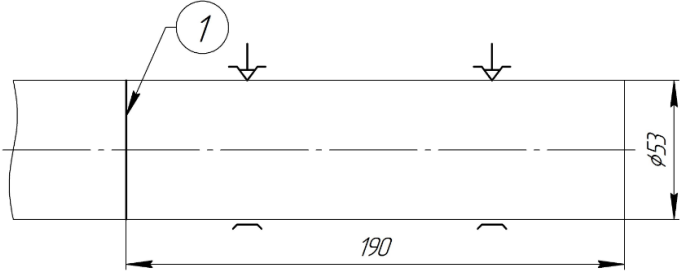
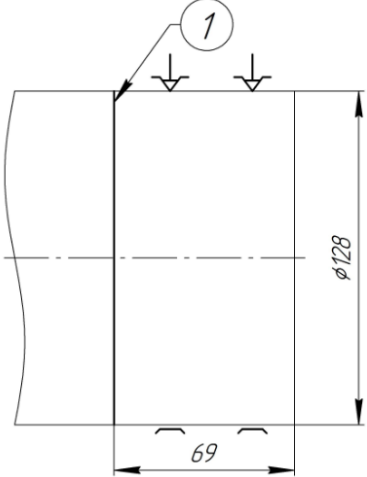
Виконаємо проектування технологічного процесу виготовлення корпусу розточної головки.

Даний технологічний процес зобразимо в табл. 3.3.

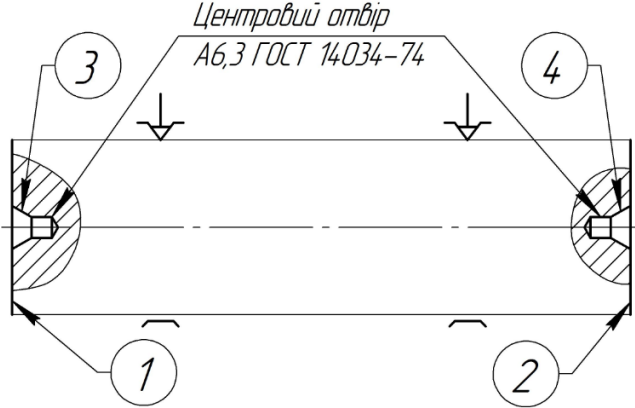
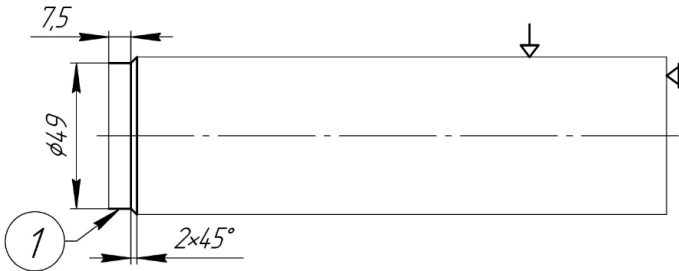
В даній таблиці необхідно вказати назву операції, опис переходів усіх операцій, ескіз переходу або операції, обладнання, котре використовується в процесі переходу або операції (вимірювальне, інструментальне та верстатне).

При проектування технологічного процесу потрібно врахувати всі операції, котрі необхідно виконати над поверхнями. Дані операції та поверхні вказані в табл. 3.1.

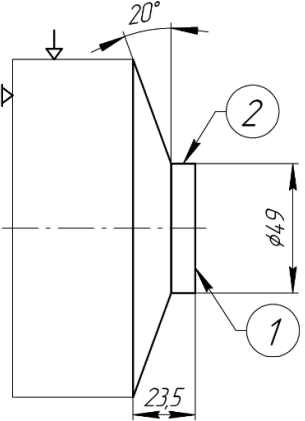
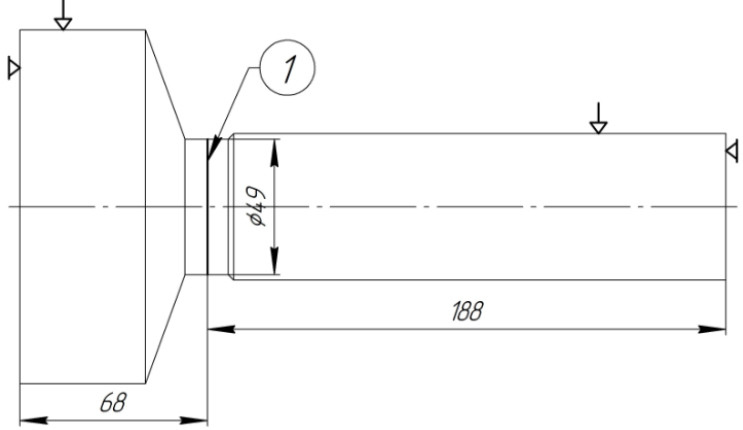
Таблиця 3.3 – Технологічний процес виготовлення корпусу інструменту

№	Найменування операції	Ескіз операції	Обладнання, інструмент	Пристрій, контрольний інструмент
05	<p style="text-align: center;"><u>Заготівельна</u></p> <p>Відрізати заготовку під хвостовик [1]</p>		<p>Правильно-відрізний автомат ГД162-01, фреза відрізна AQD-E-063O25-M</p>	<p>Конструкція автомату, штангенциркуль ШЦ-ІІ-250-0,05 ГОСТ 166-89</p>
05	<p style="text-align: center;"><u>Заготівельна</u></p> <p>Відрізати заготовку під робочу частину корпусу [1]</p>		<p>Правильно-відрізний автомат ГД162-01, фреза відрізна AQD-EC152Y38-M</p>	<p>Конструкція автомату, штангенциркуль ШЦ-ІІ-250-0,05 ГОСТ 166-89</p>

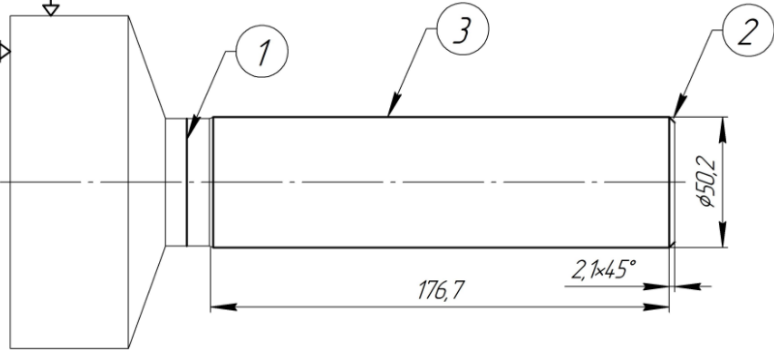
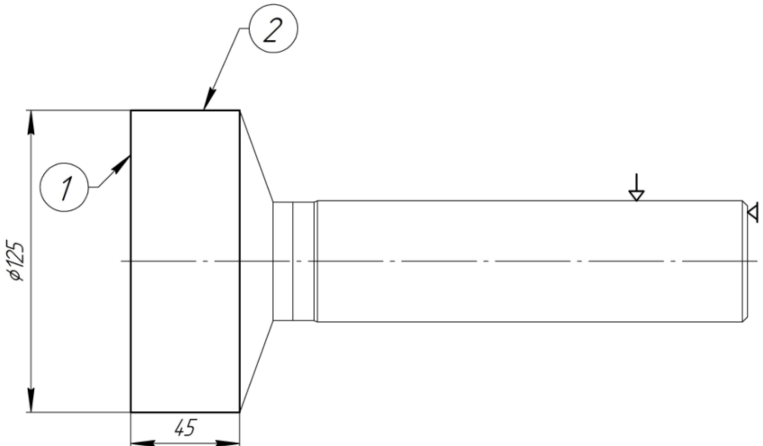
Продовження таблиці 3.3

№	Найменування операції	Ескіз операції	Обладнання, інструмент	Пристрій, контрольний інструмент
15	<p><u>Фрезерно-центрувальна</u> Фрезерувати торці [1,2] та центрувати торці [3,4] хвостовика</p>		<p>Фрезерно-центрувальний верстат МР-76, торцева фреза R245-160Q40-18М, свердло 2317-0109 ГОСТ 14952-75</p>	<p>Конструкція верстату, штангенциркуль ШЦ-ІІ-250-0,05 ГОСТ 166-89</p>
20	<p><u>Токарна</u> Точити контур шийки [1] однократно</p>		<p>Токарний верстат СУ400М, різець СР-25ВР-12-11</p>	<p>Патрон 3-бох кулачковий 7100-0006 ГОСТ 2675-80, штангенциркуль ШЦ-ІІ-250-0,05 ГОСТ 166-89</p>

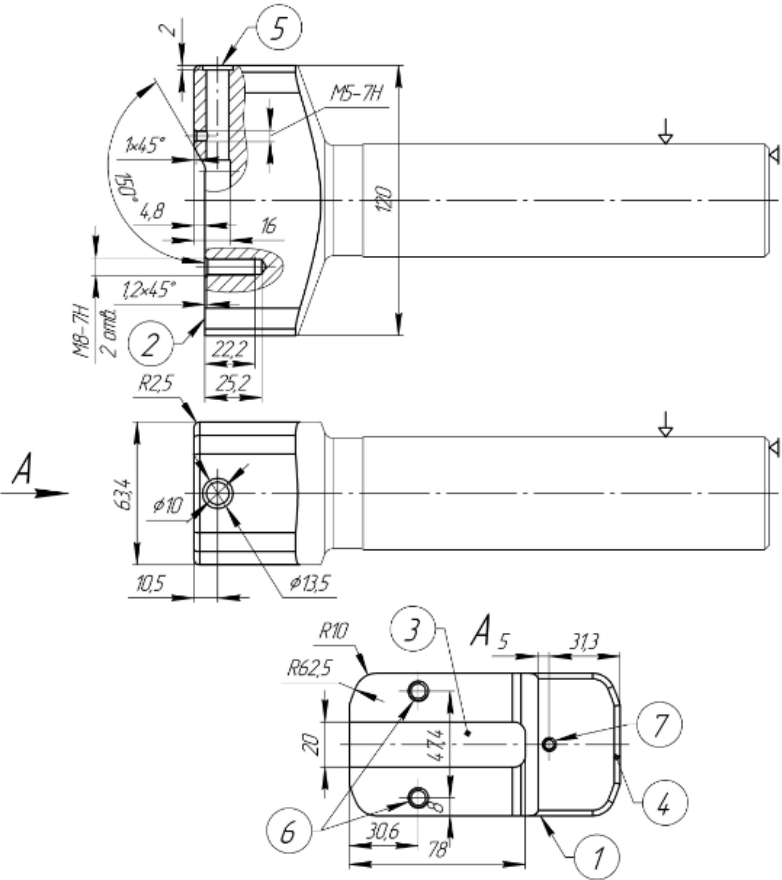
Продовження таблиці 3.3

№	Найменування операції	Ескіз операції	Обладнання, інструмент	Пристрій, контрольний інструмент
25	<p><u>Токарна</u></p> <p>Підрізати торець [1] та точити контур шийки з уклоном [2] однократно</p>		<p>Токарний верстат CU400M, різець CP-25BR-12-11</p>	<p>Патрон 3-ьох кулачковий 7100-0006 ГОСТ 2675-80, штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89</p>
30	<p><u>Зварювальна</u></p> <p>Інерційне зварювання хвостовика та робочої частини тертям шийками [1]</p>		<p>Автомат для зварювання тертям RS 15003</p>	<p>Конструкція автомату, штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89</p>

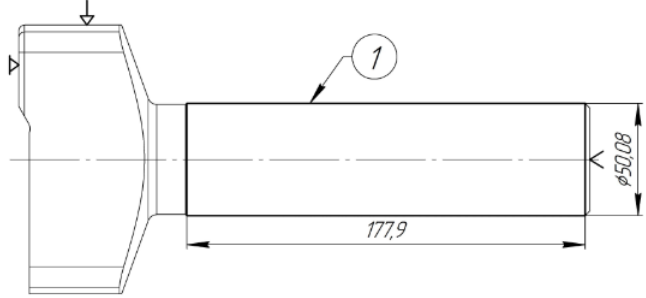
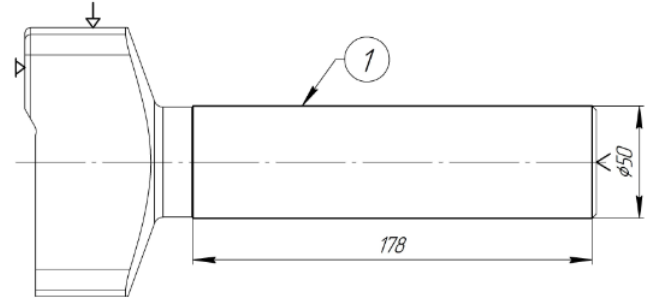
Продовження таблиці 3.3

№	Найменування операції	Ескіз операції	Обладнання, інструмент	Пристрій, контрольний інструмент
35	<p><u>Токарна</u></p> <p>Проточити зварний шов [1], точити фаску [2], точити начорно та начисто зовнішню циліндричну поверхню [3]</p>		<p>Токарний верстат CU400M, різець CP-25BR-12-11</p>	<p>Патрон 3-ьох кулачковий 7100-0006 ГОСТ 2675-80, штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89</p>
40	<p><u>Токарна</u></p> <p>Підрізати торець [1] та точити зовнішню циліндричну поверхню [2] однократно</p>		<p>Токарний верстат CU400M, різець CP-25BR-12-11</p>	<p>Патрон 3-ьох кулачковий 7100-0006 ГОСТ 2675-80, штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89</p>

Продовження таблиці 3.3

№	Найменування операції	Ескіз операції	Обладнання, інструмент	Пристрій, контрольний інструмент
45	<p><u>Багатоцільова</u></p> <p>Фрезерувати контур робочої частини [1], фрезерувати контур уступу [2], фрезерувати паз начорно та начисто [3], фрезерувати округлення [4], центрувати, свердлити та цекувати отвір [5], центрувати, свердлити, зенкувати та нарізати різьбу в двох отворах [6] та в отворі [7]</p>		<p>Оброблювальний центр з ЧПК MV204P, різальний інструмент вказаний в розділі 5</p>	<p>Спеціальне пристосування з трикулачко-вим патроном, штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89, калібри різьбові</p>

Продовження таблиці 3.3

№	Найменування операції	Ескіз операції	Обладнання, інструмент	Пристрій, контрольний інструмент
50	<p><u>Термічна</u> Гартувати корпус та відпустити високо</p>	-	Індукційна піч INDUTHERM MU-200	Твердомір динамічний Т-Д2
55	<p><u>Круглошліфувальна</u> Шліфувати хвостовик [1] начорно</p>		Круглошліфувальний верстат G20P-50M, шліфувальний круг ПП 400x60x150 34А 50 СМ1 К8 35 м/с	Патрон 4-бох кулачковий 7103-0040 ГОСТ 3890-82, центр, мікрометр МК75-1 ГОСТ 6507-90
60	<p><u>Круглошліфувальна</u> Шліфувати хвостовик [1] начисто</p>		Круглошліфувальний верстат G20P-50M, шліфувальний круг ПП 400x60x150 43А 40 СМ2 К2 35 м/с	Патрон 4-бох кулачковий 7103-0040 ГОСТ 3890-82, центр, мікрометр МК50-1 ГОСТ 6507-90

Продовження таблиці 3.3

№	Найменування операції	Ескіз операції	Обладнання, інструмент	Пристрій, контрольний інструмент
65	<p><u>Плоскошліфувальна</u> Шліфувати опорну поверхню для вставки різцевої [1] однократно</p>		<p>Плоскошліфувальний верстат STP-1428, шліфувальний круг ПП 500x50x150 34А 25 СМ1 К8 35 м/с</p>	<p>Патрон 3-бох кулачковий 7100-0006 ГОСТ 2675-80, мікрометр МК250-1 ГОСТ 6507-90</p>
70	<p><u>Маркувальна</u> Маркувати насічку [1] та ціну поділку й насічку [2] на глибину 0,2 мм</p>		<p>Лазерний гравер Speedy-300 fiber</p>	<p>Спеціальне пристосування з трикулачковим патроном,</p>

3.5 Розрахунок режимів різання

Виконаємо розрахунок режимів різання аналітичним методом на 4 переходи/операції:

1. Операція 40 Токарна – точити зовнішню циліндричну поверхню робочої частини корпусу інструменту з $\varnothing 128$ мм до $\varnothing 125$ мм на довжину $l = 45$ мм;
2. Операція 45 Багатоцільова – фрезерувати паз начорно шириною $B = 10$ мм та глибиною $t = 19$ мм на довжину $l = 78$ мм;
3. Операція 45 Багатоцільова – свердлити отвір $\varnothing 6,7$ мм під різьбу $M8 - 7H$ на глибину $l = 25,2$ мм;
4. Операція 60 Круглошліфувальна – шліфувати хвостовика начисто $\varnothing 50H7$ мм на довжину $l = 178$ мм.

3.5.1 Розрахунок режимів різання №1

В даному підрозділі виконується розрахунок режимів різання аналітичним методом для операції 40 Токарна - точити зовнішню циліндричну поверхню робочої частини корпусу інструменту з $\varnothing 128$ мм до $\varnothing 125$ мм на довжину $l = 45$ мм.

Обладнання та інструмент, котрі використовуються для виконання даного переходу операції наступні:

- Токарний верстат CU400M;
- Різець CP-25BR-12-11 з змінною твердосплавною пластиною;
- Патрон 3-ьох кулачковий 7100-0006 ГОСТ 2675-80;
- Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89.

Ескізу переходу зображений на рис. 3.4.

Табличне значення подача на оберт за ([13], табл. 15, с. 268) при діаметру точіння 100 ... 150 мм та при обробці сталі 45 ГОСТ 1050-2013 буде рівним $S^* = 0,18 \dots 0,26$ мм/об.

Приймаємо значення подачі на оберт рівним $S = 0,2$ мм/об.

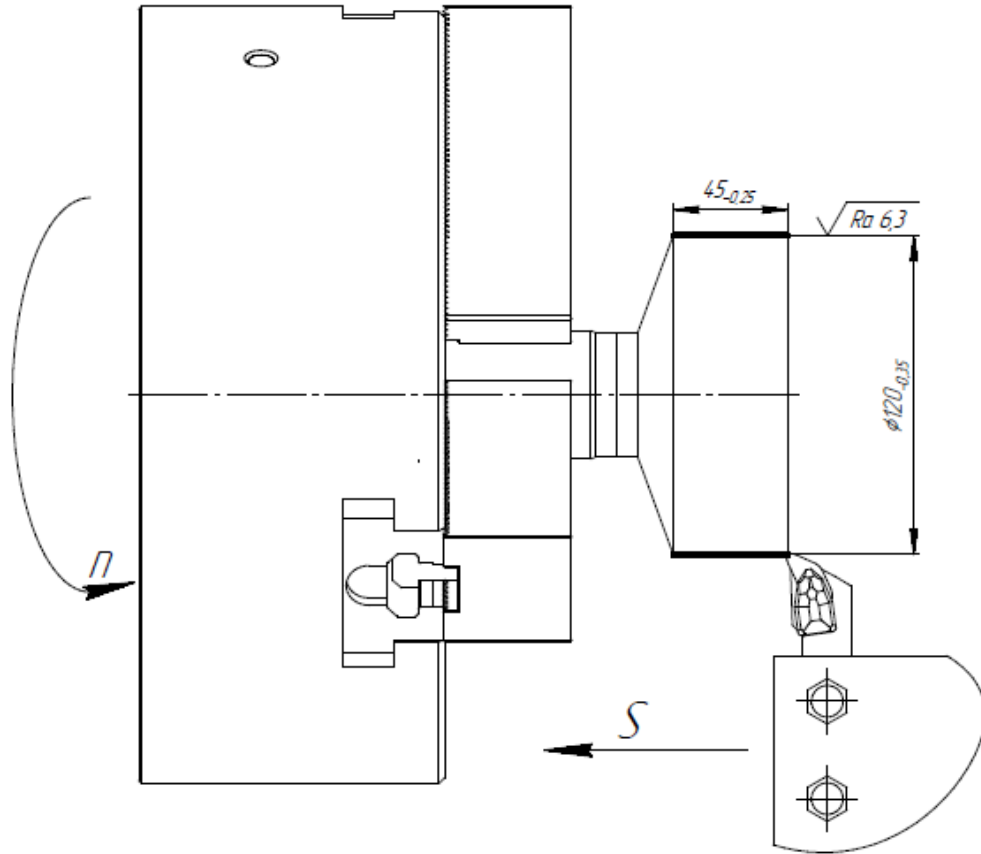


Рисунок 3.4 – Ескіз переходу операції 40 Токарна

Глибина різання при точінні зовнішньої циліндричної поверхні визначається за формулою (2.16):

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{128 - 125}{2} = 1,5 \text{ мм}$$

Швидкість різання при точінні зовнішньої циліндричної поверхні визначається за формулою:

$$V = \frac{C_V}{T^m t^x S^y} K_V = \frac{420}{30^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 1,33 = 367,5 \text{ м/хв} \quad (3.6)$$

де, C_V - коефіцієнт;

m, x, y - показники степенів;

T - період стійкості інструменту;

K_V - поправочний коефіцієнт.

Коефіцієнт та показники за ([13], табл. 17, с. 269) при точінні зовнішньої циліндричної поверхні сталі 45 ГОСТ 1050-2013 різцем з твердосплавної пластинкою та подачею на оберт $< 0,3$ мм/об становлять $C_V = 420$, $y = 0,2$, $m = 0,2$, $x = 0,15$.

За ([13], с. 268) при одно інструментальній обробці період стійкості різця становить $T^* = 30 \dots 60$ хв.

Приймаємо значення періоду стійкості різця $T = 30$ хв.

Поправочний коефіцієнт визначається за формулою:

$$K_V = K_{MV} K_{PV} K_{IV} = 1,48 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,33 \quad (3.7)$$

де, K_{MV} - коефіцієнт, котрий залежить від матеріалу, що оброблюється;

K_{PV} - коефіцієнт, котрий залежить від стану поверхні заготовки;

K_{IV} - коефіцієнт, котрий залежить від впливу матеріалу різальної кромки;

Коефіцієнт, котрий залежить від матеріалу, що оброблюється K_{MV} визначається за формулою (2.20):

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_b} \right)^{n_V} = 1 \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^{1,75} = 1,48$$

Поправочний коефіцієнт, що враховує групу сталі по оброблюваності K_r та показник степеню n_V за ([13], табл. 2, с. 262) при обробці сталі 45 ГОСТ 1050-2013, при точінні інструментом, різальний елемент котрого являється твердим сплавом Т15К6 ГОСТ 3882-74 становлять $K_r = 1$, $n_V = 1,75$.

Коефіцієнт, котрий залежить від стану поверхні заготовки K_{PV} за ([13], табл. 5, с. 263) при заготовці з прокату становить $K_{PV} = 0,9$.

Коефіцієнт, котрий залежить від впливу матеріалу різальної кромки K_{IV} за ([13], табл. 6, с. 263) при використанні твердосплавних пластинок з Т15К6 ГОСТ 3882-74, становить $K_{IV} = 1$.

Частота обертання шпинделя визначається за формулою (2.21):

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 367,5}{\pi \cdot 128} = 913,9 \text{ об/хв}$$

Тангенціальна сила різання при точінні зовнішньої циліндричної поверхні визначається за формулою:

$$P_z = 10C_p t^x S^y V^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 367,5^{-0,15} \cdot 1,25 = \quad (3.8) \\ = 693,6 \text{ Н}$$

де, C_p - коефіцієнт;

x, y, n - показники степенів;

K_p - поправочний коефіцієнт;

Коефіцієнт C_p та показники степенів x, y, n за ([13], табл. 22, с. 273) при точінні зовнішньої циліндричної поверхні, котра виготовлена зі сталі 45 ГОСТ 1050-2013 різцем з твёрдосплавною різальною пластинкою, становлять $C_p = 300, x = 1, y = 0,75, n = -0,15$.

Поправочний коефіцієнт K_p визначається за формулою:

$$K_{pz} = K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} = 1,41 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 1,25 \quad (3.9)$$

де, K_{Mp} - коефіцієнт, котрий залежить від матеріалу, що оброблюється;

$K_{\varphi p}$ - коефіцієнт, котрий залежить від головного кута в плані різця;

$K_{\gamma p}$ - коефіцієнт, котрий залежить від переднього кута різця;

$K_{\lambda p}$ - коефіцієнт, котрий залежить від нахилу головного леза різця.

Коефіцієнт, котрий залежить від головного кута в плані різця $K_{\varphi p}$ за ([13], табл. 23, с. 275) при головному куту в плані твёрдосплавної пластинки $\varphi = 95^\circ$ становить $K_{\varphi p} = 0,89$.

Коефіцієнт, котрий залежить від переднього кута різця $K_{\gamma p}$ за ([13], табл. 23, с. 275) при передньому куту твёрдосплавної пластинки $\gamma = 10^\circ$ становить $K_{\gamma p} = 1$;

Коефіцієнт, котрий залежить від нахилу головного леза різця за ([13], табл. 23, с. 275) при куту нахилу головного леза твёрдосплавної пластинки $\lambda = 0^\circ$ становить $K_{\lambda p} = 1$.

Коефіцієнт, котрий залежить від матеріалу, що оброблюється K_{Mp} визначається за формулою:

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{950}{600}\right)^{0,75} = 1,41 \quad (3.10)$$

де, n - показник степеню.

Показник степеню n за ([13], табл. 9, с. 264) при точінні зовнішньої циліндричної поверхні зі сталі 45 ГОСТ 1050-2013 різцем з твёрдосплавною пластинкою становить $n = 0,75$.

Потужність різання визначається за формулою:

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{693,6 \cdot 367,5}{1020 \cdot 60} = 4,16 \text{ кВт} \quad (3.11)$$

Технологічний час точіння визначається за формулою:

$$T_o = \frac{L}{nS} i = \frac{48}{913,9 \cdot 0,2} \cdot 1 = 0,26 \text{ хв} \quad (3.12)$$

де, L - довжина ходу інструменту;

i - кількість проходів.

Приймаємо кількість проходів рівним $i = 1$.

Довжина ходу інструменту L визначається за формулою:

$$L = l_d + l_1 = 3 + 45 = 48 \text{ мм} \quad (3.13)$$

де, l_d - довжина обробки;

l_1 - величина врізання інструменту.

Величина врізання інструменту l_1 за ([14], пр. 1, лист 1, с. 278) при точінні зовнішньої циліндричної поверхні різцем з головним кутом в плані $\varphi = 95^\circ$, становить $l_1^* = 3 \dots 5$ мм.

Приймаємо значення величини врізання $l_1 = 3$ мм.

Наладка переходу зображена в Додатку.

3.5.2 Розрахунок режимів різання №2

В даному підрозділі виконується розрахунок режимів різання аналітичним методом для операція 45 Багатоцільова – фрезерувати паз начорно шириною $B = 10$ мм та глибиною $t = 19$ мм на довжину $l = 78$ мм.

Обладнання та інструмент, котрі використовуються для виконання даного переходу операції наступні:

- Оброблювальний центр з ЧПК MV204P;
- Фреза кінцева 1P340-1905-ХА 1640 з твердосплавною пластинкою;
- Спеціальне пристосування з 3-ьох кулачковим патроном;
- Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89.

Ескізу переходу зображений на рис. 3.5.

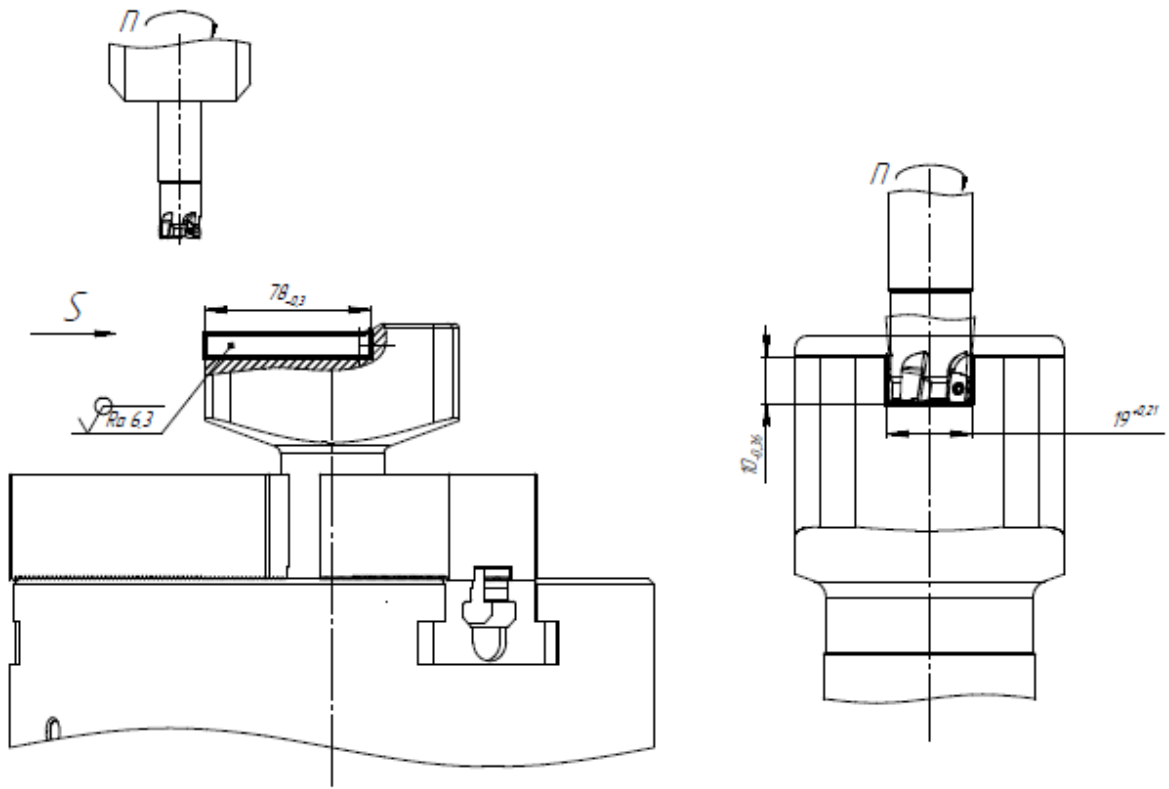


Рисунок 3.5 – Ескіз переходу операції 45 Багатоцільова

Подача на зуб при фрезеруванні S_z пазу фрезою з твердосплавними пластинками з діаметром 18 ... 22 мм при глибині різання < 12 мм, за ([13], табл. 36, с. 285) буде рівною $S_z^* = 0,05 \dots 0,05 / \text{мм/зуб}$.

Приймаємо подачу на зуб $S_z = 0,05 \text{ мм/зуб}$.

Швидкість різання при фрезеруванні V паза визначається за формулою:

$$V = \frac{C_V D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_V = \frac{145 \cdot 19^{0,44}}{80^{0,37} \cdot 19^{0,24} \cdot 0,05^{0,26} \cdot 10^{0,1} \cdot 5^{0,13}} \cdot 1,22 = \quad (3.14)$$

$$= 88,46 \text{ м/хв}$$

де, C_V - коефіцієнт;
 q, m, x, y, u, p - показники степенів;
 T - період стійкості фрези;
 z - кількість зубів фрези;
 K_V - поправочний коефіцієнт.

Коефіцієнт та показники степенів за ([13], табл. 39, с. 287) при фрезеруванні 1P340-1905-ХА 1640, становлять $C_V = 145, q = 0,44, x = 0,24, y = 0,26, u = 0,1, p = 0,13, m = 0,37$.

Період стійкості фрези T за ([13], табл. 40, с. 290) для кінцевої фрези з твердосплавними пластинками 1P340-1905-ХА 1640 з діаметром $D = 19$ мм, становить $T = 80$ хв.

Кількість зубів z для кінцевої фрези з твердосплавними пластинками 1P340-1905-ХА 1640 становить $z = 5$.

Поправочний коефіцієнт K_V визначається за формулою:

$$K_V = K_{MV} K_{IV} K_{PV} = 0,81 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,73 \quad (3.15)$$

де, K_{MV} - коефіцієнт, котрий залежить від матеріалу, що оброблюється;

K_{IV} - коефіцієнт, котрий залежить від інструментального матеріалу;

K_{PV} - коефіцієнт, котрий залежить від стану поверхні заготовки.

Коефіцієнт, котрий залежить від матеріалу, що оброблюється K_{MV} визначається за формулою (2.20):

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^{0,9} = 1,22$$

Показник степеню n_V за ([13], табл. 2, с. 262) при фрезеруванні сталі 45 ГОСТ 1050-2013 кінцевою фрезою з твердосплавними пластинками 1P340-1905-ХА 1640 становить $n_V = 0,9$.

Коефіцієнт, котрий залежить від інструментального матеріалу K_{IV} при обробці сталі 45 ГОСТ 1050-2013 кінцевою фрезою з твердосплавними пластинками 1P340-1905-ХА 1640 за ([13], табл. 6, с. 263) становить $K_{IV} = 1$.

Коефіцієнт, котрий залежить від стану поверхні заготовки K_{PV} при заготовці з прокату за ([13], табл. 5, с. 263) становить $K_{PV} = 0,9$.

Частота обертання шпинделя визначається за формулою (2.21):

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 88,46}{\pi \cdot 19} = 1481,98 \text{ об/хв}$$

Хвилина подача при фрезеруванні S_M визначається за формулою:

$$S_M = S_z z n = 0,05 \cdot 2 \cdot 1481,98 = 148,2 \text{ мм/хв} \quad (3.16)$$

Подача на оберт при фрезеруванні S визначається за формулою:

$$S = S_z z = 0,05 \cdot 2 = 0,1 \text{ мм/об} \quad (3.17)$$

Тангенціальна сила різання при фрезеруванні P_z визначається за формулою:

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{Mp} = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 19^{0,85} \cdot 0,05^{0,75} \cdot 10^1 \cdot 5}{19^{0,73} \cdot 1481,98^{-0,13}} \cdot 0,94 = 2285,8 \text{ Н} \quad (3.18)$$

де, C_p - коефіцієнт;

x, y, n, q, w - показники степенів;

K_{Mp} - коефіцієнт, котрий залежить від матеріалу, що оброблюється.

Коефіцієнт та показники степенів при фрезеруванні сталі 45 ГОСТ 1050-2013 кінцевою фрезою з твердосплавними пластинками 1P340-1905-ХА 1640 за ([13], табл. 41, с. 291), становлять $C_p = 12,5, x = 0,85, y = 0,75, u = 1, q = 0,73, w = -0,13$.

Коефіцієнт, котрий залежить від матеріалу, що оброблюється K_{Mp} визначається за формулою (3.10):

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,3} = 0,94$$

Показник степеню n за ([13], табл. 9, с. 264) при фрезеруванні сталі 45 ГОСТ 1050-2013 кінцевою фрезою з твердосплавними пластинками 1P340-1905-XA 1640 становить $n = 0,3$.

Крутний момент на шпинделі $M_{кр}$ визначається за формулою:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{2285,8 \cdot 19}{2 \cdot 100} = 217,15 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.19)$$

Потужність різання N при фрезеруванні паза визначається за формулою (3.13):

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{2285,8 \cdot 88,46}{1020 \cdot 60} = 3,3 \text{ кВт}$$

Технологічний час обробки визначається за формулою (3.12):

$$T_o = \frac{L}{nS} i = \frac{84,5}{1481,98 \cdot 0,1} \cdot 1 = 0,57 \text{ хв}$$

Призначаємо кількість проходів $i = 1$.

Довжина ходу інструменту L визначається за формулою (3.13):

$$L = l_d + l_1 = 78 + 6,5 = 84,5 \text{ мм}$$

Величина врізання фрези l_1 за ([14], пр. 1, лист 4, с. 283) при фрезеруванні кінцевою фрезою з твердосплавними пластинками з діаметром < 20 мм та шириною фрезерування < 25 мм, становить $l_1 = 6,5$ мм.

Наладка переходу зображена в Додатку.

3.5.3 Розрахунок режимів різання №3

В даному підрозділі виконується розрахунок режимів різання аналітичним методом для операція 45 Багатоцільова – свердлити отвір $\varnothing 6,7$ мм під різьбу $M8 - 7H$ на глибину $l = 25,2$ мм.

Обладнання та інструмент, котрі використовуються для виконання даного переходу операції наступні:

- Оброблювальний центр з ЧПК MV204P;
- Свердло 460.1-0500-038A1-ХМ GC34;
- Спеціальне пристосування з 3-ьох кулачковим патроном;

- Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89.

Ескізу переходу зображений на рис. 3.6.

Глибина різання при свердлінні визначається за формулою:

$$t = \frac{D}{2} = \frac{6,7}{2} = 3,35 \text{ мм} \quad (3.20)$$

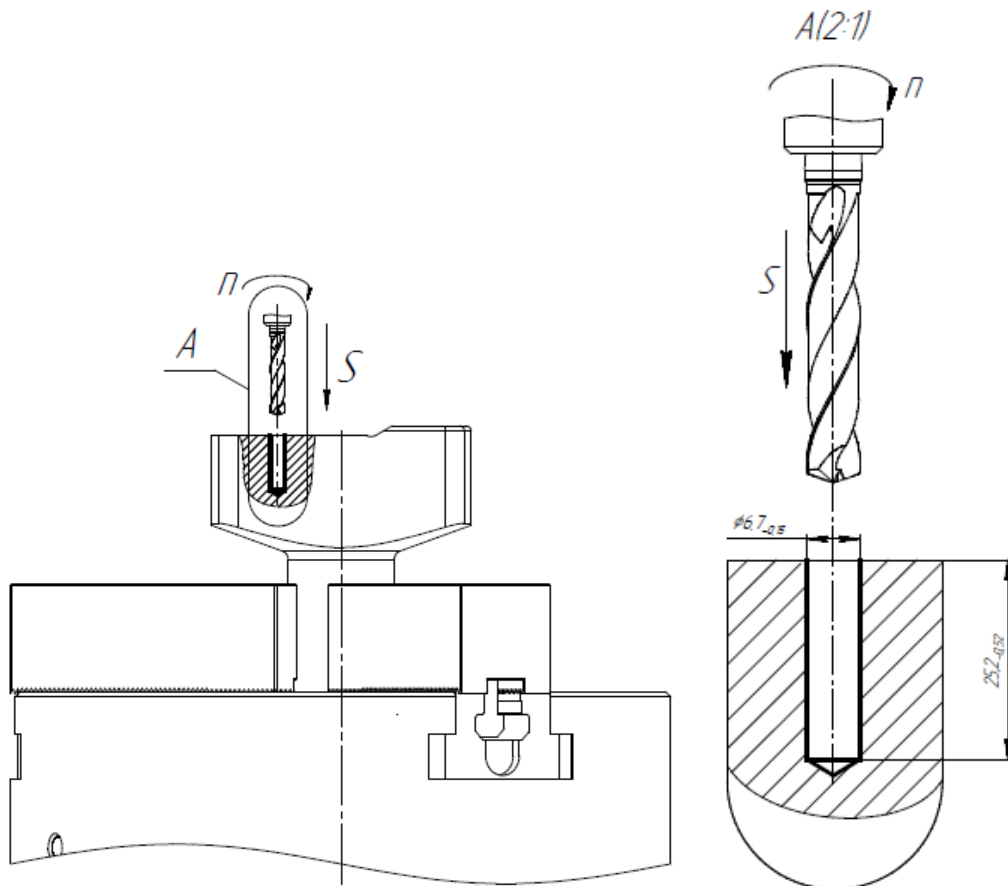


Рисунок 3.6 – Ескіз переходу операції 45 Багатоцільова

Подача S при свердлінні отвору в сталі 45 ГОСТ 1050-2013 та діаметру свердління отвору $D = 6,7$ мм за ([13], табл. 25, с. 277) буде становити $S^* = 0,15 \dots 0,20$ мм/об.

Приймаємо значення подачі $S = 0,15$ мм/об.

Швидкість різання V визначається за формулою:

$$V = \frac{C_V D^q}{T^m S^y} K_V = \frac{7 \cdot 6,7^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,15^{0,7}} \cdot 1,22 = 36,26 \text{ м/хв} \quad (3.21)$$

де, C_V - коефіцієнт;
 q, m, x, y - показники степенів;
 T - період стійкості свердла;
 K_V - поправочний коефіцієнт.

Коефіцієнт та показники степенів при свердлінні за ([13], табл. 29, с. 279) сталі 45 ГОСТ 1050-2013 свердлом з швидкорізальної сталі Р6М5 ГОСТ 19265-73, становлять $C_V = 7, q = 0,4, y = 0,7, m = 0,2$.

Період стійкості T свердла за ([13], табл. 30, с. 279) при свердлінні сталі 45 ГОСТ 1050-2013 свердлами з швидкорізальної сталі Р6М5 ГОСТ 19265-73 з діаметром $D = 6,7$ мм, становить $T = 25$ хв.

Поправочний коефіцієнт K_V визначається за формулою:

$$K_V = K_{MV}K_{IV}K_{IV} = 1,22 \cdot 1 \cdot 1 = 1,22 \quad (3.22)$$

де, K_{MV} - коефіцієнт, котрий залежить від матеріалу, що оброблюється;
 K_{IV} - коефіцієнт, котрий залежить від інструментального матеріалу;
 K_{IV} - коефіцієнт, котрий залежить від глибини свердління.

Коефіцієнт, котрий залежить від матеріалу, що оброблюється K_{MV} визначається за формулою (2.20):

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^{0,9} = 1,22$$

Показник степеню n_V за ([13], табл. 2, с. 262) при свердлінні сталі 45 ГОСТ 1050-2013 свердлом, котре виготовлене з швидкорізальної сталі Р6М5 ГОСТ 19265-73 становить $n_V = 0,9$.

Коефіцієнт, котрий залежить від інструментального матеріалу K_{IV} при обробці сталі 45 ГОСТ 1050-2013 свердлом, котре виготовлене з швидкорізальної сталі Р6М5 ГОСТ 19265-73 за ([13], табл. 6, с. 263) становить $K_{IV} = 1$.

Коефіцієнт, котрий залежить від глибини свердління K_{IV} при свердлінні отвору $\varnothing 6,7$ мм на глибину 25 мм за ([13], табл. 31, с. 280) становить $K_{IV} = 1$.

Частота обертання шпинделя визначається за формулою (2.21):

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 36,26}{\pi \cdot 6,7} = 1722,79 \text{ об/хв}$$

Осьова сила різання P_o визначається за формулою:

$$P_o = 10C_p D^q S^y K_p = 10 \cdot 68 \cdot 6,7^1 \cdot 0,15^{0,7} \cdot 0,85 = 1026,28 \text{ Н} \quad (3.23)$$

де, C_p - коефіцієнт;

x, y - показники степенів;

K_p - поправочний коефіцієнт.

Коефіцієнт та показники степенів за ([13], табл. 32, с. 281) при свердлінні сталі 45 ГОСТ 1050-2013 свердлом, котре виготовлене з швидкорізальної сталі Р6М5 ГОСТ 19265-73, становлять $C_p = 68, q = 1, y = 0,7$.

Поправочний коефіцієнт K_p визначається за формулою:

$$K_p = K_{Mp} = 0,85 \quad (3.24)$$

де, K_{Mp} - коефіцієнт, котрий залежить від матеріалу, що оброблюється.

Коефіцієнт, котрий залежить від матеріалу, що оброблюється K_{Mp} визначається за формулою (3.10):

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,75} = 0,85$$

Показник степеню n за ([13], табл. 9, с. 264) при свердлінні сталі 45 ГОСТ 1050-2013 свердлом з швидкорізальної сталі Р6М5 ГОСТ 19265-73 становить $n = 0,75$.

Крутний момент при свердлінні $M_{кр}$ визначається за формулою:

$$\begin{aligned} M_{кр} &= 10C_M D^q S^y K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6,7^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,85 = \\ &= 2,89 \text{ Н} \cdot \text{м} \end{aligned} \quad (3.25)$$

де, C_M - коефіцієнт;

q, x, y - показники степенів;

K_p - поправочний коефіцієнт.

Коефіцієнт та показники степенів при свердлінні за ([13], табл. 32, с. 281) сталі 45 ГОСТ 1050-2013 свердлом, котре виготовлене з швидкорізальної сталі Р6М5 ГОСТ 19265-73, становлять $C_M = 0,0345, q = 2, y = 0,8$.

Поправочний коефіцієнт при розрахунку крутного моменту при свердлінні K_p є рівним поправочному коефіцієнту при розрахунку осьового зусилля різання $K_p = 0,85$.

Потужність різання при свердлінні N визначається за формулою:

$$N = \frac{M_{кр}n}{9750} = \frac{2,89 \cdot 1722,79}{9750} = 0,51 \text{ кВт} \quad (3.26)$$

Технологічний час обробки визначається за формулою (3.12):

$$T_o = \frac{L}{nS} i = \frac{29,2}{1722,79 \cdot 0,15} \cdot 1 = 0,12 \text{ хв}$$

Кількість проходів приймаємо $i = 1$.

Довжина робочого ходу інструменту L визначається за формулою (3.13):

$$L = l_d + l_1 = 25,2 + 4 = 29,2 \text{ мм}$$

Величина врізання інструменту l_1 за ([14], пр. 1, лист 2, с. 280) при свердлінні в упор свердлом з діаметром < 10 мм становить $l_1 = 4$ мм.

Наладка переходу зображена в Додатку.

3.5.4 Розрахунок режимів різання №4

В даному підрозділі виконується розрахунок режимів різання аналітичним методом для операція 60 Круглошліфувальна – шліфувати хвостовика начисто $\emptyset 50H7$ мм на довжину $l = 178$ мм.

Обладнання та інструмент, котрі використовуються для виконання даного переходу операції наступні:

- Круглошліфувальний верстат G20P-50M;
- Шліфувальний круг ПП 400x60x150 43A 40 CM2 K2 35 м/с;
- Патрон 3-ьох кулачковий 7100-0006 ГОСТ 2675-80;
- Мікрометр МК50-1 ГОСТ 6507-90.

Ескізу переходу зображений на рис. 3.7.

Глибина різання t при шліфуванні визначається за формулою (3.27):

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{50,08 - 50}{2} = 0,04 \text{ мм} \quad (3.27)$$

Швидкість обертання заготовки V_3 за ([13], табл. 55, с. 301) при шліфуванні начисто сталі 45 ГОСТ 1050-2013, швидкості обертання шліфувального круга 35 м/с (швидкість визначена з марки круга) та глибині шліфування $t = 0,04$ мм становить $V_3 = 20$ м/хв.

Поздовжня подача S при шліфуванні начисто сталі 45 ГОСТ 1050-2013, швидкості обертання шліфувального круга 35 м/с (швидкість визначена з марки круга) та глибині шліфування $t = 0,04$ мм визначається за формулою:

$$S^* = (0,2 \dots 0,4)V = (0,2 \dots 0,4) \cdot 60 = 12 \dots 24 \text{ мм/об} \quad (3.28)$$

де, B - ширина шліфувального круга.

Приймаємо поздовжню подачу $S = 20$ мм/об.

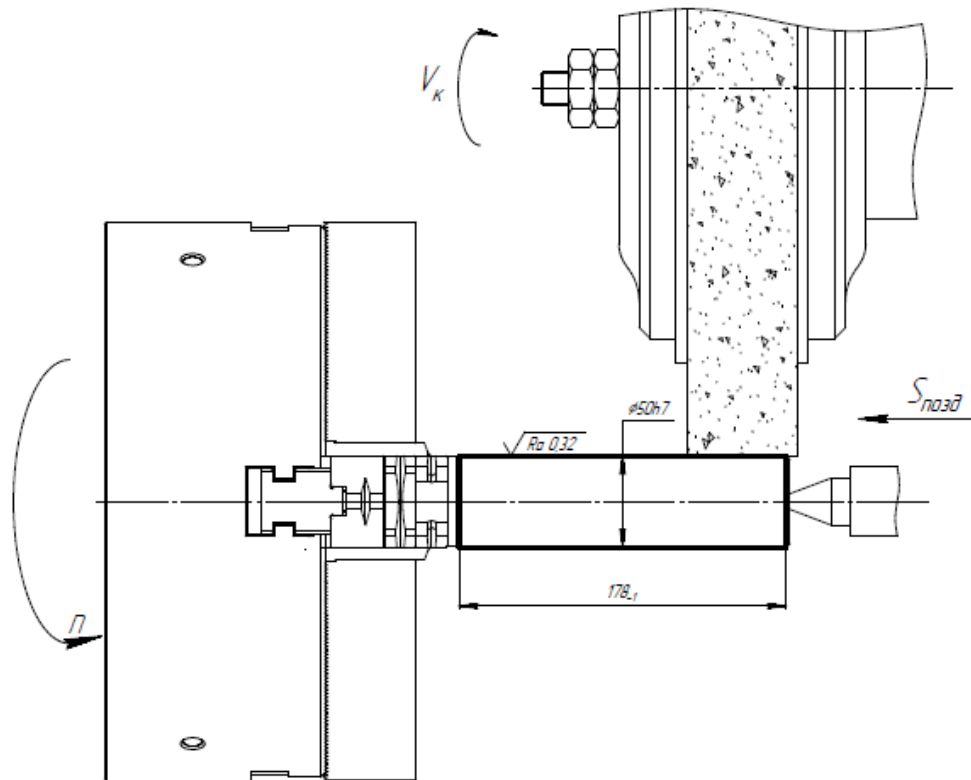


Рисунок 3.7 – Ескіз операції 60 Круглошліфувальна

Ефективна потужність при шліфуванні периферією круга з поздовжньою подачею визначається за формулою:

$$N = C_N V_3^r t^x S^y d^q = 1,3 \cdot 20^{0,75} \cdot 0,04^{0,85} \cdot 20^{0,7} \cdot 50^0 = 6,49 \text{ кВт} \quad (3.29)$$

де, C_N - коефіцієнт;
 r, x, y, q - показники степенів.

Коефіцієнт та показники степенів за ([13], табл. 56, с. 303) при поздовжньому шліфуванні сталі 45 ГОСТ 1050-2013, зернистості круга 40 та твердості СМ2, становлять $C_N = 1,3, r = 0,75, x = 0,85, y = 0,7, q = 0$.

Основний технологічний час T_o при шліфуванні начисто з поздовжньою подачею визначається за формулою:

$$T_o = \frac{Lt}{S} K = \frac{148 \cdot 0,04}{20} \cdot 1,4 = 0,41 \text{ хв} \quad (3.30)$$

де, K - коефіцієнт, котрий залежить від типу обробки.

Коефіцієнт, котрий залежить від типу обробки K за ([21], табл. 6) при чистовому шліфуванні становить $K = 1,4$.

Довжина робочого ходу інструменту L визначається за формулою (3.13):

$$L = l_d + l_1 = 178 - 30 = 148 \text{ мм}$$

Величина врізання інструменту l_1 за ([14], пр. 2, лист 2, с. 294) при поздовжньому шліфуванні для шліфувального круга шириною $B = 60$ мм дорівнює половині ширині круга та становить $l_1 = -30$ мм.

Наладка переходу зображена в Додатку.

Висновки по розділу 3

В даному розділі було виконано вибір типу заготовки під корпус розточної головки. Також було підібрано матеріал для корпусу. Було визначено маршрут обробки кожної поверхні деталі. Для найбільш точної поверхні, а саме для хвостовика, було виконано розрахунок міжопераційних припусків. Було виконана проектування технологічного процесу виготовлення корпусу розточної головки. Для 4-ьох операцій було виконано розрахунки режимів різання аналітичними методами.

4 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

Під час виготовлення корпусу розточної головки використовуються різноманітні пристосування, котрі виготовлена на основі 3-ьох кулачкового патрону. Отже, виконаємо проектування даного пристосування.

4.1 Опис конструкції 3-ьох кулачкового патрону

3D модель 3-ьох кулачкового патрону зображена на рис. 4.1.

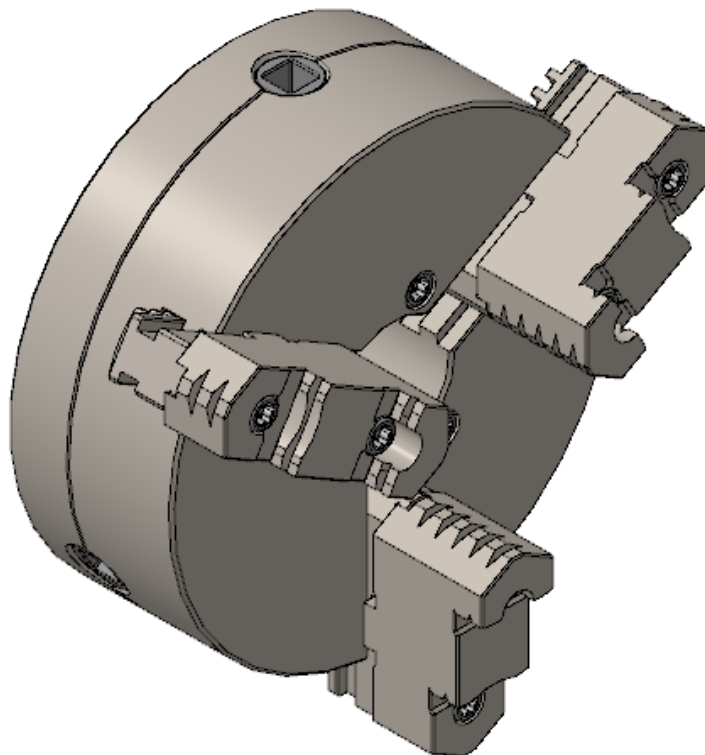


Рисунок 4.1 – 3D модель 3-ьох кулачкового патрону

Токарний патрон є одним з основних елементів технологічного оснащення та використовується для надійного кріплення заготовок різного розміру і форми. Висока точність затиску забезпечує центрування і перпендикулярність поверхні осі обробки. Патрон необхідний для проведення практично всіх токарних операцій, входить в обов'язковий комплект оснащення металообробних ручних, напівавтоматичних і автоматичних верстатів [21].

Проектування патрону виконується з урахуванням наступних критеріїв:

- Варіант виконання та кількість кулачків.

Даний критерій визначає можливість фіксації того чи іншого типу заготовок, розташування кулачків, можливість установки декількох заготовок;

- Робочий діаметр патрона.

Даний критерій визначає зовнішній розмір, діаметр приєднувального отвору, а також розташування і параметри кріпильних отворів.

- Параметри заготовки.

Даний критерій враховує найбільший і найменший діаметри обробки, спосіб кріплення - зовнішній або внутрішній через зворотні кулачки. Також враховує допустиму масу деталі.

- Діаметр отвору в корпусі патрона.

Даний критерій враховує необхідний при обробці довгого дроту.

- Максимальне значення частот обертання.

Розглянемо конструкцію 3-ьох кулачкового патрону (рис. 4.1). Схема даного пристосування зображена на рис. 4.2.

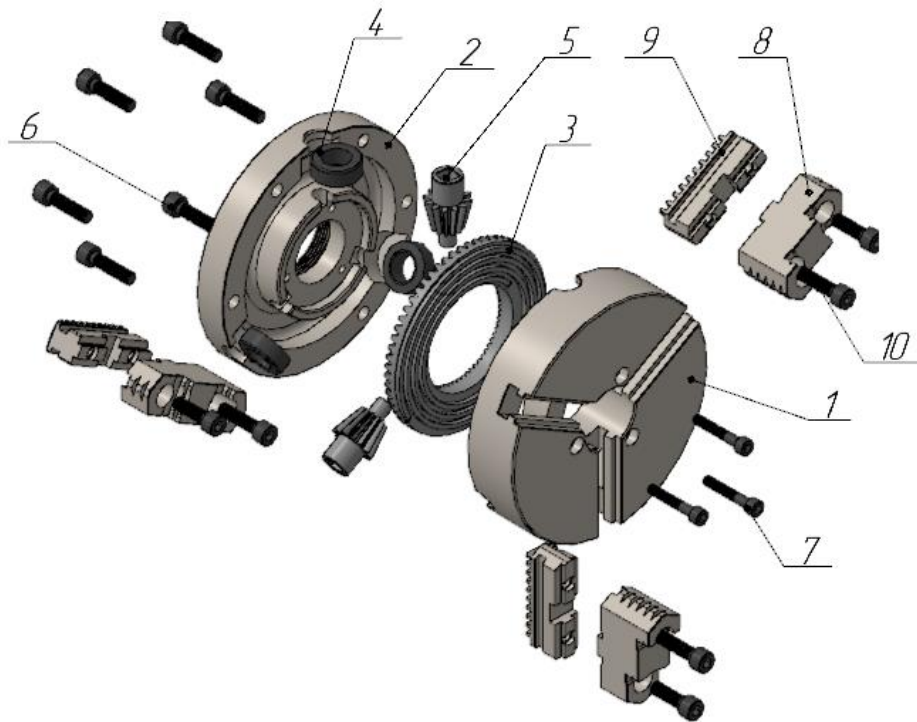


Рисунок 4.2 – Схема 3-ьох кулачкового патрону

3-ьох кулачковий патрон складається з корпусу 1 та фланця 2, в середині знаходиться диск спіральний 3, який встановлюється з посадкою з зазором на корпус 1 та фланець 2. У вирізи корпусу 1 та фланця 2 встановлюються три втулки 4 з перехідною посадкою. Затиск та рух диска спірального 3 здійснюється за рахунок трьох шестерень 5. Дана конструкція збирається за допомогою шести гвинтів 6 з торця фланця та завдяки трьом гвинтам 7 з торця корпусу. Затиск заготовки здійснюється плоскими поверхнями трьох накладних прямих кулачків 8. Кожний накладний прямий кулачок 8 за допомогою двох гвинтів 10 приєднується до рейки 9. Завдяки підшві рейки 9, котра контактує з диском спіральним 3, здійснюється затиск заготовки самому пристосуванні.

Як видно за аналізу схеми конструкції 3-ьох кулачкового патрону та її характеристики, можна прийти до висновку, що дане пристосування достатньо просте у використанні та обслуговуванні. Використання даного пристосування значно спростить процес виготовлення деталі.

4.2 Розрахунок зусилля затиску заготовки

Виконаємо розрахунок зусилля затиску заготовки в 3-ьох кулачковому патрону при виконанні операції 40 Токарна – точіння зовнішньої циліндричної поверхні робочої частини корпусу інструменту з $\varnothing 128$ мм до $\varnothing 125$ мм на довжину $l = 45$ мм.

Формула для розрахунку сумарної сили затиску деталі, котра обробляється в 3-ьох кулачкових патронах має наступний вигляд:

$$W_{\text{сум}} = W \cdot z \quad (4.1)$$

де, W - сила затиску одним кулачком патрона;

z - кількість кулачків патрону.

Даний патрон являється 3-ьох кулачковим, отже значення кількості кулачків патрону буде рівнятись $z = 3$.

Сила затиску одним кулачком патрона визначається за наступною формулою:

$$W = \frac{k \cdot M_{\text{рез}}}{f \cdot R} \quad (4.2)$$

де, k - коефіцієнт запасу;

$M_{\text{рез}}$ - момент від сили різання;

f - коефіцієнт тертя між робочою поверхнею кулачків та оброблюваною деталлю;

R - радіус затиснутої кулачками частини деталі.

Коефіцієнт запасу k за ([22], с. 15) становить $k = 1,3 \dots 1,6$. Приймаємо значення коефіцієнту запасу рівним $k = 1,5$.

Коефіцієнт тертя між робочою поверхнею кулачків та оброблюваною деталлю f за ([22], с. 15) при використанні кулачків з поверхнею, котрою вони контактують з заготовкою з кільцевими канавками, становить $f = 0,3 \dots 0,4$. Приймаємо значення коефіцієнту тертя між робочою поверхнею кулачків та оброблюваною деталлю $f = 0,3$.

Радіус затиснутої кулачками частини деталі R згідно технологічного процесу виготовлення корпусу розточної головки при виконанні операції 40 Токарна (див. рис. 3.4) становить:

$$R = \frac{d}{2} = \frac{50,2}{2} = 25,1 \text{ мм} \quad (4.3)$$

Момент від сили різання $M_{\text{рез}}$ визначається за наступною формулою:

$$M_{\text{рез}} = P_z \cdot R_0 \quad (4.4)$$

де, P_z - тангенціальна сила різання під час точіння зовнішньої циліндричної поверхні;

R_0 - радіус обробленої частини деталі.

Згідно розрахункам режимів різання аналітичним способом в п. 3.5.1 тангенціальна сила різання під час точіння зовнішньої циліндричної поверхні становить $P_z = 693,6 \text{ Н}$.

Радіус обробленої частини деталі R_0 згідно змісту переходу операції 40 Токарна становить:

$$R_0 = \frac{d_0}{2} = \frac{125}{2} = 62,5 \text{ мм}$$

Отже, момент від сили різання $M_{\text{рез}}$ за (4.4) буде становити:

$$M_{\text{рез}} = 693,6 \cdot 62,5 = 43350 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Сила затиску одним кулачком патрона W за (4.2) буде становити:

$$W = \frac{1,5 \cdot 43350}{0,3 \cdot 25,1} = 8635,46 \text{ Н}$$

Тоді, сумарна величина затиску деталі, котра обробляється в 3-ьох кулачкових патронах за (4.1) становитиме:

$$W_{\text{сум}} = 8635,46 \cdot 3 = 25906,37 \text{ Н}$$

Висновок по розділу 4

В даному розділі було виконано проектування 3-ьох кулачкового патрону для використання його в пристосуваннях, котрі використовуються для виготовлення корпусу розточної головки. Було виконано 3D модель пристосування (рис. 4.1) та схему його складання (рис. 4.2) з зображенням всіх складових елементі патрону. Для операції 40 Токарна було виконано розрахунок сили затиску заготовки в 3-ьох кулачковому патрону.

5 РОЗРОБКА КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ ОПЕРАЦІЇ З ЧПК 45 БАГАТОЦІЛЬОВА

Виконаємо проектування керуючої програми для операції з ЧПК 45 Багатоцільова. Дану симуляцію виконаємо завдяки системі автоматизованого проектування Autodesk Fusion 360, модуль Manufacturing.

Під час виконання операції 45 Багатоцільова виконуються наступні переходи (див. рис. 5.1):

1. Фрезерування контур (1) витримуючи розміри 120 мм, 63,4 мм, $R10$ мм, $R62,5$ мм;
2. Фрезерування торця та уступ (2) на глибину 4,8 мм витримуючи розміри 78 мм та 150° ;
3. Фрезерування округлення (4) $R2,5$ мм;
4. Фрезерування пазу начорно (3) шириною 19 мм на глибину 10 мм на довжину 77 мм;
5. Фрезерування пазу начисто (3) шириною 20 мм на глибину 10 мм на довжину 78 мм;
6. Центрувати отвір (5) $\varnothing 1$ мм на глибину 2 мм;
7. Свердлити отвір (5) $\varnothing 5$ мм на глибину 42 мм;
8. Розсвердлити отвір (5) $\varnothing 10$ мм на глибину 42 мм;
9. Цекувати отвір (5) $\varnothing 13,5$ мм на глибину 2 мм;
10. Центрувати отвори (6) та (7) $\varnothing 1$ мм на глибину 2 мм;
11. Свердлити отвір (7) $\varnothing 4,2$ мм на глибину 5,5 мм;
12. Свердлити отвори (6) $\varnothing 6,8$ мм на глибину 25 мм;
13. Точити фаску на отворах (6) та (7) $1 \text{ мм} \times 45^\circ$;
14. Нарізати різьбу в отворі (7) $M5 - 7H$;
15. Нарізати різьбу в отворах (6) $M8 - 7H$.

Корпус розточної головки при виконанні даної операції 45 Багатоцільова затискається в трьох-кулачковому патроні, котрий встановлений в

спеціальний поворотний пристрій. Складальний креслений трьох-кулачкового патрону зображений в Додатку. 3D модель зображена на рис. 5.2.

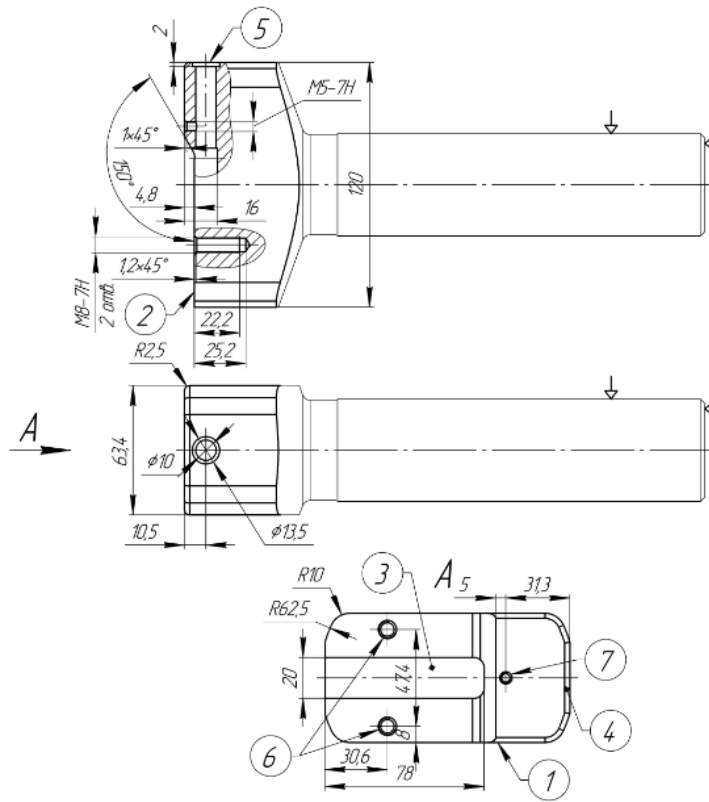


Рисунок 5.1 – Ескіз корпусу розточної головки після виконання операції 45 Багатоцільова

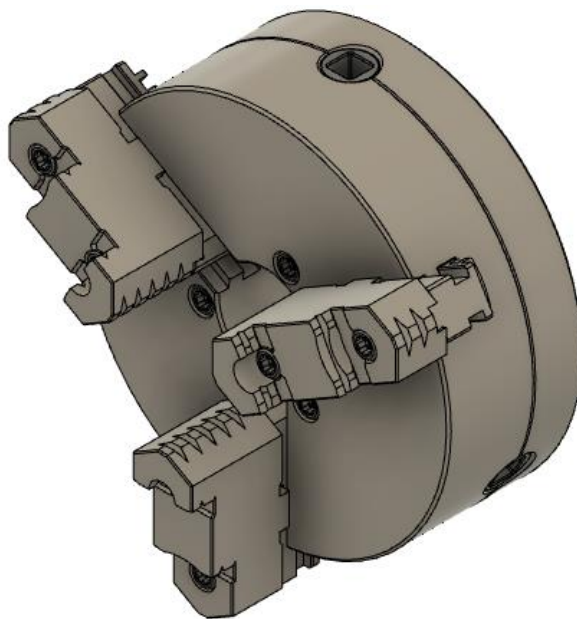


Рисунок 5.2 – 3D модель трьох-кулачкового патрону

Для виконання операції необхідно застосувати наступний різальний інструмент:

1. Довго кромкова фреза для обробки уступів R390-040C6-63H;
2. Кінцева фреза для високопродуктивного фрезерування уступів 2P370-2000-PB 1740;
3. Цільна твердосплавна кінцева фреза для фрезерування округлень 1U050-0250-045-XA 1620;
4. Цільна твердосплавна кінцева фреза зі стружковими роздільними канавками 1P340-1905-XA 1640;
5. Цільна твердосплавна кінцева фреза зі стружковими роздільними канавками R215.34C10040-DC22K 1640;
6. Центрове свердло 2317-0101 ГОСТ 14952-75;
7. Свердло 460.1-0500-038A1-ХМ GC34;
8. Свердло 460.1-1000-050A1-ХМ GC34;
9. Твердосплавна головка для розвертання 830B-E06D1300H7S12;
10. Свердло 460.1-0420-013A0-ХМ GC34;
11. Свердло 460.1-0680-051A1-ХМ GC34;
12. Цільна твердосплавна кінцева фреза для фрезерування фаски 1C050-0300-045-XB 1620;
13. Мітчик з прямими стружковими канавками T100-KM100DA-M5 D210;
14. Мітчик з прямими стружковими канавками T100-KM108DA-M8 D210.

Сама операція 45 Багатоцільова виконується на високопродуктивному вертикально-фрезерному оброблювальному центрі з ЧПК MV204P. Даний оброблювальний центр має в своєму складі магазин інструментів з кількістю місць для встановлення інструментів, достатніх для виконання даної операції.

Фотографія оброблювального центру зображена на рис. 5.3.



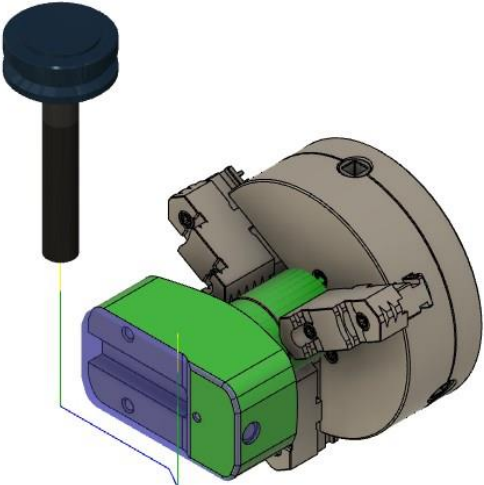
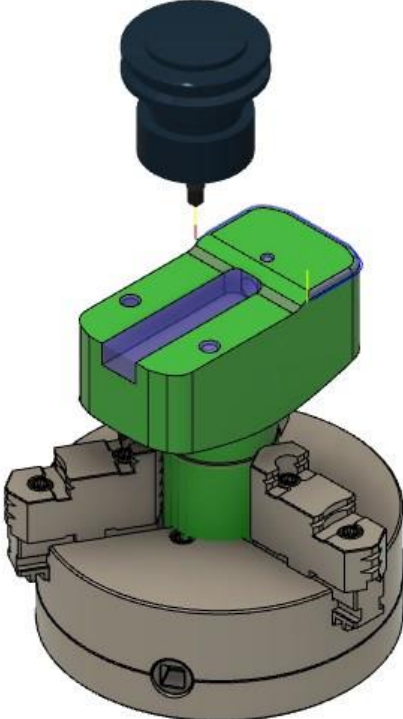
Рисунок 5.3 – Високопродуктивний вертикально-фрезерний оброблювальний центр з ЧПК MV204P

Зобразимо знімки з екрану середовища програми Autodesk Fusion 360 для кожного переходу та кодом керуючої програми в табл. 5.1.

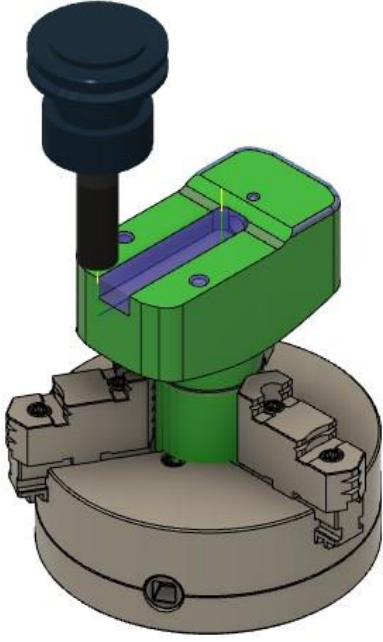
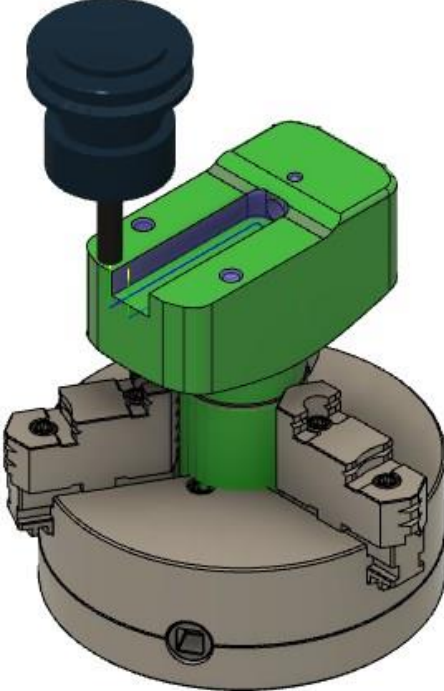
Таблиця 5.1 – Симуляція операції 45 Багатоцільова

№	Зміст переходу	Знімок з екрану програми	Код програми
I	II	III	IV
1	Фрезерування контуру витримуючи розміри 120 мм, 63,4 мм, R10 мм, R62,5 мм		N22 (2D CONTOUR1) N23 M5 N24 T1 M6 N25 S776 M3 N26 G54 N27 G0 B0. C0. N28 G17 N29 G0 X-96. Y-4. Z15. N30 Z5. N31 G94 G1 Z1. F60. N32 Z-52.21 ... N3782 G0 Z15. N3783 G17

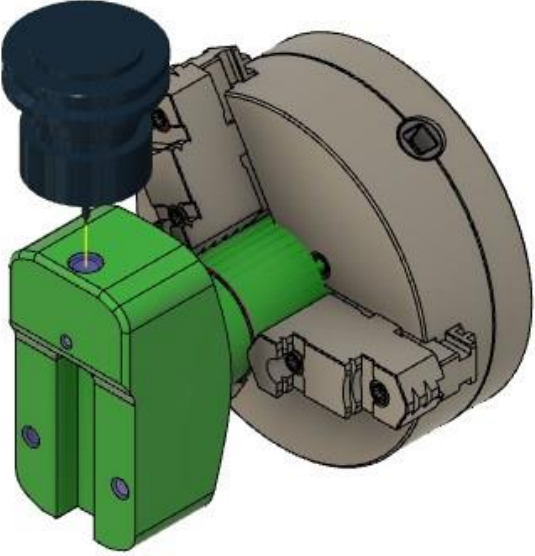
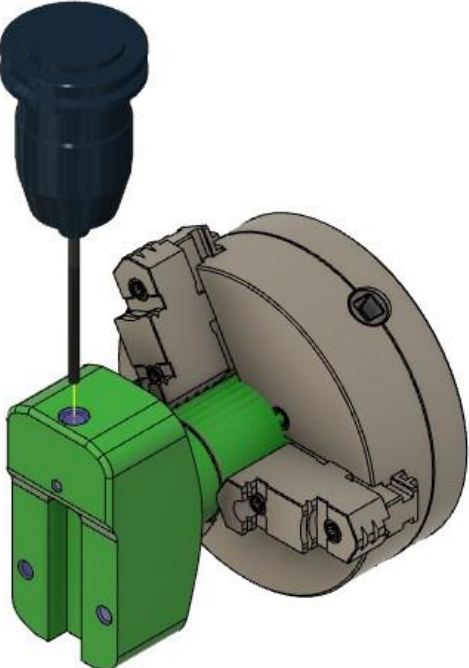
Продовження таблиці 5.1

I	II	III	IV
2	<p>Фрезерування торця та уступа на глибину 4,8 мм витримуючи розміри 78 мм та 150°</p>		<p>N3785 (TRACE3 1) N3786 M5 N3787 T2 M6 N3788 S776 M3 N3789 G54 N3790 G0 B-90. C0. N3791 G0 X71. Y-210. Z-142.5 N3792 Y-184.2 N3793 G1 Y-107.5 F231. N3794 X-12.321 N3795 X-28.187 Z-133.34 N3796 Y-184.2 N3797 G0 Y-210.</p>
3	<p>Фрезерування округлення R2,5 мм</p>		<p>N3799 (2D CONTOUR2) N3800 M5 N3801 T3 M6 N3802 S6468 M3 N3803 G54 N3804 B0. C0. N3805 G0 X-19.13 Y-33.3 Z15. N3806 Z5. N3807 G1 Z1. F61. N3808 Z-2.3 N3809 G19 G3 Y-33.1 Z-2.5 R0.2 F183. ... N3824 G0 Z15. N3825 G17</p>

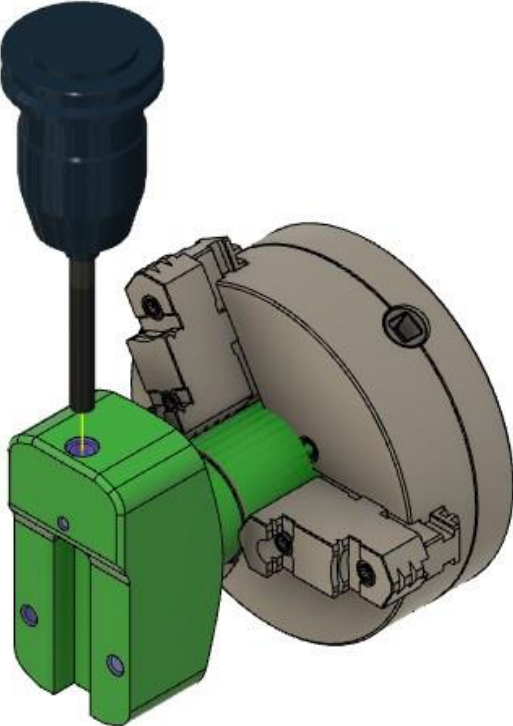
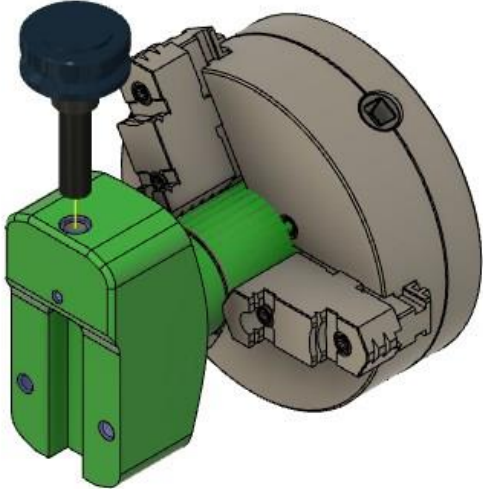
Продовження таблиці 5.1

I	II	III	IV
4	<p>Фрезерування пазу начорно шириною 19 мм на глибину 10 мм на довжину 77 мм</p>		<p>N3827 (TRACE6) N3828 M5 N3829 T4 M6 N3830 S1078 M3 N3831 G54 N3832 G0 B0. C0. N3833 G0 X70. Y0. Z15. N3834 Z2. N3835 G1 Z-16. F182. N3836 X-8.5 N3837 Z2. N3838 G0 Z15.</p>
5	<p>Фрезерування пазу начисто шириною 20 мм на глибину 10 мм на довжину 78 мм</p>		<p>N3840 (TRACE7) N3841 M5 N3842 T5 M6 N3843 S1940 M3 N3844 G54 N3845 B0. C0. N3846 G0 X66. Y-5. Z7. N3847 Z2. N3848 G1 Z-16. F232. N3849 X-13. N3850 Y5. N3851 X66. N3852 Z2. N3853 G0 Z7.</p>

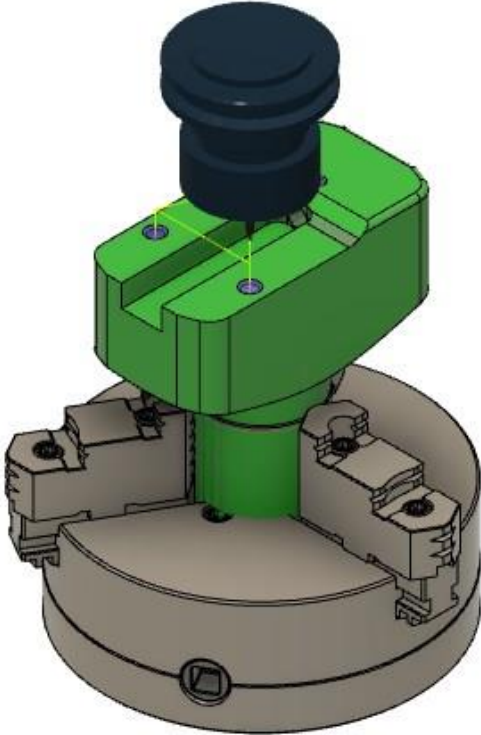
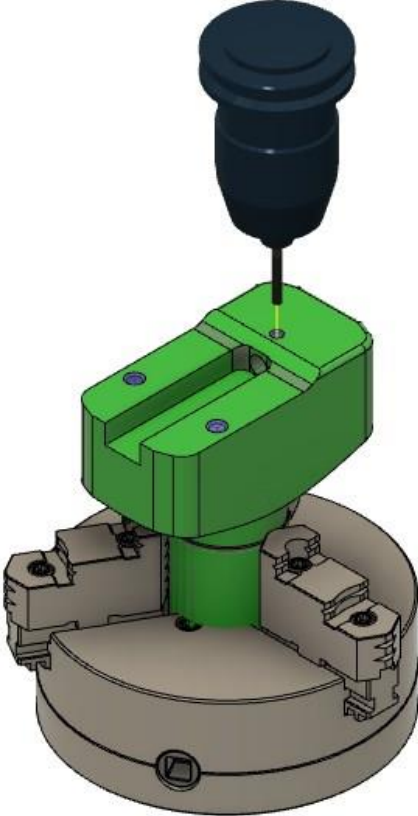
Продовження таблиці 5.1

I	II	III	IV
6	Центрування отвору Ø1 мм на глибину 2 мм		N3855 (DRILL3) N3856 M5 N3857 T6 M6 N3858 S917 M3 N3859 G54 N3860 B-90. C90. N3861 G0 X-63.25 Y63.75 Z-60. N3862 X-53.25 N3863 X-50.75 N3864 G1 X-43.75 F3. N3865 G0 X-53.25 N3866 X-63.25
7	Свердління отвору Ø5 мм на глибину 42 мм		N3868 (DRILL3 2) N3869 M5 N3870 T7 M6 N3871 S873 M3 N3872 G54 N3873 B-90. C90. N3874 G0 X-121.25 Y63.75 Z-118. N3875 X-111.25 N3876 X-108.75 N3877 G1 X-60.84 F65. N3878 G0 X-111.25 N3879 X-121.25

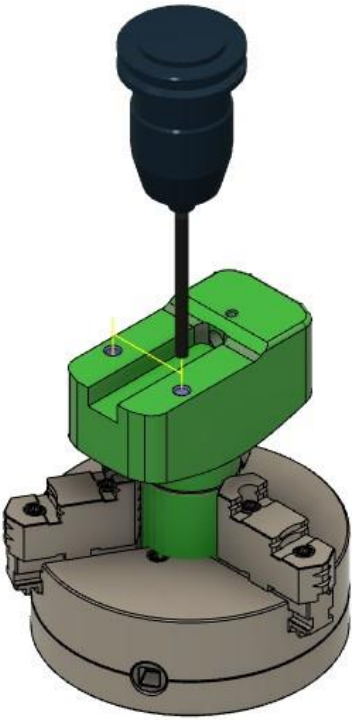
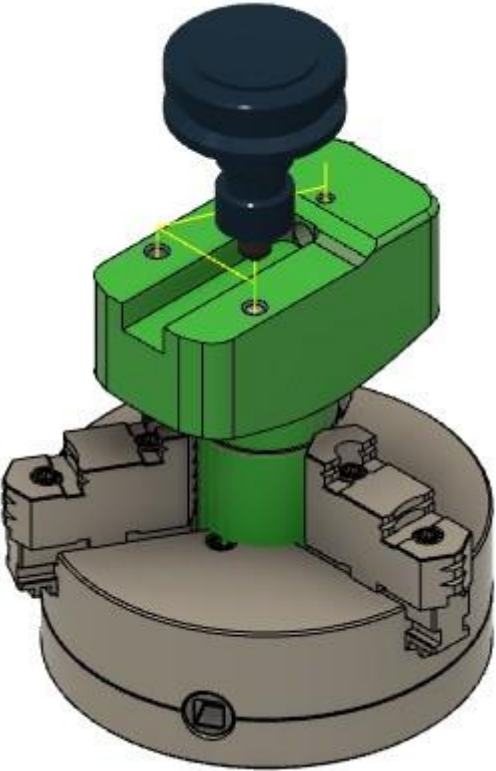
Продовження таблиці 5.1

I	II	III	IV
8	<p>Розсвердлення отвору $\varnothing 10$ мм на глибину 42 мм</p>		<p>N3881 (DRILL3 3) N3882 M5 N3883 T8 M6 N3884 S437 M3 N3885 G54 N3886 B-90. C90. N3887 G0 X-116.25 Y63.75 Z-113. N3888 X-106.25 N3889 X-103.75 N3890 G1 X-54.93 F65. N3891 G0 X-106.25 N3892 X-116.25</p>
9	<p>Цекування отвору $\varnothing 13,5$ мм на глибину 2 мм</p>		<p>N3894 (DRILL3 4) N3895 M5 N3896 T9 M6 N3897 S5000 M3 N3898 G54 N3899 B-90. C90. N3900 G0 X-101.25 Y63.75 Z-98. N3901 X-91.25 N3902 X-88.75 N3903 G1 X-81.75 F333. N3904 G0 X-91.25 N3905 X-101.25</p>

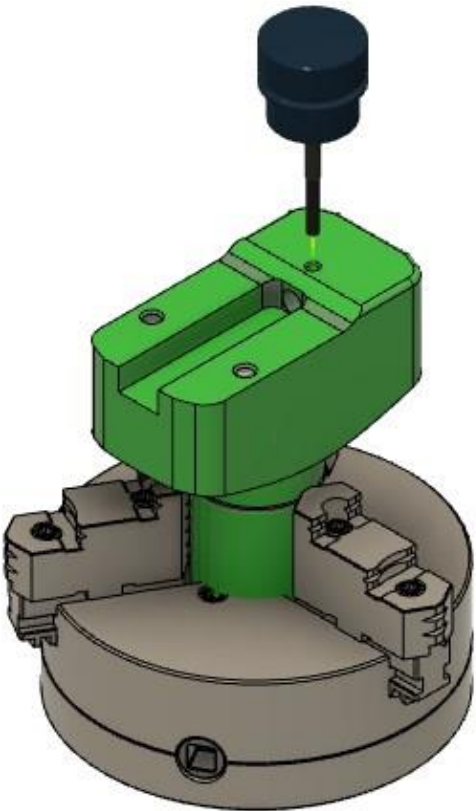
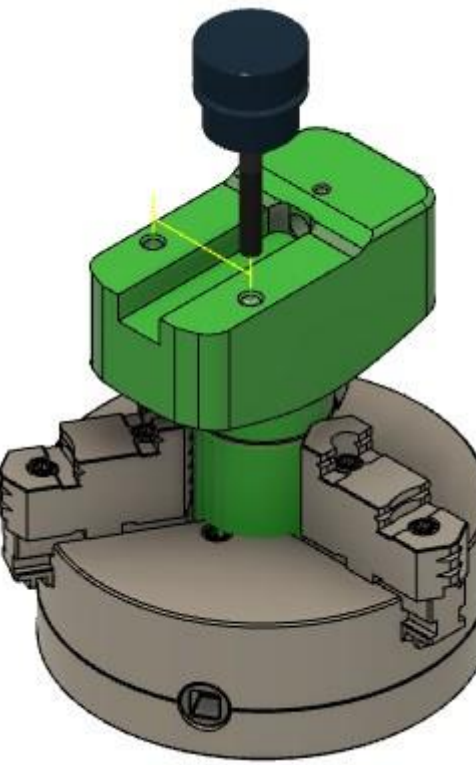
Продовження таблиці 5.1

I	II	III	IV
10	Центрування трьох отворів $\varnothing 1$ мм на глибину 2 мм		<p>N3907 (DRILL5) N3908 M5 N3909 T6 M6 N3910 S917 M3 N3911 G54 N3912 B0. C0. N3913 G0 X29.409 Y23.7 Z15. N3914 Z5. N3915 G98 G81 X29.409 Y23.7 Z-7.847 R0. F3. N3916 Y-23.7 N3917 G80 N3918 X-28.66 Y0. Z5. N3919 G81 X-28.66 Y0. Z-1.855 R5. F3. N3920 G80 N3921 Z15.</p>
11	Свердління отвору $\varnothing 4,2$ мм на глибину 5,5 мм		<p>N3923 (DRILL6) N3924 M5 N3925 T10 M6 N3926 S1040 M3 N3927 G54 N3928 B0. C0. N3929 G0 X-28.66 Y0. Z15. N3930 Z5. N3931 G81 X-28.66 Y0. Z-6.735 R5. F65. N3932 G80 N3933 Z15.</p>

Продовження таблиці 5.1

I	II	III	IV
12	Свердління двох отворів $\varnothing 6,8$ мм на глибину 25 мм		N3935 (DRILL6 2) N3936 M5 N3937 T11 M6 N3938 S642 M3 N3939 G54 N3940 B0. C0. N3941 G0 X29.409 Y23.7 Z15. N3942 Z5. N3943 G81 X29.409 Y23.7 Z-31.237 R0. F65. N3944 Y-23.7 N3945 G80 N3946 Z15.
13	Точіння фаски на трьох отворах 1 мм \times 45°;		N3948 (DRILL8) N3949 M5 N3950 T12 M6 N3951 S5000 M3 N3952 G54 N3953 B0. C0. N3954 G0 X29.409 Y23.7 Z15. N3955 Z5. N3956 G81 X29.409 Y23.7 Z-8. R0. F500. N3957 Y-23.7 N3958 G80 N3959 X-28.66 Y0. Z5. N3960 G81 X-28.66 Y0. Z-1.5 R5. F500. N3961 G80 N3962 Z15.

Продовження таблиці 5.1

I	II	III	IV
14	Нарізання різьби в отворі M5 – 7H		<p>N3964 (DRILL10) N3965 M5 N3966 T13 M6 N3967 S500 M3 N3968 G54 N3969 B0. C0. N3970 G0 X-28.66 Y0. Z15. N3971 Z5. N3972 M29 S500 N3973 G84 X-28.66 Y0. Z-5.97 R4.117 F400. N3974 G80 N3975 Z15.</p>
15	Нарізання різьби в двох отворах M8 – 7H		<p>N3977 (DRILL10 2) N3978 M5 N3979 T14 M6 N3980 S500 M3 N3981 G54 N3982 B0. C0. N3983 G0 X29.409 Y23.7 Z15. N3984 Z5. N3985 M29 S500 N3986 G84 X29.409 Y23.7 Z-30. R-1.11 F625. N3987 Y-23.7 N3988 G80 N3989 Z15.</p>

Повний код керуючої програми зображений в Додатку.

Висновок по розділу 5

В даному розділі виконано проектування симуляції операції 45 Багатоцільова в середовищі системи автоматизованого проектування Autodesk Fusion 360, модуль Manufacturing.

Для цього було виконано вибір різальних інструментів, котрі використовуються під час обробки, вибір пристосування для закріплення заготовки та різальних інструментів, встановлені режими різання для кожного переходу (за рекомендаціями програмного середовища Autodesk Fusion 360), вибрана стратегія обробки та параметри, котрі необхідні для встановлення даних для виконання переходу на оброблювальному центрі з ЧПК.

Були відображені знімки з екрану середовища програми з зображеними на них також траєкторія

ВИСНОВОК

Отже, в дипломному проекті було виконано розробку конструкцію збірної розточної головки.

Проаналізувавши робочий кресленик деталі «Фланець», вимоги до отвору в деталі та конструкції вже відомих розточувальних інструментів було виконано синтез нової конструкції розточувального інструменту.

Для виготовлення інструменту було розроблено робочі кресленики всіх нестандартних деталей. Було розраховано зміщення вісі гвинта відносно вісі різальної пластинки. Для розточування отворів в деталі «Фланець» були розраховані режими різання аналітичним методом.

Для корпусу розточної головки була вибрана заготовка, визначено маршрут обробки кожної поверхні та визначено міжопераційні припуски на обробки найбільш точної поверхні – хвостовика корпусу. Розроблено технологічний процес виготовлення корпусу інструменту з вказанням верстатного, різального та вимірювального пристосування, а також пристосувань, що використовуються під час виконання операцій. Для 4-ьох операцій/переходів виконані розрахунки режимів різання аналітичним методом.

Було спроектовано 3-ьох кулачковий патрон, котрий являється основним пристосуванням, котрий використовується під час виготовлення корпусу інструменту. Також розрахованого зусилля затиску, котре виникає під час використання даного пристосування.

Для операції 45 Багатоцільова була розроблена керуюча програма обробки з зазначенням верстатного та різального пристосування.

ЛИТЕРАТУРА

1. A32T-SVUBR 16 Расточная оправка CoroTurn® 107 для точения [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/productdetails.aspx?c=A32T-SVUBR%2016;>
2. C5-SL-2C65 125-32-2 Расточная оправка для двух головок CoroTurn® SL [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/productdetails.aspx?c=C5-SL-2C65%20125-32-2;>
3. TR-SL-V13LBL-32HP Головка CoroTurn® TR для точения [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/productdetails.aspx?c=TR-SL-V13LBL-32HP&generalRefiners=%7B%7D;>
4. C5-390.540-50 070 Переходник от BIG-PLUS ISO к Coromant Capto® [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/productdetails.aspx?c=C5-390.540-50%20070;>
5. C6-BR20-H-068 Переходник с Coromant Capto® на корпус инструмента CoroBore® BR20 [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.sandvik.coromant.com/sv-se/products/pages/productdetails.aspx?c=C6-BR20-H-068;>
6. BR20-NA-TC16F-22 Резцовая вставка для растачивания CoroBore® BR20 [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/productdetails.aspx?c=BR20-NA-TC16F-22&generalRefiners=%7B%7D;>

7. С6-390.140-50 030 Переходник от ISO 7388-1 к Coromant Capto® [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/productdetails.aspx?c=C6-390.140-50%20030>;
8. EH25-R824XS10-013 Переходник от Coromant EH к CoroTurn® XS [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/productdetails.aspx?c=EH25-R824XS10-013>;
9. CXS-10-17 050TC09 Расточная оправка CoroTurn® XS [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/productdetails.aspx?c=CXS-10-17%20050TC09>;
10. EH-BB30-25-052 Переходник с BIG-PLUS MAS-BT на Coromant EH [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/productdetails.aspx?c=EH-BB30-25-052>;
11. Системи інструментального забезпечення: Метод. вказівки до практичної роботи «Розрахунок зміщення осі гвинта для кріплення різальної пластини» / Уклад.: Ю.І. Адаменко – К.: НТУУ «КПІ», 2018. – 19 с;
12. Сборный твердосплавный инструмент / Г.Л. Хаеа, В.М. Гах, К.Г. Громаков и др.; под общ. ред. Г.Л. Хаеа. – М.: Машиностроение, 1989. – 256 с. ISBN 5-217-00452-5;
13. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2/Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. 496 с., ил;
14. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках – Москва, 1984;

15. Выбор заготовки [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://studfile.net/preview/5570334/page:7/>;
16. ВИДЫ ЗАГОТОВОК И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: https://studopedia.ru/8_75078_vidi-zagotovok-i-ih-harakteristiki.html;
17. Сталь 45 [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://atmet.ru/stal-45>;
18. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1/Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб, и доп. – М.: Машиностроение, 1986. 656 с., ил;
19. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый ГОСТ 2590-2006;
20. Определение основного (технологического) времени [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://tehnologija-obrabotki-metallov.ru/opredelenie-osnovnogo-tehnologicheskogo-vremeni.html>;
21. Патрон токарный [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://mekkain.ru/library/patron-tokarnyj.html>;
22. Методические указания к лабораторным работам по курсу “Проектирование оснастки для технологических систем инструментального производства” для студентов специальности 151002.65 «Металлообрабатывающие станки и комплексы»

ДОДАТКИ

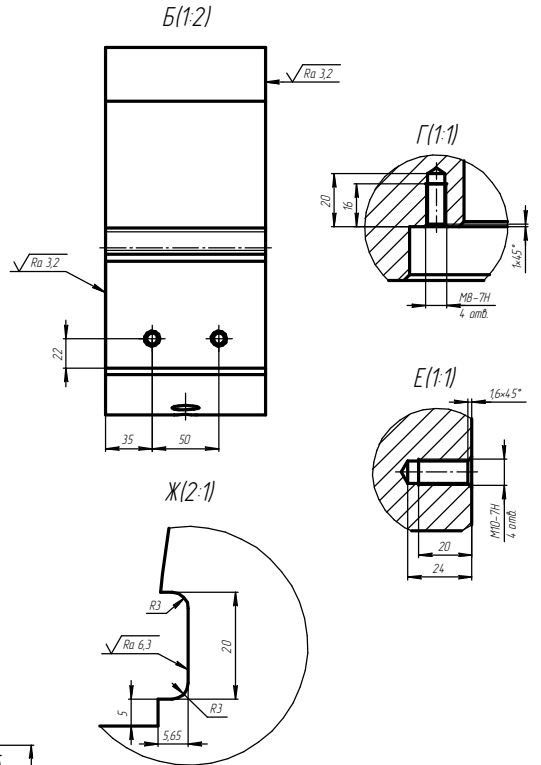
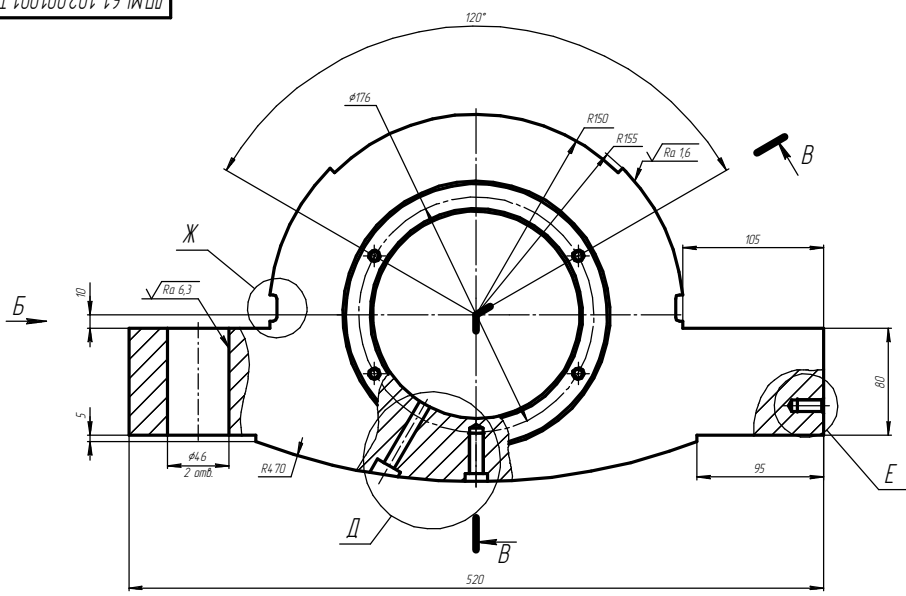
N1	45 Багатоцільова	N40	X-78.724 Y35.843
N2	(T1 D=40. CR=0. - FLAT END MILL)	
N3	(T2 D=20. CR=0. - FLAT END MILL)	N3762	X-75.107 Y-34.136
N4	(T3 D=2. CR=2.5 - RADIUS MILL)	N3763	X-75.123 Y-34.1
N5	(T4 D=19. CR=0.8 - BULLNOSE END MILL)	N3764	G2 X-79.2 Y-23.1 R82.5
N6	(T5 D=10. CR=0.4 - BULLNOSE END MILL)	N3765	X-80. Y-17.5 R20.
N7	(T6 D=3.15 CR=0. TAPER=118DEG - CENTER DRILL)	N3766	G1 Y-15.988
N8	(T7 D=5. CR=0. TAPER=140DEG - DRILL)	N3767	Y-14.491
N9	(T8 D=10. CR=0. TAPER=140DEG - DRILL)	N3768	Y-13.007
N10	(T9 D=13.5 CR=0. - COUNTERBORE)	N3769	Y-11.533
N11	(T10 D=4.2 CR=0. TAPER=140DEG - DRILL)	N3770	Y-10.07
N12	(T11 D=6.8 CR=0. TAPER=140DEG - DRILL)	N3771	Y-8.615
N13	(T12 D=12. CR=0. TAPER=90DEG - COUNTERSINK)	N3772	Y-7.168
N14	(T13 D=5. CR=0. - RIGHT HAND TAP)	N3773	Y-5.727
N15	(T14 D=8. CR=0. - RIGHT HAND TAP)	N3774	Y-4.291
N16	G21	N3775	Y-2.859
N17	G40	N3776	Y-1.429
N18	G49	N3777	Y5.727
N19	G80	N3778	Y6.5
N20	G90	N3779	G3 X-84. Y10.5 R4.
N21		N3780	G1 X-88.
N22	(2D CONTOUR1)	N3781	G18 G3 X-92. Z-52.21 R4.
N23	M5	N3782	G0 Z15.
N24	T1 M6	N3783	G17
N25	S776 M3	N3784	
N26	G54	N3785	(TRACE3 1)
N27	G0 B0. C0.	N3786	M5
N28	G17	N3787	T2 M6
N29	G0 X-96. Y-4. Z15.	N3788	S776 M3
N30	Z5.	N3789	G54
N31	G94 G1 Z1. F60.	N3790	G0 B-90. C0.
N32	Z-52.21	N3791	G0 X71. Y-210. Z-142.5
N33	G18 G2 X-92. Z-56.21 R4. F181.	N3792	Y-184.2
N34	G1 X-88.	N3793	G1 Y-107.5 F231.
N35	G17 G3 X-84. Y0. R4.	N3794	X-12.321
N36	G1 Y17.5	N3795	X-28.187 Z-133.34
N37	G2 X-83.04 Y24.22 R24.	N3796	Y-184.2
N38	X-78.765 Y35.753 R86.5	N3797	G0 Y-210.
N39	G1 X-78.746 Y35.796	N3798	

N3799	(2D CONTOUR2)	N3841	M5
N3800	M5	N3842	T5 M6
N3801	T3 M6	N3843	S1940 M3
N3802	S6468 M3	N3844	G54
N3803	G54	N3845	B0. C0.
N3804	B0. C0.	N3846	G0 X66. Y-5. Z7.
N3805	G0 X-19.13 Y-33.3 Z15.	N3847	Z2.
N3806	Z5.	N3848	G1 Z-16. F232.
N3807	G1 Z1. F61.	N3849	X-13.
N3808	Z-2.3	N3850	Y5.
N3809	G19 G3 Y-33.1 Z-2.5 R0.2 F183.	N3851	X66.
N3810	G1 Y-32.9	N3852	Z2.
N3811	G17 G3 X-19.33 Y-32.7 R0.2	N3853	G0 Z7.
N3812	G1 X-47.805	N3854	
N3813	G2 X-57.822 Y-26.247 R11.	N3855	(DRILL3)
N3814	X-60.96 Y-17.78 R63.5	N3856	M5
N3815	X-61. Y-17.5 R1.	N3857	T6 M6
N3816	G1 Y17.5	N3858	S917 M3
N3817	G2 X-60.96 Y17.78 R1.	N3859	G54
N3818	X-57.822 Y26.247 R63.5	N3860	B-90. C90.
N3819	X-47.805 Y32.7 R11.	N3861	G0 X-63.25 Y63.75 Z-60.
N3820	G1 X-19.33	N3862	X-53.25
N3821	G3 X-19.13 Y32.9 R0.2	N3863	X-50.75
N3822	G1 Y33.1	N3864	G1 X-43.75 F3.
N3823	G19 G3 Y33.3 Z-2.3 R0.2	N3865	G0 X-53.25
N3824	G0 Z15.	N3866	X-63.25
N3825	G17	N3867	
N3826		N3868	(DRILL3 2)
N3827	(TRACE6)	N3869	M5
N3828	M5	N3870	T7 M6
N3829	T4 M6	N3871	S873 M3
N3830	S1078 M3	N3872	G54
N3831	G54	N3873	B-90. C90.
N3832	G0 B0. C0.	N3874	G0 X-121.25 Y63.75 Z-118.
N3833	G0 X70. Y0. Z15.	N3875	X-111.25
N3834	Z2.	N3876	X-108.75
N3835	G1 Z-16. F182.	N3877	G1 X-60.84 F65.
N3836	X-8.5	N3878	G0 X-111.25
N3837	Z2.	N3879	X-121.25
N3838	G0 Z15.	N3880	
N3839		N3881	(DRILL3 3)
N3840	(TRACE7)	N3882	M5

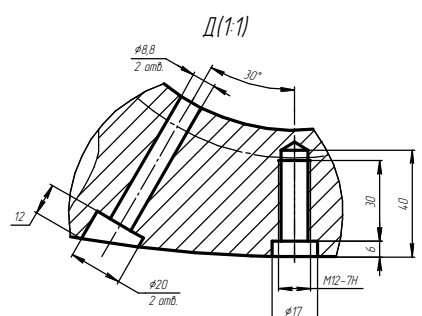
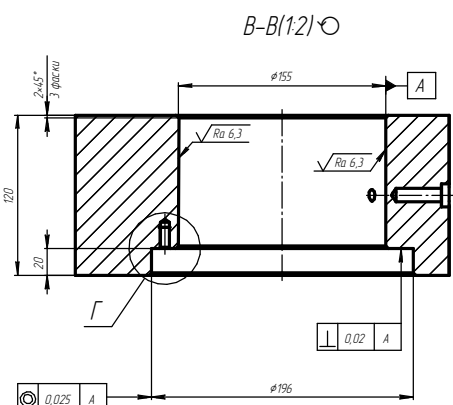
N3883	T8 M6	N3925	T10 M6
N3884	S437 M3	N3926	S1040 M3
N3885	G54	N3927	G54
N3886	B-90. C90.	N3928	B0. C0.
N3887	G0 X-116.25 Y63.75 Z-113.	N3929	G0 X-28.66 Y0. Z15.
N3888	X-106.25	N3930	Z5.
N3889	X-103.75	N3931	G81 X-28.66 Y0. Z-6.735 R5.
N3890	G1 X-54.93 F65.	N3932	F65.
N3891	G0 X-106.25	N3933	Z15.
N3892	X-116.25	N3934	
N3893		N3935	(DRILL6 2)
N3894	(DRILL3 4)	N3936	M5
N3895	M5	N3937	T11 M6
N3896	T9 M6	N3938	S642 M3
N3897	S5000 M3	N3939	G54
N3898	G54	N3940	B0. C0.
N3899	B-90. C90.	N3941	G0 X29.409 Y23.7 Z15.
N3900	G0 X-101.25 Y63.75 Z-98.	N3942	Z5.
N3901	X-91.25	N3943	G81 X29.409 Y23.7 Z-31.237
N3902	X-88.75	N3944	R0. F65.
N3903	G1 X-81.75 F333.	N3945	Y-23.7
N3904	G0 X-91.25	N3946	G80
N3905	X-101.25	N3947	Z15.
N3906		N3948	
N3907	(DRILL5)	N3949	(DRILL8)
N3908	M5	N3950	M5
N3909	T6 M6	N3951	T12 M6
N3910	S917 M3	N3952	S5000 M3
N3911	G54	N3953	G54
N3912	B0. C0.	N3954	B0. C0.
N3913	G0 X29.409 Y23.7 Z15.	N3955	G0 X29.409 Y23.7 Z15.
N3914	Z5.	N3956	Z5.
N3915	G98 G81 X29.409 Y23.7 Z-7.847 R0. F3.	N3957	G81 X29.409 Y23.7 Z-8. R0.
N3916	Y-23.7	N3958	F500.
N3917	G80	N3959	Y-23.7
N3918	X-28.66 Y0. Z5.	N3960	G80
N3919	G81 X-28.66 Y0. Z-1.855 R5. F3.	N3961	X-28.66 Y0. Z5.
N3920	G80	N3962	G81 X-28.66 Y0. Z-1.5 R5.
N3921	Z15.		F500.
N3922			
N3923	(DRILL6)		
N3924	M5		

N3963	N3873 B-90. C90.
N3964 (DRILL10)	N3874 G0 X-121.25 Y63.75 Z-118.
N3965 M5	N3875 X-111.25
N3966 T13 M6	N3876 X-108.75
N3967 S500 M3	N3877 G1 X-60.84 F65.
N3968 G54	N3878 G0 X-111.25
N3969 B0. C0.	N3879 X-121.25
N3970 G0 X-28.66 Y0. Z15.	N3880
N3971 Z5.	N3881 (DRILL3 3)
N3972 M29 S500	N3882 M5
N3973 G84 X-28.66 Y0. Z-5.97 R4.117 F400.	N3883 T8 M6
N3974 G80	N3884 S437 M3
N3975 Z15.	N3885 G54
N3976	N3886 B-90. C90.
N3977 (DRILL10 2)	N3887 G0 X-116.25 Y63.75 Z-113.
N3978 M5	N3888 X-106.25
N3979 T14 M6	N3889 X-103.75
N3980 S500 M3	N3890 G1 X-54.93 F65.
N3981 G54	N3891 G0 X-106.25
N3982 B0. C0.	N3892 X-116.25
N3983 G0 X29.409 Y23.7 Z15.	N3893
N3984 Z5.	N3894 (DRILL3 4)
N3985 M29 S500	N3895 M5
N3986 G84 X29.409 Y23.7 Z-30. R-1.11 F625.	N3896 T9 M6
N3987 Y-23.7	N3897 S5000 M3
N3988 G80	N3898 G54
N3989 Z15.	N3899 B-90. C90.
N3990	N3900 G0 X-101.25 Y63.75 Z-98.
N3991 M5	N3901 X-91.25
N3992 M30	N3902 X-88.75
	N3903 G1 X-81.75 F333.
N3862 X-53.25	N3904 G0 X-91.25
N3863 X-50.75	N3905 X-101.25
N3864 G1 X-43.75 F3.	N3906
N3865 G0 X-53.25	N3907 (DRILL5)
N3866 X-63.25	N3908 M5
N3867	N3909 T6 M6
N3868 (DRILL3 2)	N3910 S917 M3
N3869 M5	N3911 G54
N3870 T7 M6	N3912 B0. C0.
N3871 S873 M3	N3913 G0 X29.409 Y23.7 Z15.
N3872 G54	N3914 Z5.

N3915	G98 G81 X29.409 Y23.7 Z-7.847 R0. F3.	N3956	G81 X29.409 Y23.7 Z-8. R0. F500.
N3916	Y-23.7	N3957	Y-23.7
N3917	G80	N3958	G80
N3918	X-28.66 Y0. Z5.	N3959	X-28.66 Y0. Z5.
N3919	G81 X-28.66 Y0. Z-1.855 R5. F3.	N3960	G81 X-28.66 Y0. Z-1.5 R5. F500.
N3920	G80	N3961	G80
N3921	Z15.	N3962	Z15.
N3922		N3963	
N3923	(DRILL6)	N3964	(DRILL10)
N3924	M5	N3965	M5
N3925	T10 M6	N3966	T13 M6
N3926	S1040 M3	N3967	S500 M3
N3927	G54	N3968	G54
N3928	B0. C0.	N3969	B0. C0.
N3929	G0 X-28.66 Y0. Z15.	N3970	G0 X-28.66 Y0. Z15.
N3930	Z5.	N3971	Z5.
N3931	G81 X-28.66 Y0. Z-6.735 R5. F65.	N3972	M29 S500
N3932	G80	N3973	G84 X-28.66 Y0. Z-5.97 R4.117 F400.
N3933	Z15.	N3974	G80
N3934		N3975	Z15.
N3935	(DRILL6 2)	N3976	
N3936	M5	N3977	(DRILL10 2)
N3937	T11 M6	N3978	M5
N3938	S642 M3	N3979	T14 M6
N3939	G54	N3980	S500 M3
N3940	B0. C0.	N3981	G54
N3941	G0 X29.409 Y23.7 Z15.	N3982	B0. C0.
N3942	Z5.	N3983	G0 X29.409 Y23.7 Z15.
N3943	G81 X29.409 Y23.7 Z-31.237 R0. F65.	N3984	Z5.
N3944	Y-23.7	N3985	M29 S500
N3945	G80	N3986	G84 X29.409 Y23.7 Z-30. R-1.11 F625.
N3946	Z15.	N3987	Y-23.7
N3947		N3988	G80
N3948	(DRILL8)	N3989	Z15.
N3949	M5	N3990	
N3950	T12 M6	N3991	M5
N3951	S5000 M3	N3992	M30
N3952	G54		
N3953	B0. C0.		
N3954	G0 X29.409 Y23.7 Z15.		
N3955	Z5.		



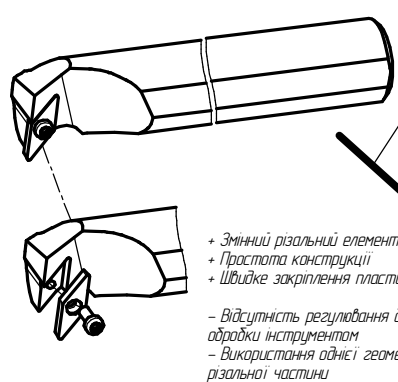
1 Неказани граничні відхилення розмірів по ДСТУ ISO2768-мк.
2 Покриття - Хім. окс. прм.



ДП.МІ-61-102.001.001 ТК				Лист	Маса	Масштаб
Фланець				7	62,27	1:1
Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016				Лист	Листов	1
КПІ ім. Ігоря Сікорського				Формат А2		

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ РОЗТОЧУВАЛЬНОЇ ГОЛОВКИ

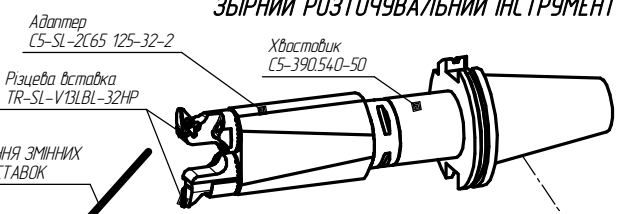
РОЗТОЧУВАЛЬНИЙ РІЗЕЦЬ АЗ2Т-SVUBR 16



ЗАСТОСУВАННЯ ЗМІННИХ НЕПЕРЕТОЧУВАНИХ ТВЕРДОСЛІВНИХ ПЛАСТИНОК

- + Змінний різальний елемент
- + Простота конструкції
- + Швидке закріплення пластини
- Відсутність регулювання діаметру обробки інструментом
- Використання однієї геометрії різальної частини

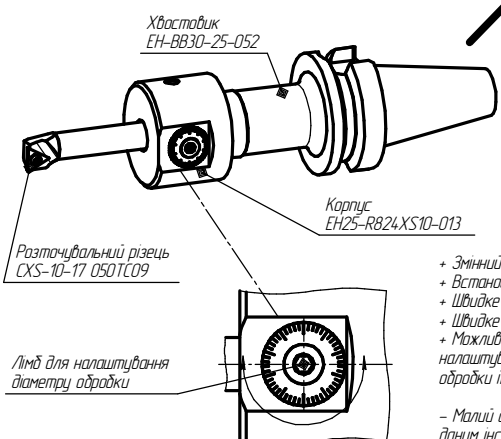
ЗБІРНИЙ РОЗТОЧУВАЛЬНИЙ ІНСТРУМЕНТ



ЗАСТОСУВАННЯ ЗМІННИХ РІЗЦЕВИХ ВСТАВОК

- + Змінний різальний елемент
- + Різцеві вставки
- + Швидке закріплення пластини
- + Швидке встановлення вставки
- + Два різальних елемента
- Відсутність регулювання діаметру обробки інструментом

ЗБІРНИЙ РОЗТОЧУВАЛЬНИЙ ІНСТРУМЕНТ

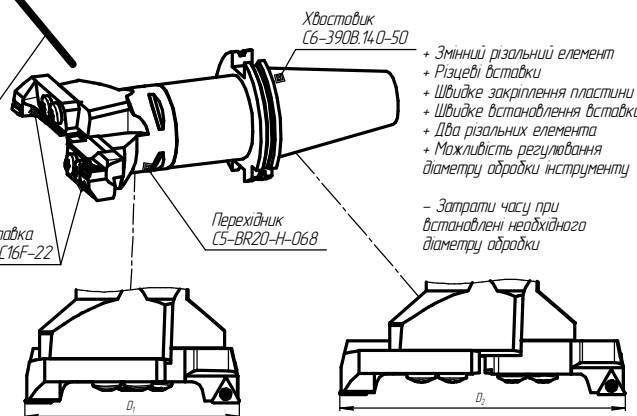


МОЖЛИВІСТЬ НАЛАШТУВАННЯ ДІАМЕТРУ ОБРОБКИ БЕЗ ЗАСТОСУВАННЯ ДОПОМІЖНИХ ПРИСТРОЇВ

МОЖЛИВІСТЬ РЕГУЛЮВАННЯ ДІАМЕТРУ ОБРОБКИ

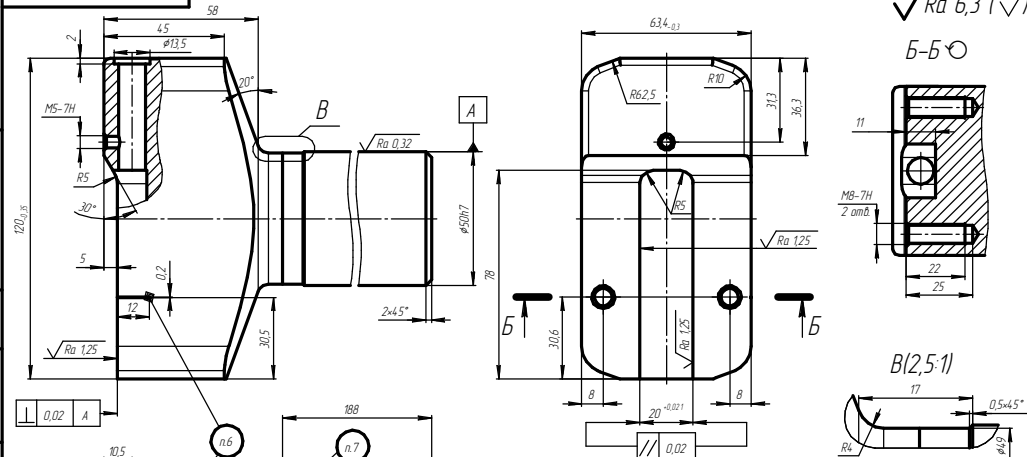
- + Змінний різальний елемент
- + Встановлення різних різців
- + Швидке закріплення пластини
- + Швидке встановлення різців
- + Можливість регулювання та налаштування діаметру обробки інструментом
- Малий діапазон обробки даним інструментом

ЗБІРНИЙ РОЗТОЧУВАЛЬНИЙ ІНСТРУМЕНТ



- + Змінний різальний елемент
- + Різцеві вставки
- + Швидке закріплення пластини
- + Швидке встановлення вставки
- + Два різальних елемента
- + Можливість регулювання діаметру обробки інструментом
- Затрати часу при встановленні необхідного діаметру обробки

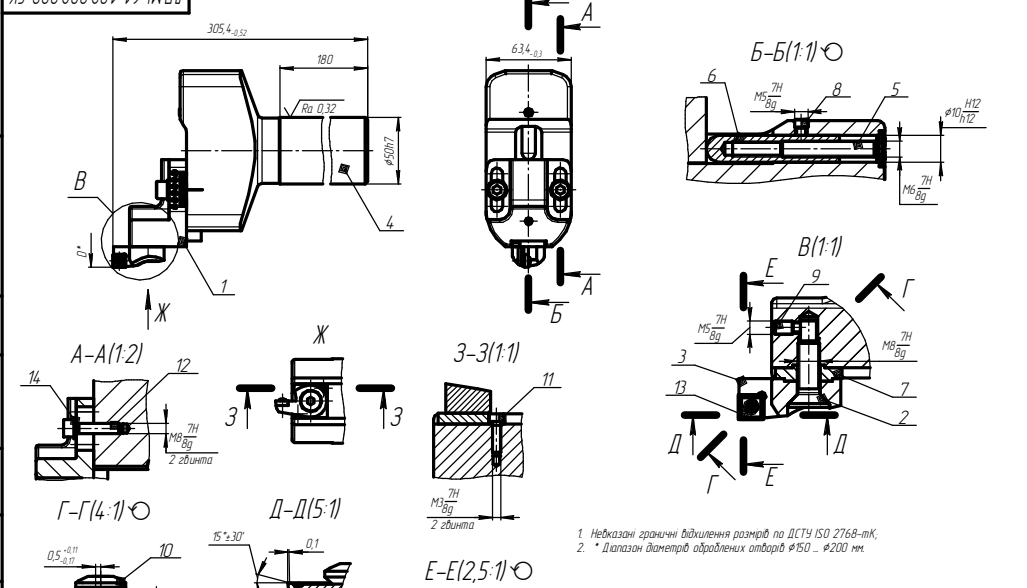
ЖЛ 700200201-19-ИШП



1. НРС 40.45
2. Неказані граничні відхилення розмірів по ДСТУ ISO 2768-мК.
3. Неказані радіуси округлення R=2,5 мм.
4. Неказані значення фасок 1 мм x 45°.
5. Центральні отвори А6,3 ГОСТ 14034-74.
6. Виконати насичку на глибину 0,2 мм.
7. Інертне зварювання тертям.

ДП.МІ-61-102.002.004 ТК				Лист	Маса	Максимум
Корпус				11	5,73	11
Мат. лист	№ докум.	Лист	Штук			
Виробод	Бойко А.О.					
Листов	Красноділь П.О.					
Нижня	КПІ ім. Ігоря Сікорського		Лист	Листов		
Чит.	ММІ КМ МІ-61-1		Формат А3			

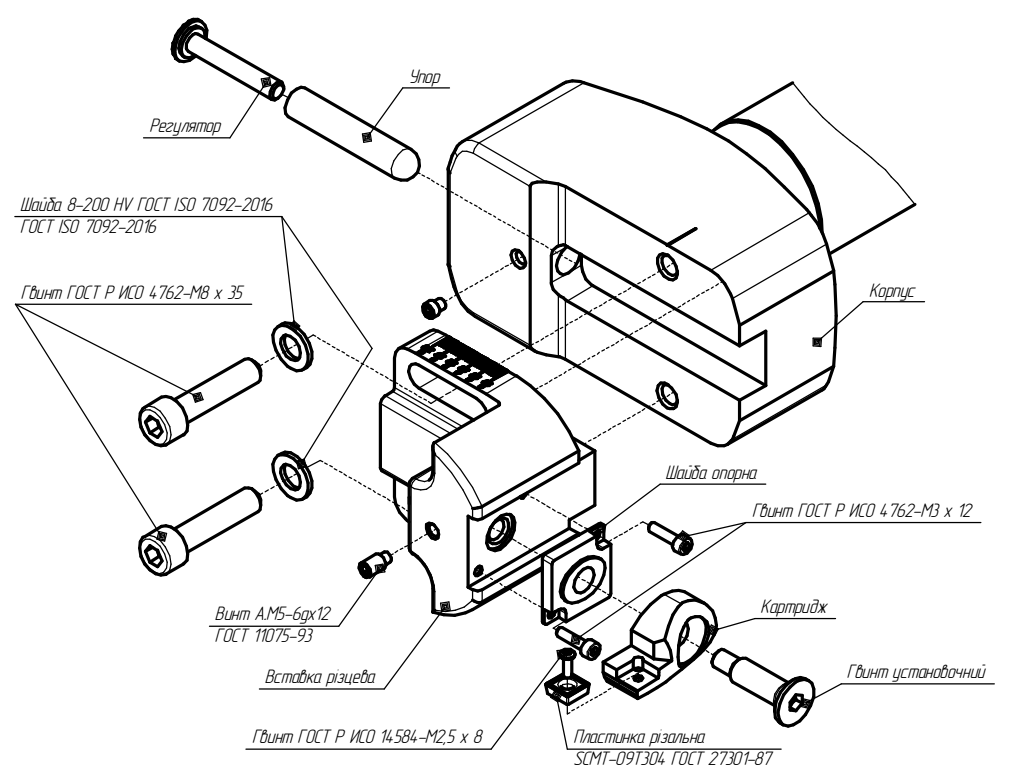
ЖЛ 000200201-19-ИШП



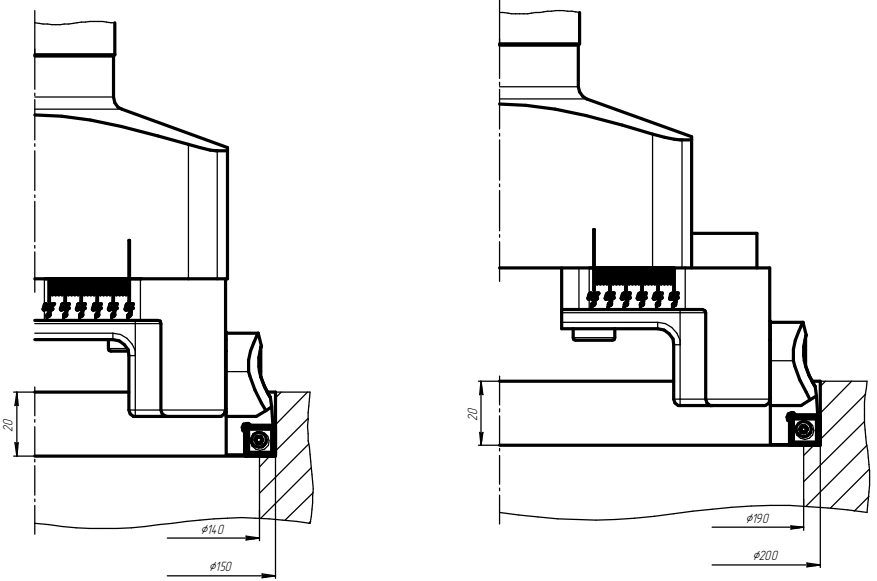
1. Неказані граничні відхилення розмірів по ДСТУ ISO 2768-мК.
2. * Діапазон діаметрів оброблених отворів $\phi 50 \dots \phi 200$ мм.

ДП.МІ-61-102.002.000 СК				Лист	Маса	Максимум
Головка розточна збірна				11	6,7	12
Мат. лист	№ докум.	Лист	Штук			
Виробод	Бойко А.О.					
Листов	Красноділь П.О.					
Нижня	КПІ ім. Ігоря Сікорського		Лист	Листов		
Чит.	ММІ КМ МІ-61-1		Формат А3			

ГОЛОВКА РОЗТОЧНА ЗБІРНА



ДІАПАЗОН ОБРОБКИ $\phi 150 \dots \phi 200$ мм

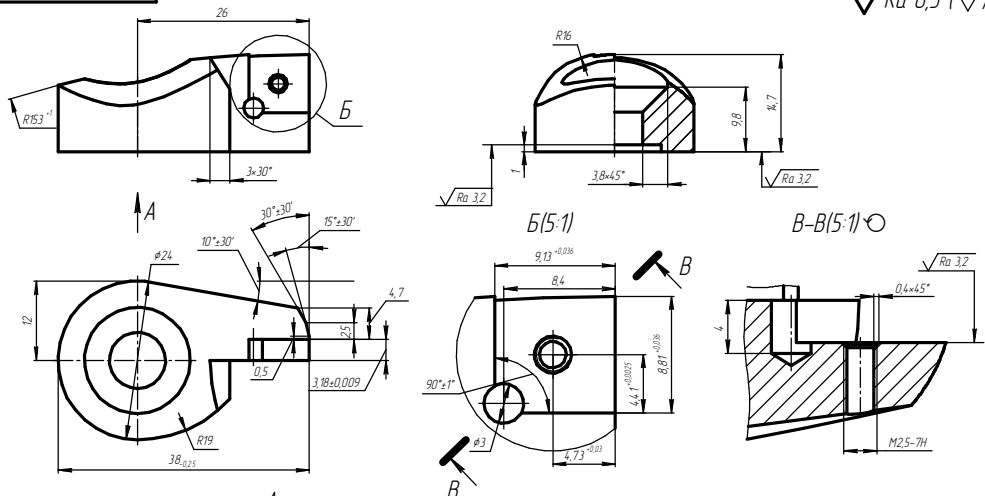


ДП.МІ-61-102.002.008 ЕП

Виконав: ст. гр. МІ-61-1 Бойко А.О.
Перевірив: доц. к.т.н. Красноділь Д.О.

ЖЛ 600200201-19-1W111

√Ra 6,3 (✓)

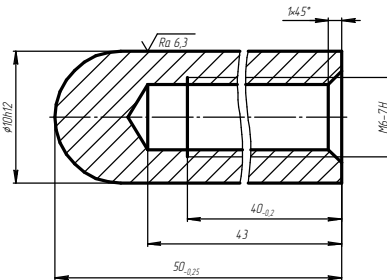


1. НРС 45.50.
2. Неказані граничні відхилення розмірів по ДСТУ ISO 2768-мК.
3. Допуск плоскості пазу під різальну пластину не більше 0,06 мм.

ДП.МІ-61-102.002.003 ТК			
Картридж			
Лист	Масса	Максимум	
1	0,1	2,51	
Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016			
КПІ ім. Ігоря Сікорського		ММІ, КМ, МІ-61-1	
Капіробал		Формат А3	

ЖЛ 900200201-19-1W111

√Ra 12,5 (✓)

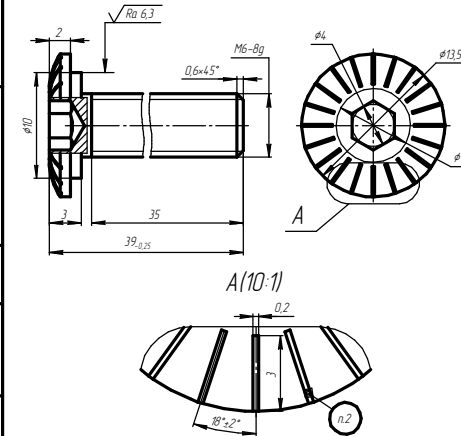


1. Неказані граничні відхилення розмірів по ДСТУ ISO 2768-мК.

ДП.МІ-61-102.002.006 ТК			
Упор			
Лист	Масса	Максимум	
1	0,02	5,1	
Сталь 30ХГСА ГОСТ 4543-2016			
КПІ ім. Ігоря Сікорського		ММІ, КМ, МІ-61-1	
Капіробал		Формат А4	

ЖЛ 500200201-19-1W111

√Ra 12,5 (✓)

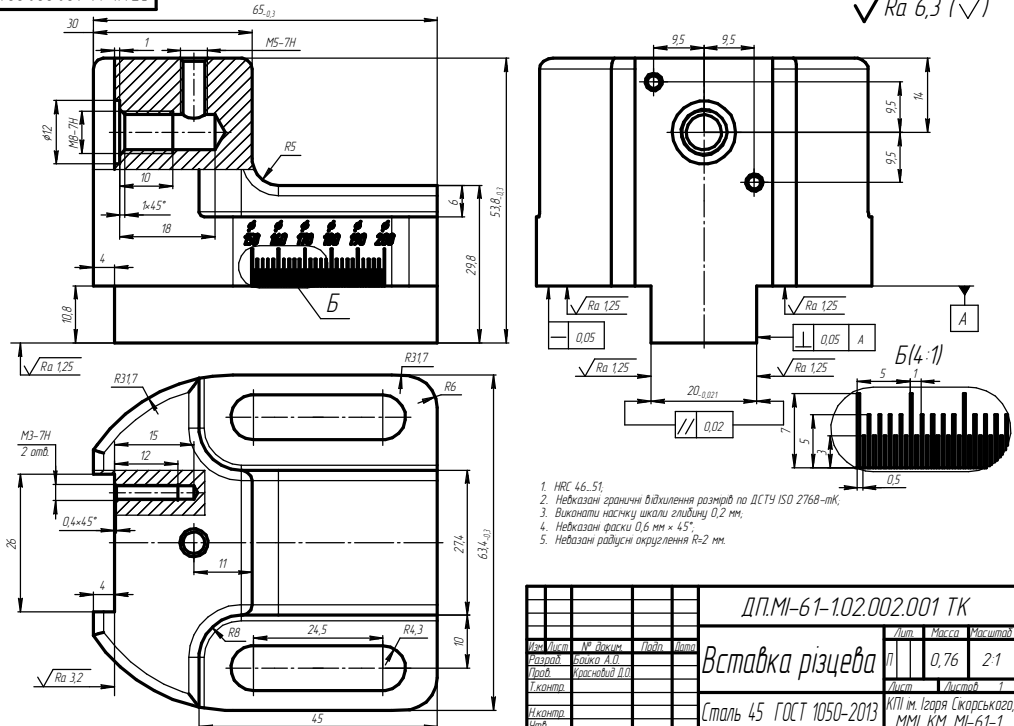


1. Неказані граничні відхилення розмірів по ДСТУ ISO 2768-мК.
2. Виконати настижні шкали - 20 поділок на глибину 0,2 мм.

ДП.МІ-61-102.002.005 ТК			
Регулятор			
Лист	Масса	Максимум	
1	0,01	4,1	
Сталь 25 ГОСТ 1050-2013			
КПІ ім. Ігоря Сікорського		ММІ, КМ, МІ-61-1	
Капіробал		Формат А4	

ЖЛ 200200201-19-1W111

√Ra 6,3 (✓)

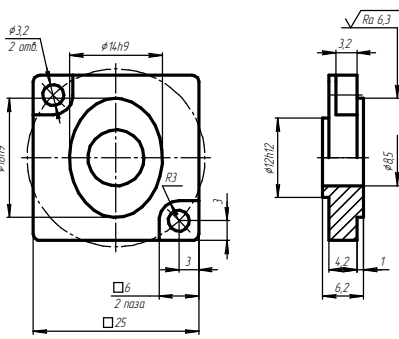


1. НРС 46.51.
2. Неказані граничні відхилення розмірів по ДСТУ ISO 2768-мК.
3. Виконати настижні шкали глибиною 0,2 мм.
4. Неказані фаски 0,6 мм × 45°.
5. Неказані радіуси округлення R-2 мм.

ДП.МІ-61-102.002.001 ТК			
Вставка різцева			
Лист	Масса	Максимум	
1	0,76	2,1	
Сталь 45 ГОСТ 1050-2013			
КПІ ім. Ігоря Сікорського		ММІ, КМ, МІ-61-1	
Капіробал		Формат А3	

ЖЛ 000200201-19-1W111

√Ra 12,5 (✓)

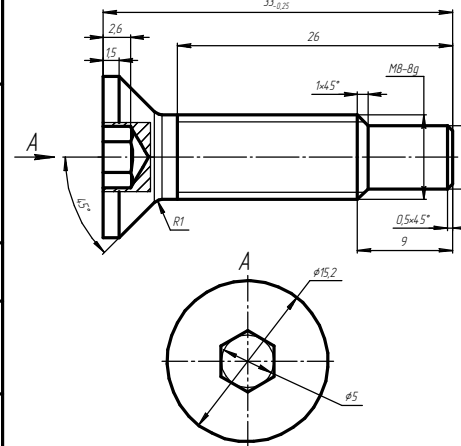


1. Неказані граничні відхилення розмірів по ДСТУ ISO 2768-мК.
2. Неказані радіуси округлення R-1 мм.

ДП.МІ-61-102.002.007 ТК			
Шайба опорна			
Лист	Масса	Максимум	
1	0,02	2,51	
Сталь 45 ГОСТ 1050-2013			
КПІ ім. Ігоря Сікорського		ММІ, КМ, МІ-61-1	
Капіробал		Формат А4	

ЖЛ 100200201-19-1W111

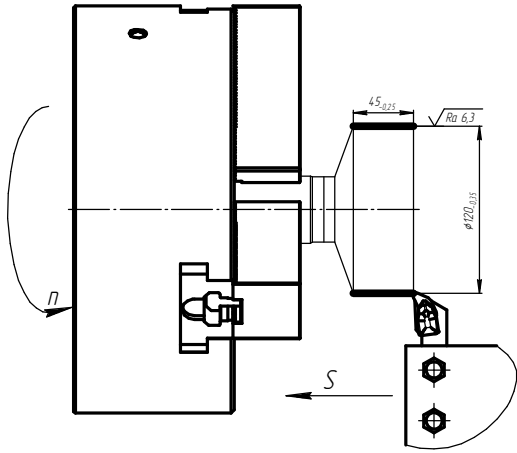
√Ra 12,5 (✓)



1. Неказані граничні відхилення розмірів по ДСТУ ISO 2768-мК.

ДП.МІ-61-102.002.002 ТК			
Гвинт установочний			
Лист	Масса	Максимум	
1	0,01	4,1	
Сталь 25 ГОСТ 1050-2013			
КПІ ім. Ігоря Сікорського		ММІ, КМ, МІ-61-1	
Капіробал		Формат А4	

1.003.003.001-61-102.003.001



Зніст переходу:
Точити зовнішню циліндричну поверхню робочої частини корпусу розташованої головки з $\phi 128$ мм до $\phi 125$ мм на довжину 45 мм.

Верстат:
Токарний верстат моделі СЧ4.00М.

Приспособлення для закріплення заготовки:
Патрон 3-х кулачковий 7100-0006 ГОСТ 2675-80.

Приспособлення для закріплення інструменту:
Різцетримач 4-х позиційний.

Різальний інструмент:
Різьба СР-250-12-11 з твердосплавної пластинки Т15К6 ГОСТ 3882-74.

Вимірний інструмент:
Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,05 ГОСТ 166-89.

ДП.МІ-61-102.003.001

Операція 40
Токарна

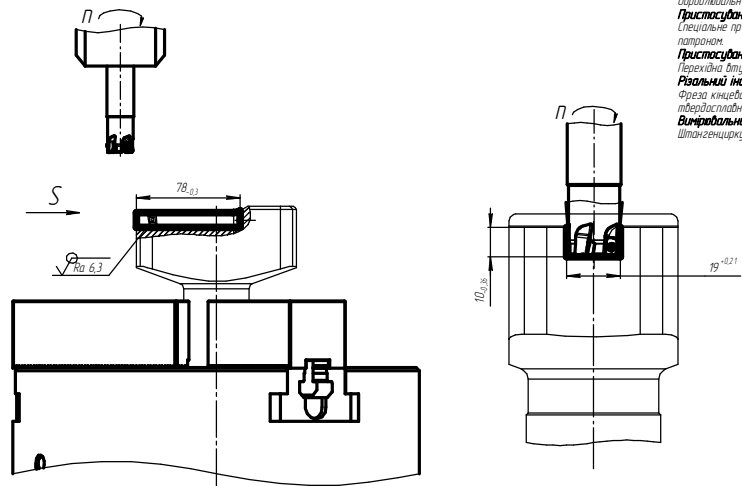
Лист	Маса	Масштаб
1		1:2

Глибина різання t , мм	Подача на одерт S_z , мм/од	Швидкість різання V , м/хв	Частота обертання n , об/хв	Сила різання F_z , Н	Основний час $T_{осн}$, хв
15	0,2	367,5	913,9	693,6	0,26

Мет	Лист	№ докум	Підп	Підп
Різьба	Воложа А.О			
Лінійка	Краснової Д.О			
Інженер				
Чай				

Копіювальний Формат А3

1.003.003.002-61-102.003.002



Зніст переходу:
Фрезерувати паз начерно шириною 10 мм та глибиною 19 мм на довжину 78 мм.

Верстат:
Оброблювальний центр з ЧПК МВ204Р.

Приспособлення для закріплення заготовки:
Спеціальне приспособлення з 3-х кулачковим патроном.

Приспособлення для закріплення інструменту:
Перехідна втулка.

Різальний інструмент:
Фреза кінцева ФР340-1905 ХА 164.0 з твердосплавної пластинки Т15К6 ГОСТ 3882-74.

Вимірний інструмент:
Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,05 ГОСТ 166-89.

ДП.МІ-61-102.003.002

Операція 45
Багатоцифрова

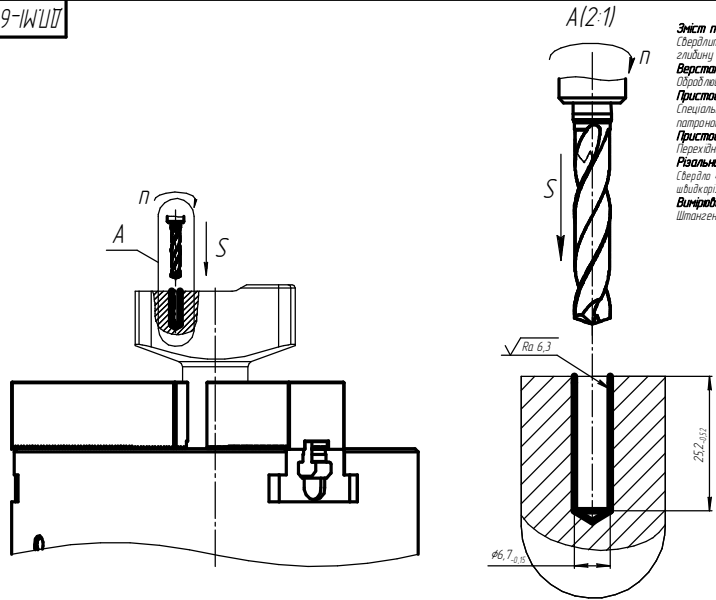
Лист	Маса	Масштаб
1		1:2

Глибина різання t , мм	Ширину різання B , мм	Подача на зуб S_z , мм/зуб	Подача хвильщина $S_{хв}$, мм/хв	Швидкість різання V , м/хв	Частота обертання n , об/хв	Тангенціальна сила різання F_t , Н	Основний час $T_{осн}$, хв
19	10	0,05	14,82	88,46	1481,98	2285,8	0,57

Мет	Лист	№ докум	Підп	Підп
Різьба	Воложа А.О			
Лінійка	Краснової Д.О			
Інженер				
Чай				

Копіювальний Формат А3

1.003.003.003-61-102.003.003



Зніст переходу:
Свердлити отвір $\phi 6,7$ мм під різьбу М8-7Н на глибину 25,2 мм.

Верстат:
Оброблювальний центр з ЧПК МВ204Р.

Приспособлення для закріплення заготовки:
Спеціальне приспособлення з 3-х кулачковим патроном.

Приспособлення для закріплення інструменту:
Перехідна втулка.

Різальний інструмент:
Свердло 4801-0500-03841-ХМ БСЗ, матеріал - швидкозносна сталь ВБМС ГОСТ 19265-73.

Вимірний інструмент:
Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,05 ГОСТ 166-89.

ДП.МІ-61-102.003.003

Операція 45
Багатоцифрова

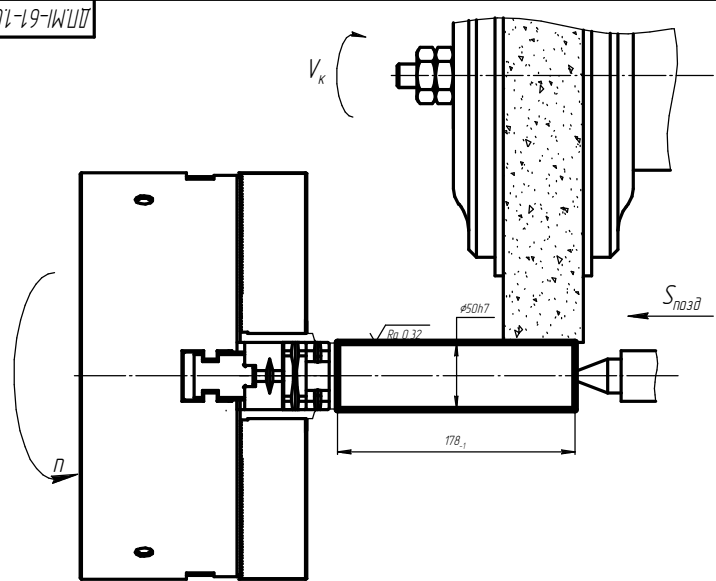
Лист	Маса	Масштаб
1		1:2

Глибина різання t , мм	Подача на одерт S_z , мм/од	Швидкість різання V , м/хв	Частота обертання n , об/хв	Сила різання F_z , Н	Основний час $T_{осн}$, хв
3,35	0,15	36,26	1722,79	1026,28	0,12

Мет	Лист	№ докум	Підп	Підп
Різьба	Воложа А.О			
Лінійка	Краснової Д.О			
Інженер				
Чай				

Копіювальний Формат А3

1.003.003.004-61-102.003.004



Зніст переходу:
Шліфувати хвостик начисто $\phi 50H7$ мм на довжину 178 мм.

Верстат:
Варіабельний верстат С20Р-50М.

Приспособлення для закріплення заготовки:
Патрон 4-х кулачковий 7103-0040 ГОСТ 3890-82, центр.

Приспособлення для закріплення інструменту:
Верстатне приспособлення.

Різальний інструмент:
Шліфувальний круг ПП 400х60х150 434 40 СМ2 К2 35 м/с.

Вимірний інструмент:
Микрометр МКС0-1 ГОСТ 6507-90.

ДП.МІ-61-102.003.004

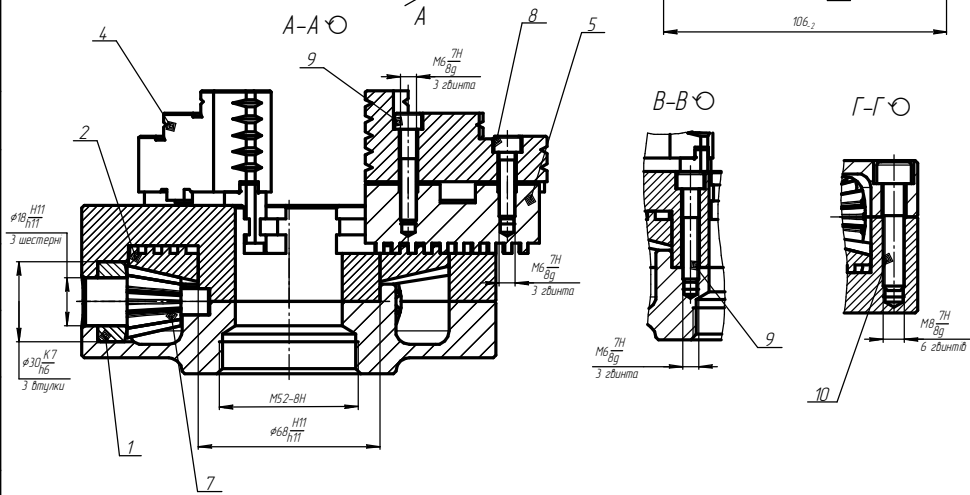
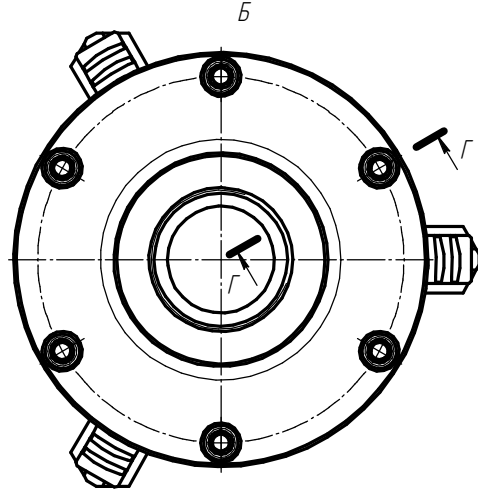
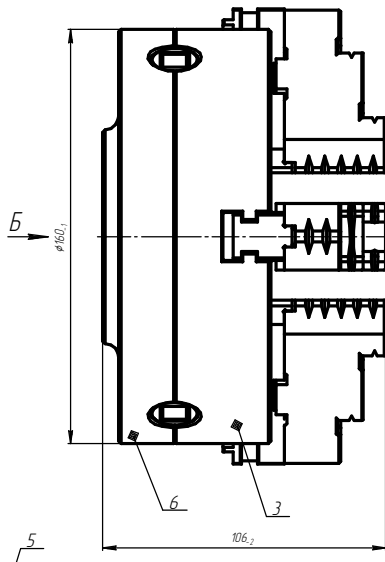
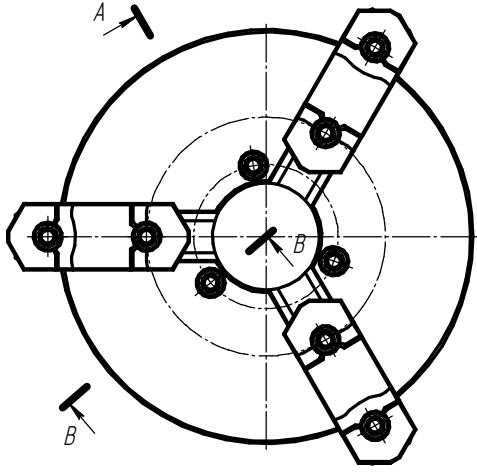
Операція 60
Круглошліфувальна

Лист	Маса	Масштаб
1		1:2

Глибина різання t , мм	Подавання подача $S_{под}$, мм/од	Швидкість обертання заготовки V_1 , м/хв	Швидкість обертання круга V_2 , м/с	Ефективна потужність N_e , кВт	Основний час $T_{осн}$, хв
0,04	20	20	35	6,49	0,41

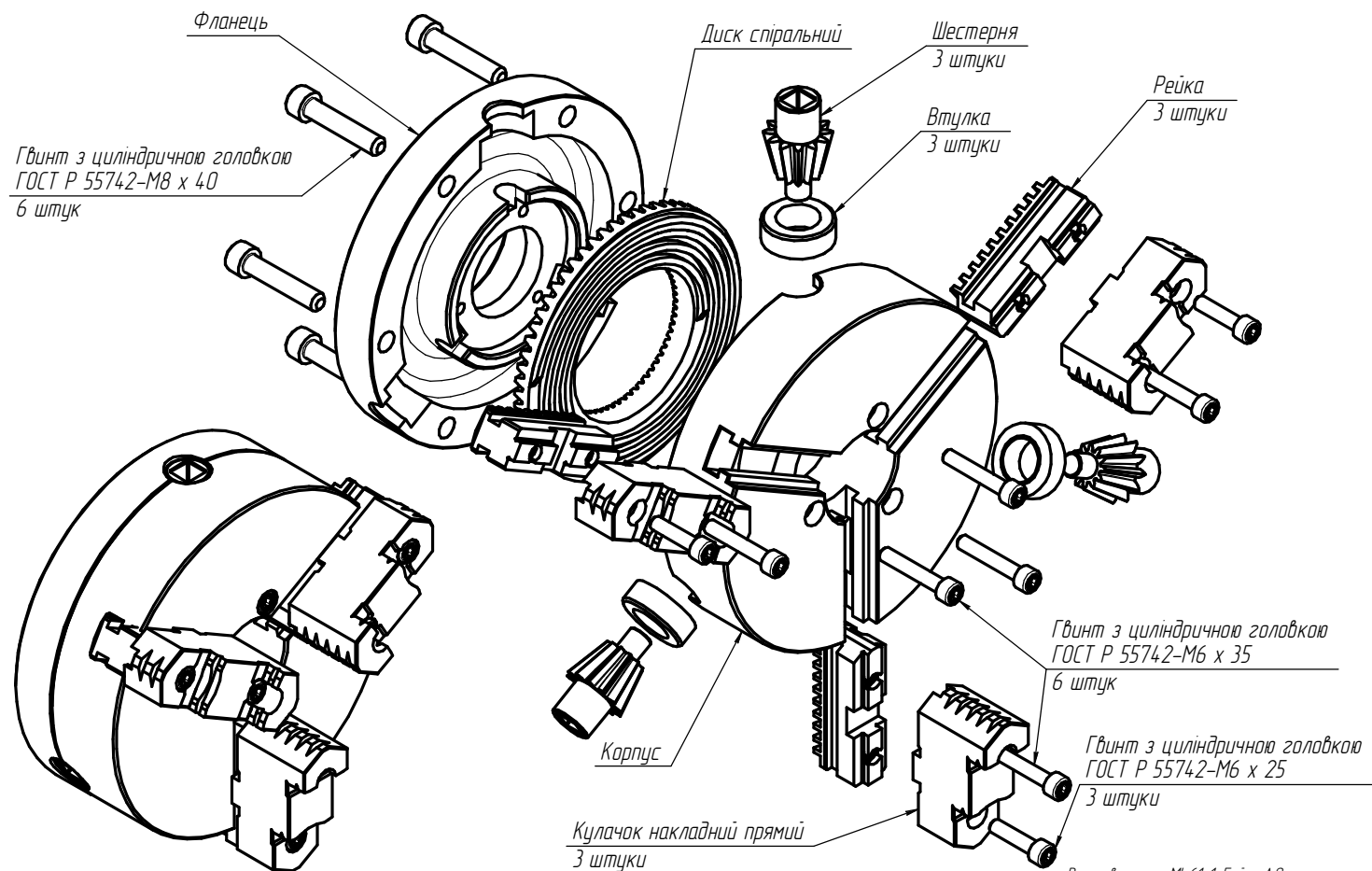
Мет	Лист	№ докум	Підп	Підп
Різьба	Воложа А.О			
Лінійка	Краснової Д.О			
Інженер				
Чай				

Копіювальний Формат А3



Вид	Лист	Обозначение	Наименование	Кол. шт.	Примечание
<i>Детали</i>					
1			Втулка	3	
2			Диск спиральный	1	
3			Корпус	1	
4			Кулачок накладный прямой	3	
5			Рейка	3	
6			Фланец	1	
7			Шестерня	3	
<i>Стандартные изделия</i>					
8			Гвинт ГОСТ Р 55742-М6 х 25	3	
9			Гвинт ГОСТ Р 55742-М6 х 35	6	
10			Гвинт ГОСТ Р 55742-М8 х 40	6	
ДПМ-61-102.004.001 СК					
3-ьох кулачковый патрон				Лит. Масса	Масштаб
				п 7,7	11
Лист 1 из 1					
КПН им. Игоря Сикорского					
ММ М-61-1					
Формат А2					

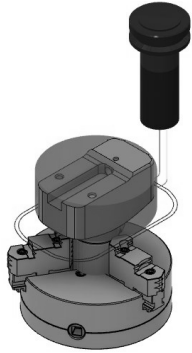
КОНСТРУКЦИЯ 3-ЬОХ КУЛАЧКОВОГО ПАТРОНУ ТА 3D МОДЕЛЬ



РОЗРОБКА КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ ОПЕРАЦІЇ З ЧПК 45 БАГАТОЦІЛЬОВА

Перехід №1

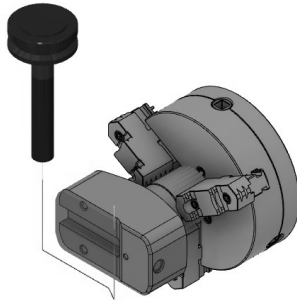
Фрезерування контуру витримуючи розміри 120 мм, 63,4 мм, R10 мм, R62,5 мм



N22 (2D CONTOUR1)
N23 M5
N24 T1 M6
N25 S776 M3
N26 G54
N27 G0 B0. CO.
N28 G17
N29 G0 X-96. Y-4. Z15
N30 Z5.
N31 G94 G1 Z1. F60.
N32 Z-52.21
N3782 G0 Z15.
N3783 G17

Перехід №2

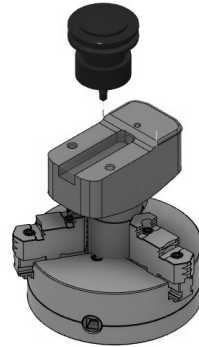
Фрезерування торця та уступу на глибину 4,8 мм витримуючи розмір 78 мм та 150°



N3785 (TRACE3 1)
N3786 M5
N3787 T2 M6
N3788 S776 M3
N3789 G54
N3790 G0 B-90. CO.
N3791 G0 X71. Y-210.
Z-14.25
N3792 Y-184.2
N3793 G1 Y-107.5 F231.
N3794 X-12.321
N3795 X-28.187 Z-133.34
N3796 Y-184.2
N3797 G0 Y-210.

Перехід №3

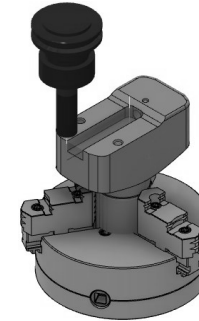
Фрезерування округлення R2,5 мм



N3799 (2D CONTOUR2)
N3800 M5
N3801 T3 M6
N3802 S6468 M3
N3803 G54
N3804 B0. CO.
N3805 G0 X-19.13 Y-33.3
Z15
N3806 Z5.
N3807 G1 Z1. F61.
N3808 Z-23
N3809 G19 G3 Y-331
Z-25 R0.2 F183.
N3824 G0 Z15.
N3825 G17

Перехід №4

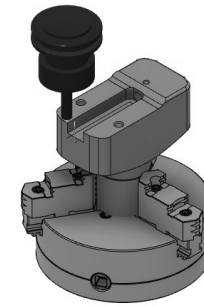
Фрезерування пазу начорно шириною 19 мм на глибину 10 мм на довжину 77 мм



N3827 (TRACE6)
N3828 M5
N3829 T4 M6
N3830 S1078 M3
N3831 G54
N3832 G0 B0. CO.
N3833 G0 X70. Y0. Z15
N3834 Z2.
N3835 G1 Z-16. F182
N3836 X-8.5
N3837 Z2.
N3838 G0 Z15

Перехід №5

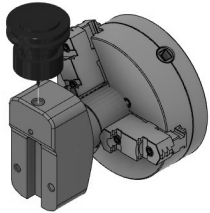
Фрезерування пазу начисто шириною 20 мм на глибину 10 мм на довжину 78 мм



N3840 (TRACE7)
N3841 M5
N3842 T5 M6
N3843 S1940 M3
N3844 G54
N3845 B0. CO.
N3846 G0 X66. Y-5. Z7.
N3847 Z2.
N3848 G1 Z-16. F232.
N3849 X-13.
N3850 Y5
N3851 X66.
N3852 Z2.
N3853 G0 Z7.

Перехід №6

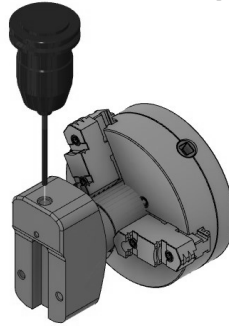
Центрування отвору $\phi 1$ мм на глибину 2 мм



N3855 (DRILL3)
N3856 M5
N3857 T6 M6
N3858 S917 M3
N3859 G54
N3860 B-90. CO.
N3861 G0 X-63.25
Y63.75 Z-60.
N3862 X-53.25
N3863 X-50.75
N3864 G1 X-4.375 F3.
N3865 G0 X-53.25
N3866 X-63.25

Перехід №7

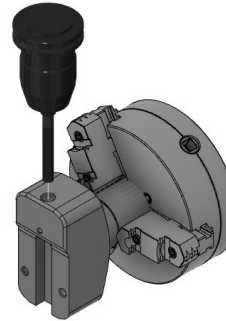
Свердління отвору $\phi 5$ мм на глибину 42 мм



N3868 (DRILL3 2)
N3869 M5
N3870 T7 M6
N3871 S873 M3
N3872 G54
N3873 B-90. CO.
N3874 G0 X-121.25
Y63.75 Z-118.
N3875 X-111.25
N3876 X-108.75
N3877 G1 X-60.84. F65.
N3878 G0 X-111.25
N3879 X-121.25

Перехід №8

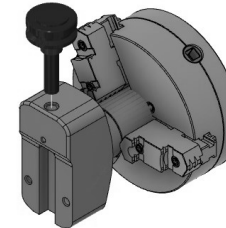
Розсвердлення отвору $\phi 5$ мм до $\phi 10$ мм на глибину 42 мм



N3881 (DRILL3 3)
N3882 M5
N3883 T8 M6
N3884 S437 M3
N3885 G54
N3886 B-90. CO.
N3887 G0 X-116.25
Y63.75 Z-113.
N3888 X-106.25
N3889 X-103.75
N3890 G1 X-54.93 F65.
N3891 G0 X-106.25
N3892 X-116.25

Перехід №9

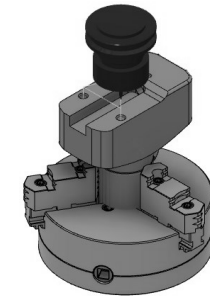
Цеккування отвору $\phi 13,5$ мм на глибину 2 мм



N3894 (DRILL3 4)
N3895 M5
N3896 T9 M6
N3897 S5000 M3
N3898 G54
N3899 B-90. CO.
N3900 G0 X-101.25
Y63.75 Z-98.
N3901 X-91.25
N3902 X-88.75
N3903 G1 X-81.75 F333.
N3904 G0 X-91.25
N3905 X-101.25

Перехід №10

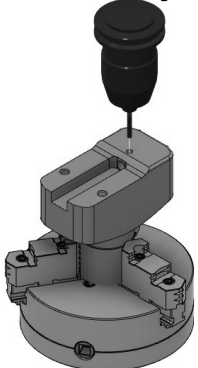
Центрування трьох отворів $\phi 1$ мм на глибину 2 мм



N3907 (DRILLS)
N3908 M5
N3909 T6 M6
N3910 S917 M3
N3911 G54
N3912 B0. CO.
N3913 G0 X29.409
Y23.7 Z15.
N3914 Z5.
N3915 G98 G81 X29.409
Y23.7 Z-78.47 R0. F3.
N3916 Y-23.7
N3917 G80
N3918 X-28.66 Y0. Z5.
N3919 G81 X-28.66 Y0.
Z-1855 R5. F3.
N3920 G80
N3921 Z15.

Перехід №11

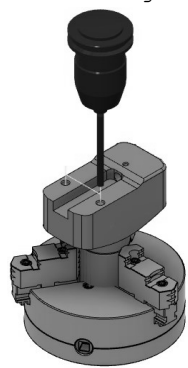
Свердління отвору $\phi 4,2$ мм на глибину 5,5 мм



N3923 (DRILL6)
N3924 M5
N3925 T10 M6
N3926 S1040 M3
N3927 G54
N3928 B0. CO.
N3929 G0 X-28.66
Y0. Z15.
N3930 Z5.
N3931 G81 X-28.66
Y0. Z-6.735
R5. F65.
N3932 G80
N3933 Z15.

Перехід №12

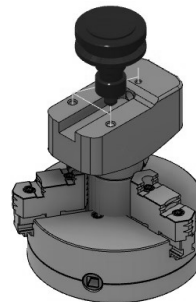
Свердління отвору $\phi 6,8$ мм на глибину 25 мм



N3935 (DRILL6 2)
N3936 M5
N3937 T11 M6
N3938 S642 M3
N3939 G54
N3940 B0. CO.
N3941 G0 X29.409
Y23.7 Z15.
N3942 Z5.
N3943 G81 X29.409
Y23.7 Z-31.237
R0. F65.
N3944 Y-23.7
N3945 G80
N3946 Z15.

Перехід №13

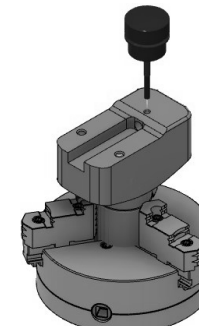
Точіння фаски в отворах 1 мм x 45°



N3948 (DRILL8)
N3949 M5
N3950 T12 M6
N3951 S5000 M3
N3952 G54
N3953 B0. CO.
N3954 G0 X29.409
Y23.7 Z15.
N3955 Z5.
N3956 G81 X29.409
Y23.7 Z-8.
R0. F500.
N3957 Y-23.7
N3958 G80
N3959 X-28.66 Y0. Z5.
N3960 G81 X-28.66 Y0.
Z-15 R5. F500.
N3961 G80
N3962 Z15.

Перехід №14

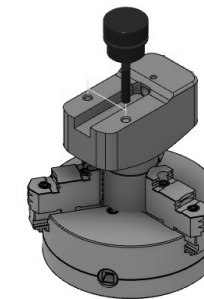
Нарізання різьби в отворі M5-7H



N3964 (DRILL10)
N3965 M5
N3966 T13 M6
N3967 S500 M3
N3968 G54
N3969 B0. CO.
N3970 G0 X-28.66
Y0. Z15.
N3971 Z5.
N3972 M29 S500
N3973 G84 X-28.66
Y0. Z-5.97
R4.117 F400.
N3974 G80
N3975 Z15.

Перехід №15

Нарізання різьби в двох отворах M8-7H



N3977 (DRILL10 2)
N3978 M5
N3979 T14 M6
N3980 S500 M3
N3981 G54
N3982 B0. CO.
N3983 G0 X29.409
Y23.7 Z15.
N3984 Z5.
N3985 M29 S500
N3986 G84 X29.409
Y23.7 Z-30.
R-111 F625.
N3987 Y-23.7
N3988 G80
N3989 Z15.