

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

**Механіко-машинобудівний інститут**

**Кафедра конструювання машин**

До захисту допущено:

В.о.завідувача кафедри

\_\_\_\_\_ Олександр ОХРІМЕНКО

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Дипломний проєкт**

**на здобуття ступеня бакалавра**

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

**спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»**

**на тему: «Різець розточний для оброблення нержавіючої сталі»**

Виконав (-ла):

студент (-ка) IV курсу, групи МІ-61-1

Михалюк Тетяна Сергіївна

Керівник:

Доцент, кандидат технічних наук,

Вовк Вячеслав Володимирович \_\_\_\_\_

Рецензент: \_\_\_\_\_

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

Студент (-ка) \_\_\_\_\_

Київ – 2020 року

## Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: Різець розточний для оброблення нержавіючої сталі

---

---

---

Київ – 2020 року

					<b>ДП.МІ611.09.000.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

**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

В.о.завідувача кафедри

\_\_\_\_\_ Олександр ОХРИМЕНКО

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на дипломний проєкт студенту**  
**Михалюк Тетяна Сергіївна**

1. Тема проєкту «**Різець розточний для оброблення нержавіючої сталі**», керівник проєкту Вовк Вячеслав Володимирович, доцент, кандидат технічних наук, затверджені наказом по університету від «20 \_\_» \_\_ травня 2020 р. №1120-с
2. Термін подання студентом проєкту 10.06.20
3. Вихідні дані до проєкту Діаметр розточування 65 мм, глибина 25, матеріал нержавіюча сталь марки 12Х18Н10Т, матеріал змінної твердосплавної різальної пластини ВК8, матеріал державки різця 40х
4. Зміст пояснювальної записки Огляд та аналіз конструкції різця, проектний розрахунок технології виготовлення різця, оптимізація технологічного маршруту, розробка керуючої програми верстату з ЧПК, розробка пристосувань для фрезерування пазу на державці.
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) Синтез конструкції розточного різця, збірне креслення різця, робоче креслення державки, рафічне зображення 3-х операцій технологічного маршруту, розробка керуючої програми, креслення пристосування
6. Дата видачі завдання 04/03/2020

					<b>ДП.МІ611.09.000.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		<b>3</b>

## Календарний план

№ З/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Синтез конструкцій різця	18/03/2020	
2	Проектні розрахунки інструменті	08/04/2020	
3	Технологія виготовлення різця	22/04/2020	
4	Розробка керуючої програми для верстату з ЧПК	05/05/2020	
5	Розрахунок та проектування пристосування для фрезерування пазу під пластину	21/05/2020	

Студент \_\_\_\_\_ Михалюк Т.С.

Керівник проекту \_\_\_\_\_ Вовк В.В.

					<b>ДП.МІ611.09.000.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

ЗАТВЕРДЖУЮ

О.А.Охріменко

"\_\_" \_\_\_\_ 20\_\_ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ ДО ПРОЕКТУ	
Тема проекту	Різець розточний для оброблення нержавіючої сталі
Зміст проекту	Розробити конструкцію та технологію виготовлення різця для розточки глухого отвору
Технічні умови до проекту	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Матеріал деталі – нержавіюча сталь</li><li>2. Глибина отвору - 25 мм</li><li>3. Тип отвору – глухий</li><li>4. Різальна частина різця – зі змінними багатограничними твердосплавними пластинами</li><li>5. Змінні різальні елементи мають багатошарове покриття</li><li>6. Кількість різальних елементів – один</li><li>7. Кріплення різального елемента – механічне</li><li>8. Тип державки – прямокутного перерізу</li><li>9. Підведення змащувально-охолоджувальної рідини - зовнішнє</li></ol>
Особливі вимоги	Забезпечення подрібнення стружки при розточуванні.

					ДП.МІ611.09.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		5



## Анотація

Мета даного дипломного проекту складається з проектувань розточного різця для обробки отворів діаметром 65 мм в заготовках з нержавіючої сталі.

В роботі були розглянуті стандартні види розточних різців, і на основі їх аналізу був спроектований розточний різець, який задовольняє вибраним критеріям обробки.

Була розроблена технологія розточного різця, порашовані режими різання для операцій оброблення різця. Було розроблене пристосування для обробки паза під пластину фрезеруванням.

Дипломний проект складається з пояснювальної записки, що містить 70 сторінок тексту, 11 таблиць, 30 рисунків, 18 літературних джерел та графічну частину, що включає в себе 5 листів креслень формату А1.

В Inventor було спроектовано даний різець.

Ключові слова: різець, стружколом, нержавіюча сталь, моделювання, Inventor

					<i>ДП.МІ611.09.000.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

## Summuri

The purpose of this thesis is to design a boring cutter for machining holes with a diameter of 65 mm in stainless steel blanks.

The standard types of boring cutters were considered in the work, and on the basis of their analysis a boring cutter was designed, which satisfies the selected processing criteria.

The technology of boring cutter is developed, cutting modes for operations of processing of the cutter are considered. A device was developed for machining a groove under the plate by milling.

This cutter was designed in Inventor.

Explanatory note to the diploma project includes: 70 pages of text, 11 tables, 30 drawings, a list of used sources (18 sources) and a graphical part containing 5 sheets of A1 drawings

Key words: boring cutter, chipbreaker, stainless steel, model, Inventor

					<i>ДП.МІ611.09.000.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>8</i>

<b>Вступ .....</b>	<b>10</b>
<b>1 СИНТЕЗ КОНСТРУКЦІ РОЗТОЧНОГО РІЗЦЯ .....</b>	<b>12</b>
1.1. Характеристика оброблюваного матеріалу .....	12
1.2. Вибір матеріалу для розточного різця .....	13
1.3. Аналіз конструкцій розточних різців .....	14
1.4. Аналіз методів кріплення змінних пластин з твердого сплаву в розточних різцях .....	15
1.5. Аналіз змінної непереточувальної пластини .....	17
1.6. Аналіз стружколомів для оброблення нержавіючої сталі .....	20
<b>2 РОЗРОБКА І РОЗРАХУНКИ ІНСТРУМЕНТУ.....</b>	<b>23</b>
<b>3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕРЖАВКИ РІЗЦЯ .....</b>	<b>30</b>
3.1. Основні логічні вимоги до виготовлення державки розточного різця зі змінною пластиною .....	30
3.2. Базові маршрути виготовлення державки різця .....	31
3.3. Основні механічні та фінішні операції .....	31
3.4. Побудова узагальненого маршруту виготовлення різця .....	34
3.5. Побудова узагальненого графу .....	36
3.6. Оцінка технологічних маршрутів виготовлення різця за логічними критеріями .....	37
3.7. Оптимізація технологічних маршрутів виготовлення різця .....	42
3.8. Маршрутно-операційна технологія виготовлення інструменту .....	48
3.9. Розрахунок режимів різання .....	56
<b>4 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ФРЕЗЕРУВАННЯ ПАЗУ ПІД ПЛАСТИНУ .....</b>	<b>57</b>

4.1. Опис пристосування для оброблення паза під пластину на розточному різцію .....	57
4.2. Розрахунок сили притискання прижиму .....	58
<b>5 РОЗРОБКА КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ ВЕРСТАТУ З ЧПК.....</b>	<b>59</b>
<b>Висновок .....</b>	<b>70</b>
<b>Список використаної літератури.....</b>	<b>71</b>
<b>Додатки.....</b>	<b>73</b>

## Вступ

Нержавіюча сталь являється одним з різновидів легованої сталі, яка має стійкість до корозії за рахунок хрому в її складі (від дванадцяти відсотків і більше). В поєднанні з киснем утворюється оксид хрому, який створює на поверхні сталі інертну плівку, що і захищає деталь від різних негативних впливів в самих різних середовищах. Але нержавіючі сталі мають і інші корисні властивості, такі як: висока міцність, пластичність, ненамагнічуваність, так само вони мають і чудові механічні властивості при високих температурах: добре зварюються та інші.

Так що не дивно, що саме ці сталі почали використовувати в самих різноманітних галузях і отримали таку популярність серед виробників. Але не все так просто, адже саме через наявність легуючих елементів, нержавіючі сталі і вважають "тяжкими" в плані механічної обробки, хоча саме завдяки їм нержавіючі сталі і мають позитивні властивості.

Щоб хоч якось облегшити обробку, використовують абсолютно різні способи і їх комбонування. Наприклад, зазвичай за допомогою змінних пластин і використанням ЗОТС. Так само часто використовують охолодження під високих тиском, але мінусом являється велика витрата охолоджуючої рідини.

І один з головних етапів полегшення обробки нержавіючої сталі - використання змінних твердосплавних пластин зі спеціальним стружколомом для нержавіючої сталі. Адже стружка нержавіючої сталі утворює довгі спіралі, які негативно впливають на обробку деталі і можуть її пошкодити. Стружколоми використовують для того, щоб контролювати зливну стружку, яка може намотуватися на інструмент, тим самим виводити його з ладу; намотуватися на деталь, перешкоджаючи оброблені, що може призвести до незапланованим витратам на оброблювальний матеріал та може травмувати оператора.

					<b>ДП.МІ611.09.000.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Метою дипломного проекту є розроблення конструкції та технологічно процесу виготовлення токарного розточного різця з шестигранною твердосплавною пластиною для розточування отвору в заготовці діаметром 65 мм з нержавіючої сталі.

Для виконання мети дипломного проекту потрібно перш за все виконати аналіз різних конструкцій токарних розточних різців зі змінними твердосплавними пластинами.

За чим слідує проектування токарного різця, створення його 3D моделі та креслення.

Далі йде дослідження різних шляхів виготовлення різця і вибір найбільш оптимального. Після чого створюється технологічний процес виготовлення розточного різця.

Передостанній етап – створення пристосування для обробки паза під пластину. З відповідними розрахунками.

І останній етап – створення симуляції обробки паза під пластину з отриманням G-кода для обробки на ЧПК станку.

					<i>ДП.МІ611.09.000.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

# СИНТЕЗ КОНСТРУКЦІЇ РОЗТОЧНОГО РІЗЦЯ

## 1.1. Характеристика оброблюваного матеріалу

Нержавіюча сталь марки 12Х18Н10Т відноситься до класу хромомарганцевих високолегованих сплавів. Дані легуючі елементи роблять значний вплив на загальні властивості: хром підвищує прокатливість і загальну твердість, рівно розподілене по всьому об'єму, марганець - дає здатність при статичних і ударних навантаженнях зберігати структуру і перешкоджати пошкодженням.

Як і будь-яка інша нержавіюча сталь, 12Х18Н10Т здатна постійно функціонувати в умовах хімічно активного середовища, причому мова йде про досить пристойною концентрації кислот або лугів. 12Х18Н10Т характеризується високою ударною в'язкістю і пластичністю, так як і стійкість до різних видів навантажень, в тому числі і комбінованим.

Особливості хімічного складу роблять її технологічно - зручною для різних видів обробки.

Але головним недоліком даної сталі – є відносно низька стійкість до корозії в середі з високим вмістом іонів хлора, сірної і соляної кислоти.

Сталь 12Х18Н10Т - аналог AISI 321 (один з найбільш затребуваних нержавіючих сплавів в США). В інших країнах світу також існують аналоги цієї сталі, які переважно використовуються на внутрішньому ринку. Наприклад, в країнах ЄС це будуть сплави 1.4541 і 1.4878, в Японії - SUS321, в Великобританії - 321S31, а в Південній Кореї - STS321. [1]

Хімічний склад нержавіючої сталі 12Х18Н10Т

Масовая частка елементів сталі 12Х18Н10Т за ГОСТ 5949-75 в Табл.1.1.

Табл.1.1. Хімічний склад нержавіючої сталі 12Х18Н10Т

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Ti	Fe
< 0,12%	< 0,8%	2%	< 0,035%	< 0,02%	17 - 19%	9 - 11%	0,03%	< 0,8%	решта

Механічні властивості сталі 12Х18Н10Т в Табл.1.2:

Табл.1.2. Механічні властивості сталі 12Х18Н10Т

Межа міцності, $\sigma_{0,2}$ , Мпа	Тимчасовий супротив розриву, $\sigma_B$ , Мпа	Відносне видовження при розриві, $\delta_s$ , %	Твердість, НВ
> 196	> 510	40	< 179

Хромонікелетитановая аустенітна сталь 12Х18Н10Т набула найбільшого поширення в промисловості, зважаючи на можливість успішного використання її в різноманітних експлуатаційних умовах.

Вона має високу корозійну стійкість в ряді рідких середовищ, стійка проти міжкристалічної корозії після зварювального нагріву, порівняно мало охрупчується в результаті тривалого впливу високих температур і може бути застосована в якості жароміцного матеріалу при температурах  $\sim 600^\circ \text{C}$ . [2]

## 1.2. Вибір матеріалу для розточного різця

В наш час на ринку представлено величезну кількість сплавів, які можуть задовольнити всі потребуючі характеристики. Потрібно тільки визначитись з ними.

Розточний різець з механічним кріплення має бути жостким. Змінну пластину виготовляють в основному з твердого сплава, а державка різця з іншого матеріалу, який був би дешевшим і підходив під певні характеристики, такі як твердість, міцність, стійкість до вібрацій та економічність. Тому для даної деталі доцільно використовувати леговану конструкторську сталь 40Х

Ця сталь відноситься до доевтектоїдних, із легованим феритом і евтектоїдом у структур. Ще входить в групу конструкційних сталей, з вмістом хрому до одного відсотка, такі сталі ще використовуються в виготовленні деталей машин.

Вони характеризуються високою міцністю і в'язкістю, тим самим підходячи нам для виготовлення державки. А недорога ціна, в порівнянні з іншими сталями, робить її фаворитом серед інших [3].

З ГОСТ 4543-89 взяті дані про хімічний склад і механічні властивості сталі 40Х:

Хімічний склад в Табл.1.3.

Табл.1.3. Хімічний склад сталі 40х

<b>C</b>	<b>Si</b>	<b>Mn</b>	<b>NI</b>	<b>Cr</b>	<b>Cu</b>	<b>P</b>	<b>S</b>
0.36-0.44	0.17-0.37	0.5-0.8	<0.3	0.8-1.1	<0.3	<0.035	<0.035

Механічні властивості металу в Табл.1.4.

Табл.1.4. Механічні властивості сталі 40х

Термічна обробка	межа плинності, Rm (МПа)	Межа короточасної міцності, ReH (МПа)	Мінімальне відносне зменшення $\sigma$ , %	Відносне звуження, %
Закалка 1020-1100 °С, в олії, воді, повітрі	785	980	10	45

Сталь 40х - аналог 5135, 5140, 5140Н в США. В інших країнах світу також існують аналоги цієї сталі, які переважно використовуються на внутрішньому ринку. Наприклад, в країнах ЄС це будуть сплави 37Cr4, 37Cr4KD, 41Cr4, в Японії - SCr435, SCr435H, а в Південній Кореї - SCr435, SCr435H. [4]

### 1.3 Аналіз конструкцій розточних різців

Розточний різець складається з наступних елементів (Рисунок.1.1.):

1. Головки (або робочої частини):

- Передня поверхня – саме по ній під час різання сходить стружка
- Головна задня – повернута до поверхні різання матеріала
- Допоміжна задня – повернута до обробленої поверхні деталі
- Головна ріжуча кромка – пересічення головної задньої поверхні з передньою
- Допоміжна ріжуча кромка – пересічення допоміжної задньої і передньої поверхні
- Вершина – точка пересічення допоміжної і головної ріжучої кромки

2. Державки, яку використовують для закріплення інструмента на станку

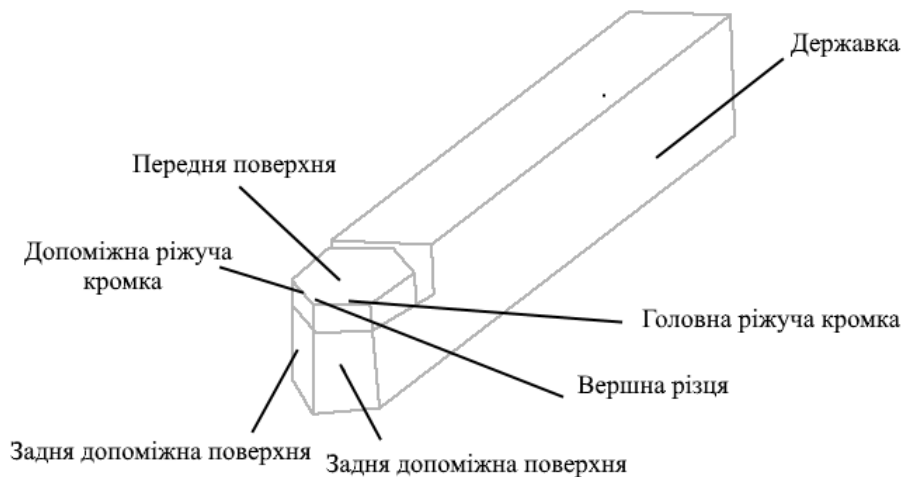


Рисунок. 1.1. Розточний різець

Це всі елементи різця, але крім цих елементів існують різні поверхні і кромки. [5, с. 9 ]

#### 1.4 Аналіз методів кріплення змінних пластин з твердого сплаву в розточних різцях

На даний момент існує декілька способів закріплення змінних пластин на різцях, і кожен з цих методів має свої особливості, завдяки чому і використовується в певній галузі обробки.

Зазвичай для розточних різців використовують кріплення змінних твердосплавних пластин клином-притискачем. (Рисунок.1.2)

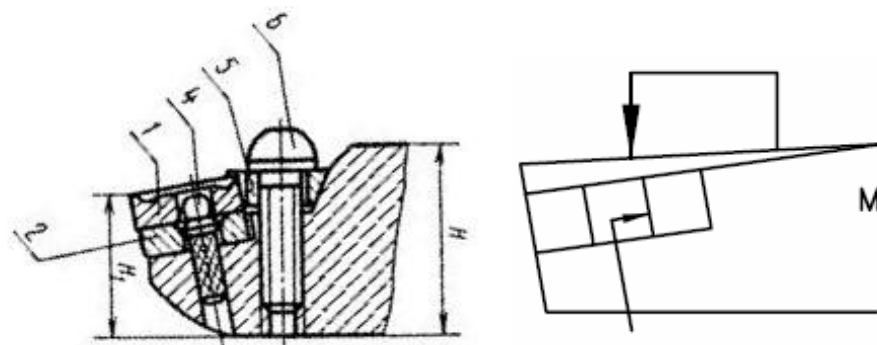


Рисунок.1.2. Кріплення твердосплавної змінної пластини клином-прихватом:

1 – змінна пластина, 2 – прокладка, 4 – штифт, 5 – клин, 6 – винт.

Такий спосіб кріплення характеризується надійним кріплення пластин, адже за допомогою клина-притискача вдається більш щільно притиснути змінну пластину до опорної поверхні різця, тим самим підвищуючи надійність оптимальної роботи різця, навіть при обробці з ударами.

Зазвичай такий спосіб використовують для чорнового оброблення, адже тоді можливе вдале видалення стружки і точне і надійне базування змінної твердосплавної пластини.

Ще бувають способи кріплення:

- За допомогою L-образного важіль, що також дає можливість легкому видаленні стружки, але не забезпечує таку надійність кріплення, як в першому варіанті.
- За допомогою гвинта. До плюсів можна віднести невеликі габаритні розміри, в порівнянні з іншими видами кріплення.

- За допомогою прихвата. Частіше всього використовують тільки для зовнішнього оброблення. [6]

В даній роботі досліджується геометрія стружколома на змінній пластині для розточного різця. Ця геометрія дозволяє отримати збільшення в виборі параметрів різання для нержавіючої сталі.

Через свою покращену геометрію стружколом може працювати і при малих подачах і при збільшених, однаково добре керуючи сходом стружки. Що являється плюсом, адже для різного оброблення різних деталей може підійти одна і та ж сама за формою змінна пластина, що полегшує вибір змінних пластин для виробництва і дає можливість експериментувати на виробництві, покращуючи виробництво, не купуючи для цього нічого додатково. [7]

Токарна обробка характеризується тим, що під час оброблення заготовки саме заготовка обертається, в той час як різець жорстко закріплений і відбувається повздовжній і поперечний рух різця. Розточний токарний різець призначений для розточки глухих і скрізних отворів, які до цього вже були створенні за допомогою сверла, штамповки або шляхом лиття деталі.

### 1.5 Аналіз змінних непереточувальних пластин

Пластина - це металевий інструмент для обробки різних видів матеріалів. Вони бувають різних форм, використовуються для різних призначень і для обробки різних матеріалів. Твердосплавні пластини - є змінною частиною ріжучого інструменту. Існує два види кріплення твердосплавних пластин: механічне та напайне, перший метод в теперішній час набагато популярніший і зручніший.

У змінних твердосплавних непереточувальних пластин є ряд переваг порівняно з напайними пластинами.

Перш за все, інструменти зі змінними непереточувальними пластинами більш стійкі, мають більшу міцність та надійність.

Ще одною перевагою являється економічність, адже зі змінними пластинами витрати на утилізацію та зміну пластини менші, отже і менше часу простоює обладнання, що підвищує час роботи інструмента в цілому.

На змінні непереточувальні твердосплавні пластини більш зручно наносити захисне покриття, чим на напайні, через що змінні пластини за допомогою покриття підвищити свою стійкість в кілька разів, в результаті чого і процес різання так само збільшиться. [8 с. 42]

Змінні пластини механічно кріпляться на оснащення, тим самим забезпечуючи міцність і точність кріплення. Перевага таких пластин полягає тому, що є можливість багаторазового використання державки, усунення переточувань, можливість зміни робочої частини інструменту, формування передньої грані на стадії виготовлення пластини і уникнення пайки. [7]

Змінних непереточувальних пластин існує величезна кількість за формую. Для обробки глухого отвору і зі механічною формою кріплення клином-притискачем було обрано пластину форми ламаного трикутника з вершиною  $80^\circ$ . [9]

Так як за ГОСТ 20874-75 для обраного типу державки різця використовують саме таку пластину. Рисунок. 1.3.

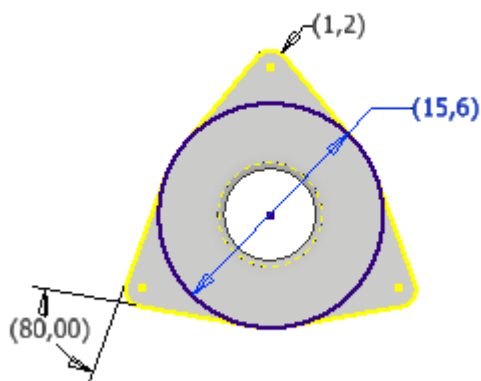


Рисунок. 1.3. Змінна твердосплавна непереточувальна пластина  $80^\circ$  [10]

Крім представленої трикутної ламаної пластини існує ще велика кількість різних за формуою пластин Рисунок.1.4.

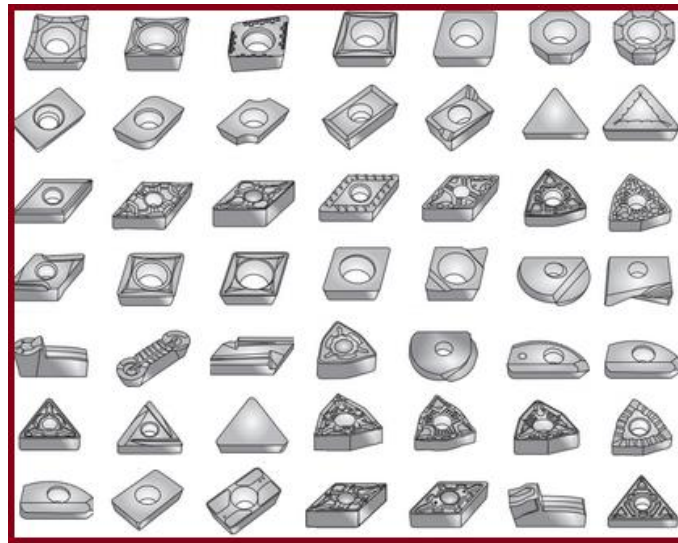


Рисунок.1.4. Різні форми змінних твердосплавних пластин [7]

До того ж при такому великому різноманітні форм у змінних переточувальних твердосплавних пластин є ще між ними відмінність у кутах. Адже пластини бувають негативні (коли у пластини немає задніх кутів, тобто дорівнюють нулю) та позитивні (коли у пластини є задні кути відмінні від нуля). Наглядно показано на Рисунок.1.5.

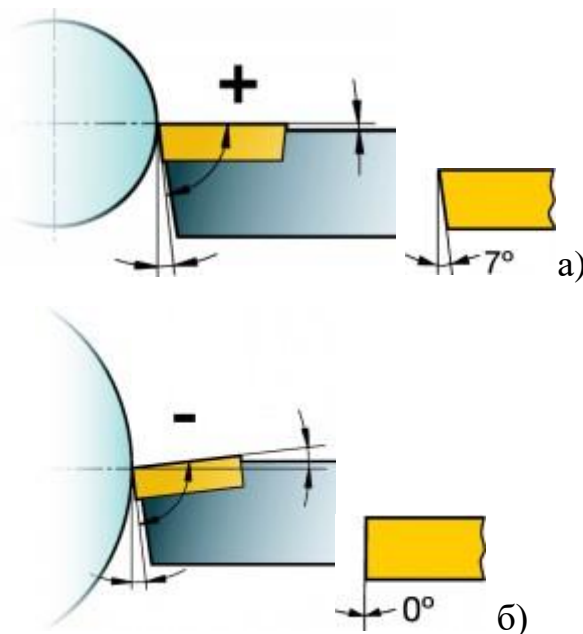


Рис1.5. Змінна переточувальна твердосплавна пластини з: а) позитивним заднім кутом, б) негативним заднім кутом

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.МІ611.09.000.ПЗ

Лист

20

В пластин з негативним заднім кутом є ряд переваг:

- У таких пластин висока міцність різальної кромки;
- Чудова робота в тяжких умовах. [11]

#### 1.6. Аналіз стружколомів для оброблення нержавіючої сталі

При розточуванні отвору в деталі з таким тяжким металом в плані обробки, як нержавіюча сталь, потрібно забезпечити всі умови, для того, щоб це розточування пройшло вдало, без намотування стружки на саму деталь чи на інструмент, а іноді навіть травмування оператора цією стружкою.

І для того щоб попередити всі ці негативні ситуації, перш за все потрібно обрати ти критерії при виборі інструменту і режимів різання, які забезпечать усунення небезпеки.

Один з таких критерій – стружколом на змінній твердосплавній непереточувальній пластині. Саме за допомогою стружколому і відбувається контроль сходу стружки.

Зараз існує величезна кількість виробників, які виготовляють такі пластини з абсолютно різними формами стружколомів. І, як запевняють самі виробники, кожен з їх виробів – дієвий.

В залежності від обраних параметрів різання і від типу обробки нержавіючої сталі, можна вибрати найбільш підходящу пластину зі стружколомом.

Компанія TaeguTag пропонує саме такі за формою стружколоми з серії RhinoRush. Рисунок.1.6.



Рисунок.1.6. Змінні непереточувальні пластини з стружколомами для нержавіючої сталі компанії TaeguTap

Але, як вже було сказано, це не єдина компанія, яка представляє свої унікальні стружколоми, які рекомендує використовувати для оброблення нержавіючої сталі.

Приклад форми стужколомів в компанії CORLOY на Рисунок.1.6.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

*ДП.МІ611.09.000.ПЗ*

Лист

22

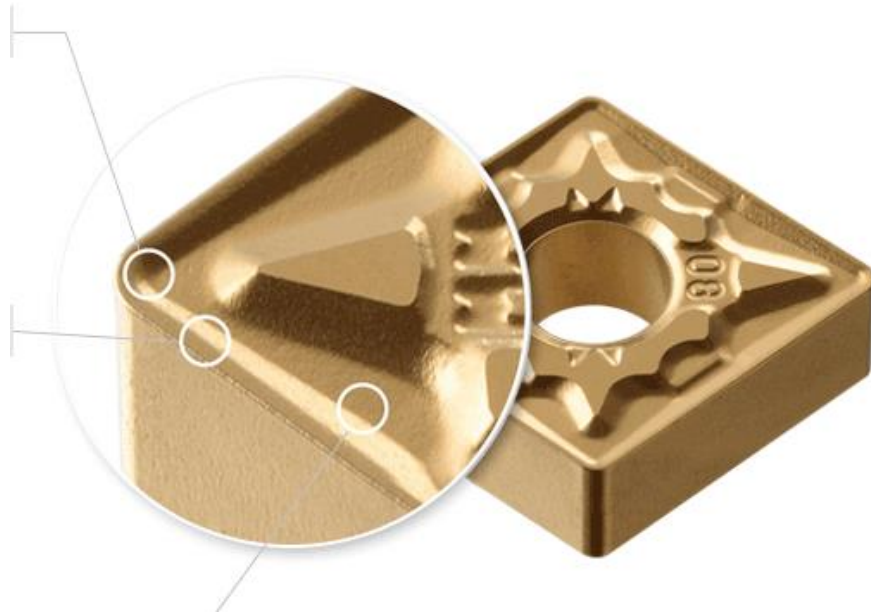


Рисунок.1.6. Змінна непереточувальна твердосплавна пластина зі стружколомом для обробки нержавіючої сталі компанії CORLOY

Як можна зрозуміти, велика кількість вибору на ринку змінних непереточувальних пластин зі стружколомом для оброблення нержавіючої сталі є величезним плюсом, адже є можливість вибору, що завжди є плюсом. Окрім стружколомів в різних виробників, які, зрозуміло чому, не розголошують детально геометричну форму свого стружколому, є довідники в яких вказані рекомендації щодо стружколомів на змінних пластинах і кутів для оброблення нержавіючої сталі. [12]

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

*ДП.МІ611.09.000.ПЗ*

Лист

23

## 2 ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ІНСТРУМЕНТУ

### 2.1. Вихідні дані для проектування

1. Довжина державки – 200 мм
2. Ширина 25
3. Товщина 40
3. Матеріал – Сталь 40х

Умова при виготовлені – можливість розточування отворів діаметром від 60 мм

### 2.2. Побудова моделі

Створюємо робоче креслення інструменту і за його допомоги будуємо 3D модель державки розточного різця в програмі Inventor.

Послідовність побудови:

1. Створюємо заготовки за допомогою «Ескиза» і операції «Выдавливание».  
Рисунок 2.1.

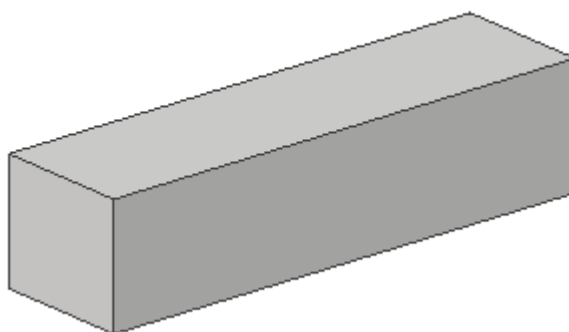


Рисунок 2.1. Тіло різця

2. Далі за допомогою Ескиза і «Выдавлевание» створюємо бічні сторони головки державки різця. Рисунок 2.2.

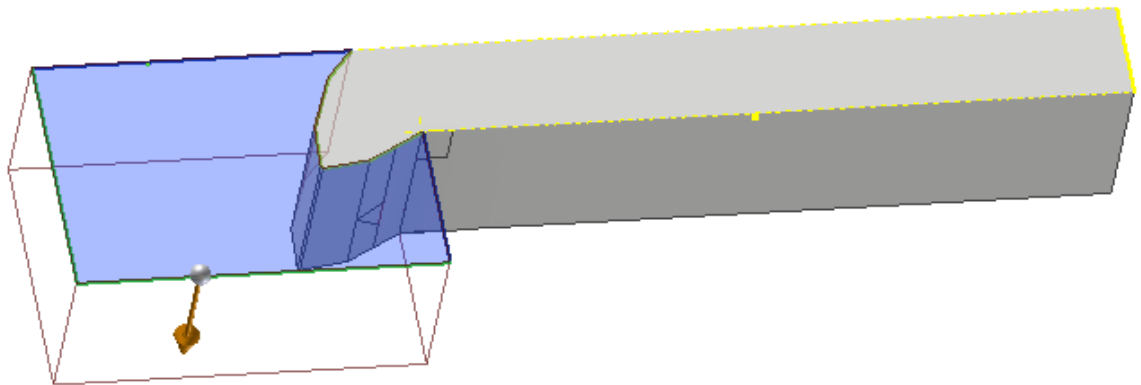


Рисунок 2.2. Створення бокових поверхонь державки різця.

3. Наступний етап – створення паза під пластину і нижнього скосу на головці державки. Рисунок 2.3

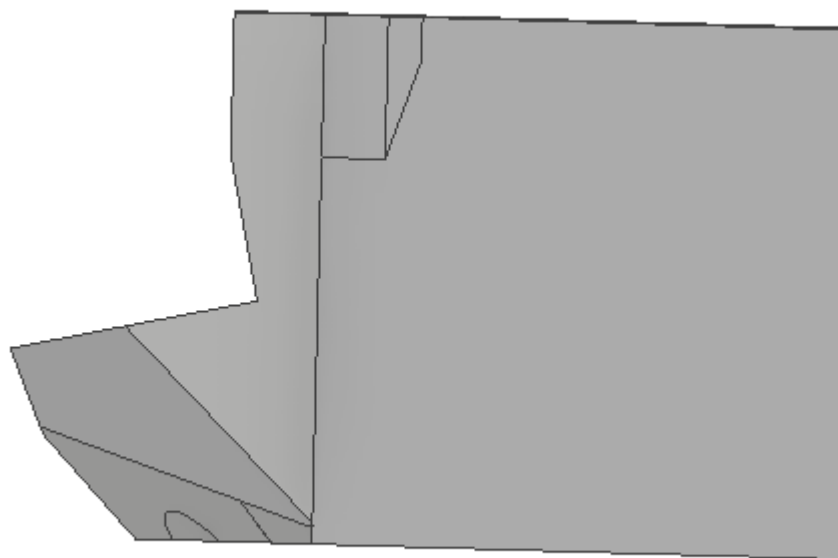


Рисунок 2.3 Паз під пластину

4. Видавлювання горизонтальної площадки для закріплення на ній клину. Рисунок 2.4

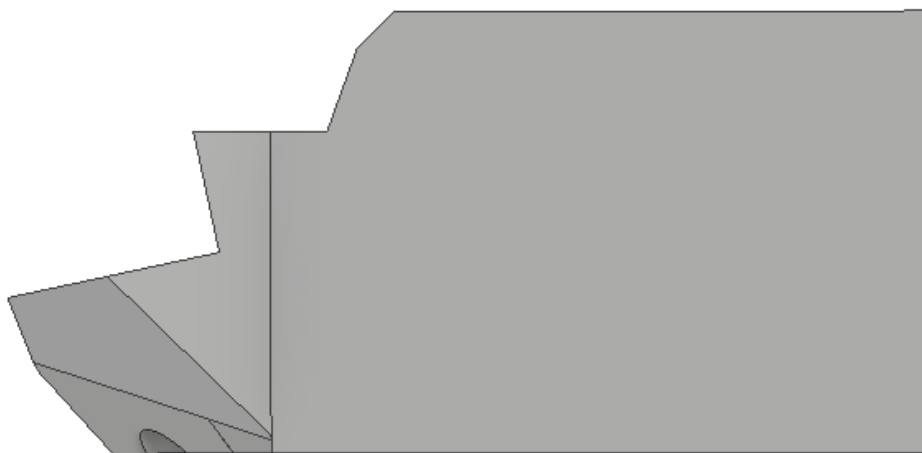


Рисунок 2.4. Площадка для клину

5. Вбудованою операцією «Отверстие» створюємо отвір для штифта. Рисунок.2.5.

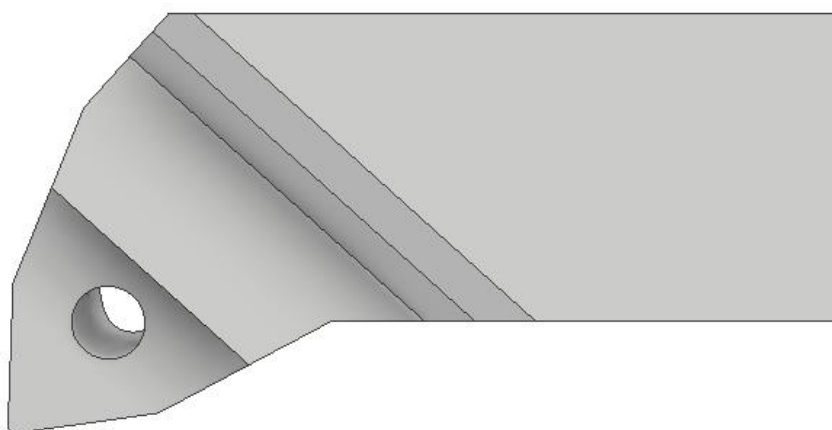


Рисунок.2.5. Отвір для штифта

6. Вбудованою операцією «Отверстие» створюємо отвір для болта. Рисунок.2.6

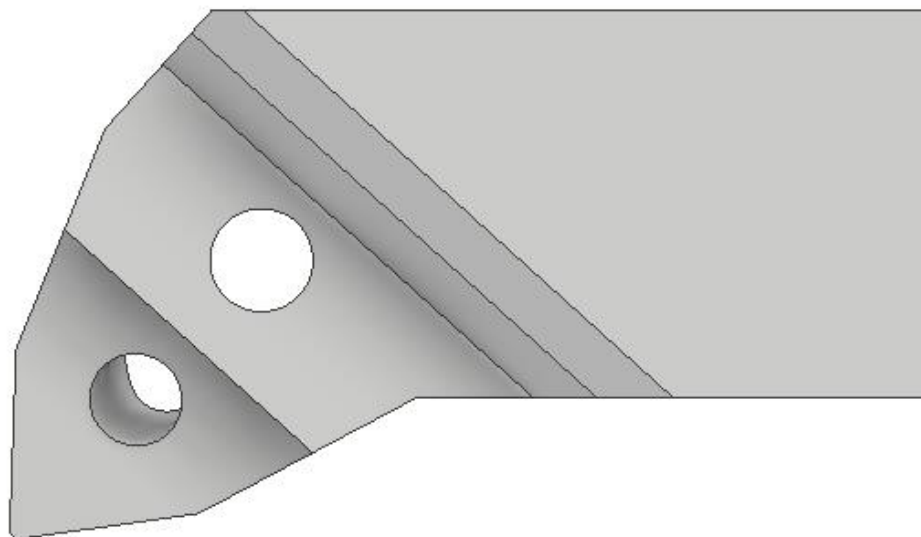


Рисунок.2.6. Отвір для болта

7. Останній етап – створення фаски на торцеві державки. Це можна зробити за допомогою вбудованої в програму Inventor функцію «Фаска». Рисунок 2.7.

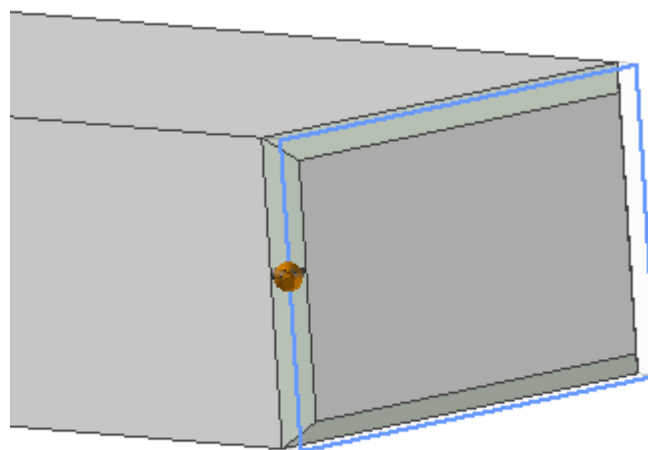


Рисунок 2.7. Фаска

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.МІ611.09.000.ПЗ

Лист

27





## 3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕРЖАВКИ РІЗЦЯ

3.1. Основні логічні вимоги до виготовлення державки розточного різця зі змінною пластиною

- A1. Твердість державки різця.
- A2. Точність виготовлення державки.
- A3. Підвищення стійкості.
- A4. Шорсткість задньої поверхні.
- A5. Шорсткість передньої пeverхні.
- A6. Надійність базування різця на верстаті.
- A7. Надійність кріплення різця на верстаті.
- A8. Збільшення працездатності інструмента
- A9. Зменшення матеріалоемності при виготовлені.
- A10. Зниження трудомісткості.
- A11. Підвищення продуктивності.
- A12. Зниження собівартості.
- A13. Зменшення витрат на обладнання;
- A14. Стійкість
- A15. Зменшення енерговитрат.

Систематизовані за групами вимоги до виготовлення різця наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Систематизовані за групами вимоги до виготовлення різця

Логічні вимоги до виготовлення державки різця	Група показників
A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8,	технологічна
A9, A10, A11, A12	експлуатаційна
A13, A14, A15	економічна

### 3.2 Базові маршрути виготовлення державки різця

М1 – технологічний процес на основі проката прямокутного перерізу з фрезеруванням циліндричною фрезою;

М2 – технологічний процес на основі поковки з фрезеруванням циліндричною фрезою;

М3 – технологічний процес на основі гідроабразивної різки з припуском з листа матеріалу;

М4 – технологічний процес на основі проката прямокутного перерізу з фрезеруванням торцевою фрезою;

М5 – технологічний процес на основі поковки з фрезеруванням торцевою фрезою;

Заготівельні операції:

А<sub>31</sub> – Приготування прутка з прямокутним перерізом шляхом прокату;

А<sub>32</sub> – Приготування прутка з прямокутним перерізом шляхом ковки;

А<sub>33</sub> – Приготування листа матеріалу;

А<sub>34</sub> – Відрізання заготовки для різця на ексцентриковому пресі;

А<sub>35</sub> – Відрізання заготовки для різця на абразивно-відрізногому станку;

А<sub>36</sub> – Відрізання заготовки з листа матеріалу гідроабразивом з припуском.

А<sub>37</sub> – Гибка головки різця в спеціальній згибальних штампах;

### 2.3 Основні механічні та фінішні операції:

А<sub>М1</sub> – Підрізання торця циліндричною фрезою

А<sub>М2</sub> – Підрізання торця торцевою фрезою

А<sub>М3</sub> – Підрізання торця підрізним різцем;

А<sub>М4</sub> – Фрезерування опорних площин циліндричною фрезою

А<sub>М5</sub> – Фрезерування опорних площин торцевою фрезою

А<sub>М6</sub> – Фрезерування торцевою фрезою скосу на головці різця

А<sub>М7</sub> – Фрезерування циліндричною фрезою скосу на головці різця

					<b>ДП.МІ611.09.000.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

- А<sub>М8</sub> – Фрезерування торцевою фрезею бічних поверхонь головки
- А<sub>М9</sub> – Фрезерування бічних поверхонь головки
- А<sub>М10</sub> – Фрезерування поверхні під кріплення кінцевою фрезею
- А<sub>М11</sub> – Фрезерування поверхні під кріплення торцевою фрезею
- А<sub>М12</sub> – Фрезерування поверхні під кріплення фасонною фрезею
- А<sub>М13</sub> – Фрезерування поверхні під кріплення пластини кінцевою фрезею фрезею
- А<sub>М14</sub> – Фрезерування поверхні під кріплення пластини кінцевою фрезею фрезею
- А<sub>М15</sub> – Свердління отвору.
- А<sub>М16</sub> – Розвертування отвору.
- А<sub>М17</sub> – Нарізання різьби в отворі міткочом.
- А<sub>Ф1</sub> – Чистове фрезерування опорних площин торцевою фрезею;
- А<sub>Ф2</sub> – Чистове фрезерування опорних площин циліндричною фрезею;
- А<sub>Ф3</sub> – Шліфування опорних площин;
- А<sub>Ф4</sub> – Чистове фрезерування поверхні під кріплення кінцевою фрезею;
- А<sub>Ф5</sub> – Чистове фрезерування поверхні під кріплення торцевою фрезею;
- А<sub>Ф6</sub> – Шліфування поверхні під кріплення;

Операції підвищення зносостійкості, маркування, пакування:

- А<sub>П1</sub> – нанесення захисного покриття;
- А<sub>П2</sub> – маркірування клеймування;
- А<sub>П3</sub> – маркірування набивання лазером;
- А<sub>П4</sub> – маркірування гальванікою;
- А<sub>П5</sub> – пакування.

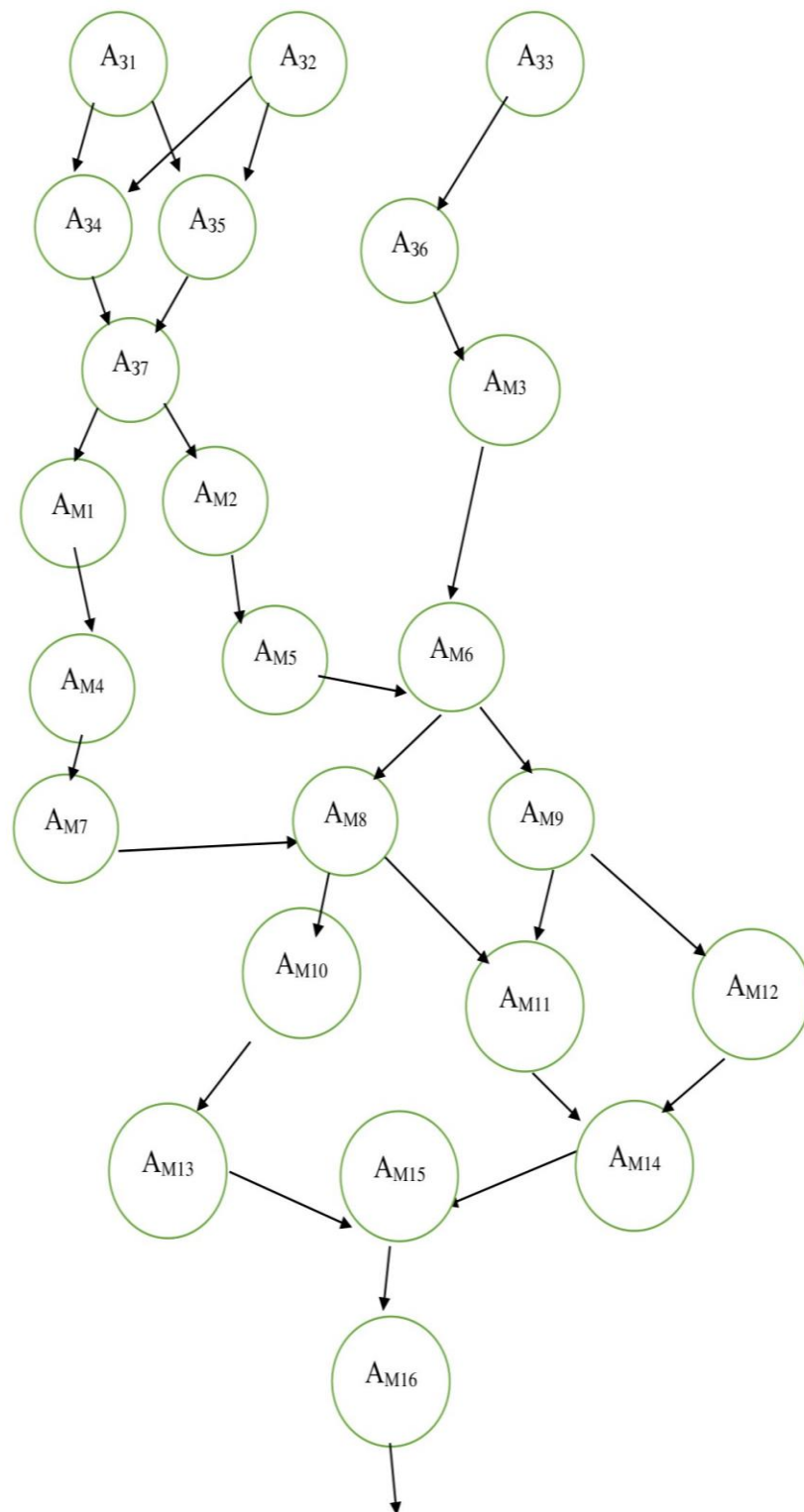
На базі розглянутих технологічних операцій розробляємо базові технологічні маршрути (табл.2.2).

### 3.4 Побудова узагальненого маршруту виготовлення різця

Таблиця 3.2 – Базові маршрути

Виробничі цикли	Кодування операцій	M1	M2	M3	M4	M5	Узагальнений маршрут
Заготівельні операції	A <sub>31</sub>				+	+	
	A <sub>32</sub>		+	+			
	A <sub>33</sub>	+					
	A <sub>34</sub>			+		+	
	A <sub>35</sub>		+		+		
	A <sub>36</sub>	+					
	A <sub>37</sub>		+	+	+	+	
Основні механічні та фінішні	A <sub>M1</sub>		+	+			
	A <sub>M2</sub>				+	+	
	A <sub>M3</sub>	+					
	A <sub>M4</sub>		+	+			
	A <sub>M5</sub>				+	+	
	A <sub>M6</sub>	+			+		
	A <sub>M7</sub>		+	+		+	
	A <sub>M8</sub>		+	+	+		
	A <sub>M9</sub>	+				+	
	A <sub>M10</sub>			+	+		
	A <sub>M11</sub>		+			+	
	A <sub>M12</sub>	+					
	A <sub>M13</sub>			+	+		
	A <sub>M14</sub>	+	+			+	
	A <sub>M15</sub>	+	+	+	+	+	
	A <sub>M16</sub>	+	+	+	+	+	
	A <sub>M17</sub>	+	+	+	+	+	
	A <sub>Ф1</sub>				+	+	
A <sub>Ф2</sub>		+	+				
A <sub>Ф3</sub>	+						
A <sub>Ф4</sub>		+	+				
A <sub>Ф5</sub>				+	+		
A <sub>Ф6</sub>	+						
Підвищення стійкості, пакування	A <sub>П1</sub>	+	+		+		
	A <sub>П2</sub>			+		+	
	A <sub>П3</sub>		+		+		
	A <sub>П4</sub>	+					
	A <sub>П5</sub>	+	+	+	+	+	

#### 7.4 Побудова узагальненого графу

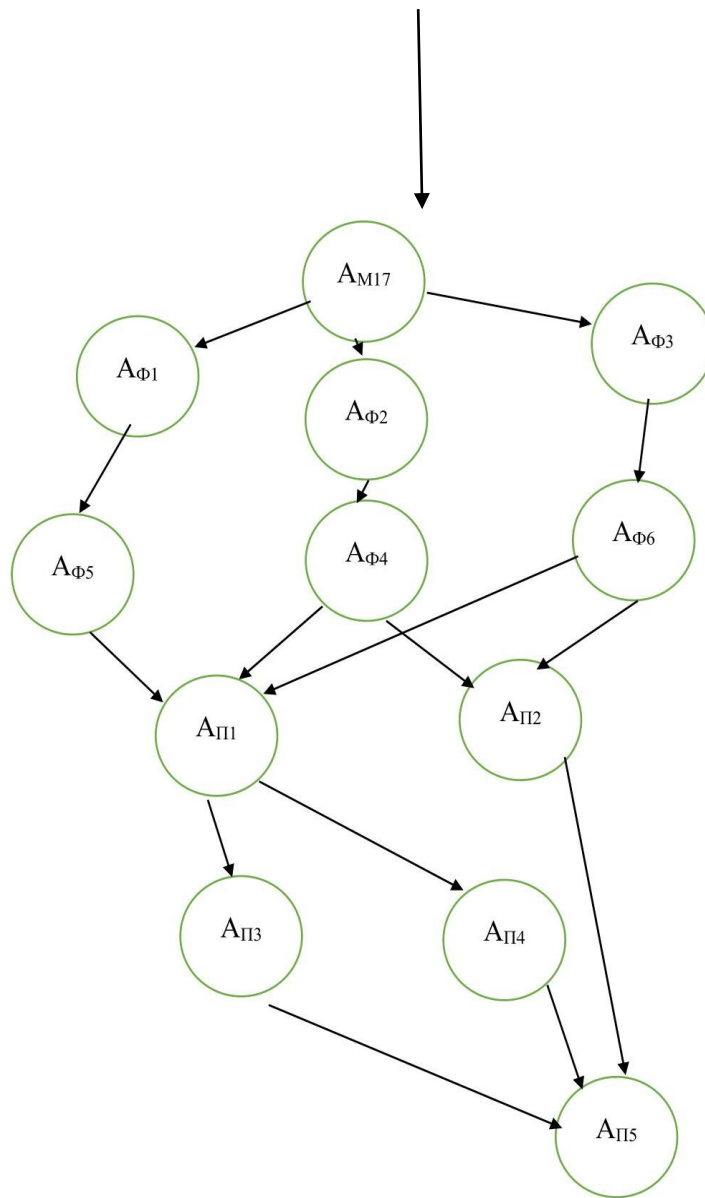


Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.МІ611.09.000.ПЗ

Лист

34



### 3.6. Оцінка технологічних маршрутів виготовлення різця за логічними критеріями

Проводимо аналіз представлених технолочних маршрутів, і визначаємо, який найбільш є задовільним для логічних умов для кожної операції базових маршрутів у відповідності з табл.3.2.

Основаючись на цей аналіз, визначаємо потужність кожного маршруту за логічними критеріями по окремих групах (табл.3.3).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Таблиця 3.3 - Задовільнення операцій технологічних маршрутів  
логічним умовам

Групи операцій	Код операції	Зміст операції	Логічні критерії
Заготівельні	A <sub>31</sub>	Приготування прутка з прямокутним перерізом шляхом прокату;	A1, A2, A3, A8, A9, A10, A11, A12, A13
	A <sub>32</sub>	Приготування прутка з прямокутним перерізом шляхом ковки;	A1, A3, A9, A13, A12
	A <sub>33</sub>	Приготування листа матеріалу;	A1, A10
	A <sub>34</sub>	Відрізання заготовки для різця на ексцентриковому пресі;	A12, A11, A15
	A <sub>35</sub>	Відрізання заготовки для різця на абразивно-відрізногому станку;	A9, A12, A11, A10, A15
	A <sub>36</sub>	Відрізання заготовки з листа матеріалу гідроабразивом з припуском.	A11, A16

	A <sub>37</sub>	Гибка головки різця в спеціальний згибальних штампах;	A9,A10,A11
Механічні та фінішні операції	A <sub>M1</sub>	АМ1 – Підрізання торця циліндричною фрезою	A2, A6, A7,
	A <sub>M2</sub>	Підрізання торця торцевою фрезою	A2, A6, A7,
	A <sub>M3</sub>	Підрізання торця підрізним різцем;	A2, A6, A7,
	A <sub>M4</sub>	Фрезерування опорних площин циліндричною фрезою	A2, A6, A7,A4,A5
	A <sub>M5</sub>	Фрезерування опорних площин торцевою фрезою	A2, A6, A7,A4,A5,A11
	A <sub>M6</sub>	Фрезерування торцевою фрезою скосу на головці різця	A2, A6, A7,A4,A5,A11
	A <sub>M7</sub>	Фрезерування циліндричною фрезою скосу на головці різця	A2, A6, A7,A4,A5,A11

	A <sub>M8</sub>	Фрезерування торцевою фрезею бічних поверхонь головки	A1,A2, A6, A7,A11
	A <sub>M9</sub>	Фрезерування торцевою фрезею бічних поверхонь головки	A1,A2, A6, A7,A11
	A <sub>M10</sub>	Фрезерування поверхні під кріплення кінцевою фрезею	A2, A4, A10, A13, A14
	A <sub>M11</sub>	Фрезерування поверхні під кріплення торцевою фрезею	A2, A4, A10
	A <sub>M12</sub>	Фрезерування поверхні під кріплення фасонною фрезею	A2, A4, A10
	A <sub>M13</sub>	Фрезерування поверхні під кріплення пластини кінцевою фрезею	A2, A4, A10, A13, A14
	A <sub>M14</sub>	Фрезерування поверхні під кріплення пластини фасонною фрезею	A2, A4, A10

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.МІ611.09.000.ПЗ

Лист

38

	A <sub>M15</sub>	Свердління отвору.	-
	A <sub>M16</sub>	Розвертування отвору.	-
	A <sub>M17</sub>	Нарізання різьби в отворі міткочом.	-
	A <sub>Ф1</sub>	Чистове фрезерування опорних площин торцевою фрезею;	A6
	A <sub>Ф2</sub>	Чистове фрезерування опорних площин циліндричною фрезею;	A6
	A <sub>Ф3</sub>	Шліфування опорних площин;	A6
	A <sub>Ф4</sub>	Чистове фрезерування поверхні під кріплення кінцевою фрезею;	A4,A5
	A <sub>Ф5</sub>	Чистове фрезерування поверхні під кріплення торцевою фрезею;	A4,A5
	A <sub>Ф6</sub>	Шліфування поверхні під кріплення;	A4,A5

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.МІ611.09.000.ПЗ

Лист

39

Операції підвищення зносостійкості, пакування	A <sub>П1</sub>	нанесення захисного покриття;	A1, A3, A14, A8
	A <sub>П2</sub>	маркірування клеймування;	A12, A13
	A <sub>П3</sub>	маркірування набивання лазером;	A10, A11, A15, A14
	A <sub>П4</sub>	маркірування гальванікою;	A10
	A <sub>П5</sub>	пакування.	-

### 3.7. Оптимізація технологічних маршрутів виготовлення різця

Проаналізувавши ступені задовільнення кожної операції по групам, визначаємо найбільш можливу потужність, яку можна досягти по кожній групі логічних критеріїв (табл.3.4).

З точки зору забезпечення виконання технологічних умов найбільш потужним є маршрут М4, так само цей маршрут являється найбільш забезпеченим і з експлуатаційних умов, як і з економічної точки зору.

І так як по всім критеріям найбільш оптимальним виявився 4 маршрут, отже його ми і обираємо.

Аналізуючи задовільнення логічних умов кожною операцією, приходимо до висновку, що найбільш оптимальним маршрут 4.

Визначаємо загальну потужність цього маршруту (табл.3.5), будуємо діаграми потужності за різними логічними умовами базових маршрутів і оптимального (Рисунок. 3.1.).

Таблиця 3.4. - Визначення потужності маршрутів по групам логічних умов

					<b>ДП.МІ611.09.000.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Код и оде ра- цій	Технологічні					Експлуатаційні					Економічні				
	Маршрути					Маршрути					Маршрути				
	М1	М2	М3	М4	М5	М1	М2	М3	М4	М5	М1	М2	М3	М4	М5
А31	-	-	-	4	4	-	-	-	4	4	-	-	-	1	1
А32	-	2	2	-	-	-	3	3	-	-	-	1	1	-	-
А33	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-
А34	-	-	0	-	0	-	-	2	-	2	-	-	1	-	1
А35	-	0	-	0	-	-	4	-	4	-	-	1	-	1	-
А36	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-
А37	-	0	0	0	0	-	3	3	3	3	-	0	0	0	0
АМ1	-	3	3	-	-	-	0	0	-	-	-	0	0	-	-
АМ2	-	-	-	3	3	-	-	-	0	0	-	-	-	0	0
АМ3	3	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-
АМ4	-	5	5	-	-	-	0	0	-	-	-	0	0	-	-
АМ5	-	-	-	5	5	-	-	-	1	1	-	-	-	0	0
АМ6	5	-	-	5	-	1	-	-	1	-	0	-	-	0	-
АМ7	-	5	5	-	-	-	1	1	-	-	-	0	0	-	-
АМ8	-	4	4	4	-	-	1	1	1	-	-	0	0	0	-
АМ9	4	-	-	-	4	1	-	-	-	1	0	-	-	-	0
АМ10	-	-	-	2	2	-	-	-	1	1	-	-	-	2	2
АМ11	-	2	-	-	2	-	1	-	-	1	-	0	-	-	0

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП.МІ611.09.000.ПЗ

Лист

41

$A_{M1}$ 2	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-
$A_{M1}$ 3	-	-	2	2	-	-	-	1	1	-	-	-	2	2	-
$A_{M1}$ 4	2	2	-	-	2	1	1	-	-	1	0	0	-	-	0
$A_{M1}$ 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_{M6}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_{M1}$ 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_{\phi 1}$	-	-	-	1	1	-	-	-	0	0	-	-	-	0	0
$A_{\phi 2}$	-	1	1	-	-	-	0	0	-	-	-	0	0	-	-
$A_{\phi 3}$	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-
$A_{\phi 4}$	-	2	2	-	-	-	0	0	-	-	-	0	0	-	-
$A_{\phi 5}$	-	-	-	2	2	-	-	-	0	0	-	-	-	0	0
$A_{\phi 6}$	2	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-
$A_{\Pi 1}$	2	2	-	2	-	1	1	-	1	-	1	1	-	1	-
$A_{\Pi 2}$	-	-	0	-	0	-	-	1	-	1	-	-	1	-	1
$A_{\Pi 3}$	-	0	-	0	-	-	2	-	2	-	-	2	-	2	-
$A_{\Pi 4}$	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-
$A_{\Pi 5}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$\sum C_i$ $j$	22	28	14	30	26	8	17	1	19	15	2	5	4	9	5
$\sum A_i$ $j$	15	17	15	17	16	15	17	1	17	16	15	17	15	17	16
$N_i$	1,4667	1,6471	0,9333	1,7647	1,625	0,5333	1	0,8	1,1176	0,9375	0,1333	0,2941	0,2667	0,5241	0,3125

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП.МІ611.09.000.ПЗ

Лист

42

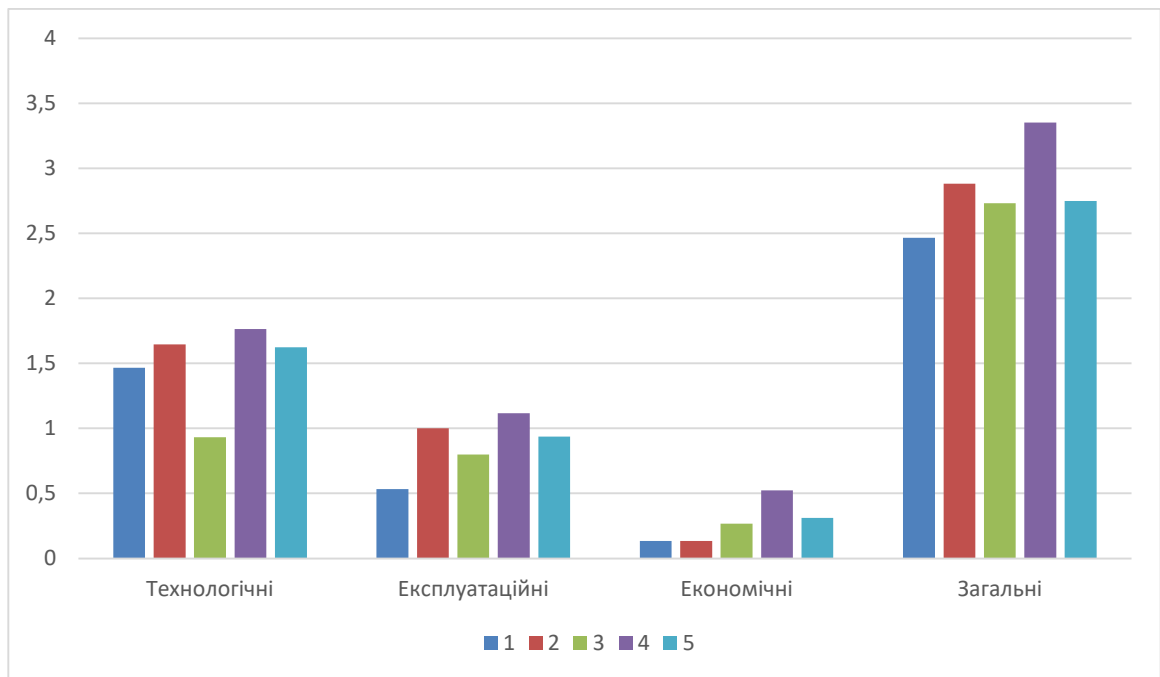


Рисунок 3.1. Загальну потужність 4 маршруту

Таблиця 3.5 – Остаточний технологічний процес виготовлення державки різця

A31	Приготування прутка з прямокутним перерізом шляхом прокату
A35	Відрізання заготовки для різця на абразивно-відрізнаму станку;
A37	Гибка головки різця в спеціальний згибальних штампах;
AM2	Підрізання торця торцевою фрезою
AM5	Фрезерування опорних площин торцевою фрезою
AM8	Фрезерування скосу на головці різця

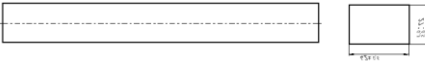

AM9	Фрезерування бічних поверхонь голівки
AM10	Фрезерування поверхні під кріплення пластини кінцевою фрезою фрезою
AM13	Чистове фрезерування поверхні під кріплення кінцевою фрезою;
AM15	Сверління отвору
AM16	Розвертування отвору
AM13	Фрезерування поверхні під кріплення кінцевою фрезою
AM18	Сверління отвору.
AM19	Нарізання різьби М7 в отворі міткочом
АФ1	Чистове фрезерування опорних площин торцевою фрезою;
АП1	нанесення захисного покриття;
АП3	маркірування набивання лазером;
АП5	пакування.

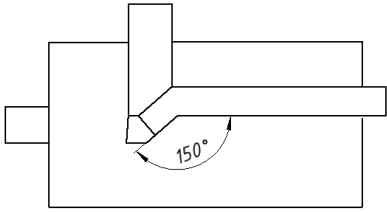
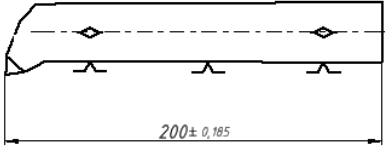
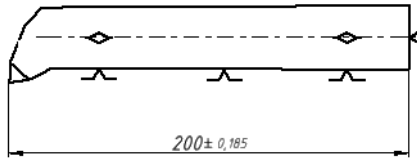
[13]

					<b>ДП.МІ611.09.000.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

3.8 Маршрутно-операційна технологія виготовлення інструменту  
 Маршрутно-операційна технологія виготовлення інструменту – розточний  
 різець наведена в таблиці Табл.3.6. – Маршрутно-операційна технологія

Табл.3.6. – Маршрутно-операційна технологія

№	Найменування операції	Опис операції	Ескіз операції	Верстат, інструмент	Пристрій, контрольний інструмент
010	Заготівельна	Приготування прутка з прямокутним перерізом шляхом прокату			
020	Відрізна	Відрізня заготовки для різця на абразивно-відрізно		Абразивно-відрізняч 8Б240,	Призматичні лещата

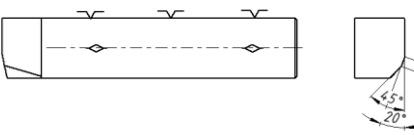
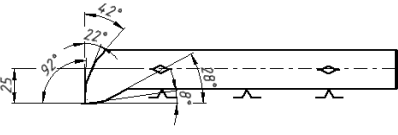
		му станку.			
030	Згібальна	Гибка головки різця в спеціаль ний згібальн их штампах			Штамп для гибки різців
040	Фрезерна	Підрізан ня торця торцево ю фрезою		Верстат SBL 300 Trens. Фреза торцевая насадная VRF- RP12- D040-d16- Z04 под пластину RPMT 1204.. VORGEN	Призмат ичні лещата
050	Фрезерна	Фрезеру вання опорних площин торцево		Верстат SBL 300 Trens. Фреза торцевая	Призмат ичні лещата за

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.МІ611.09.000.ПЗ

Лист

46

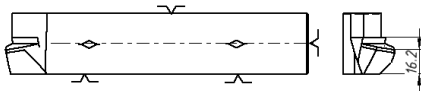
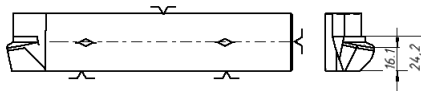
		ю фрезою		насадная VRF- RP12- D040-d16- Z04 под пластину RPMT 1204.. VORGEN	
060	Фрезерна	Фрезеру вання скосу на головці різця		Верстат SBL 300 Trens. Фреза торцевая насадная VRF- RP12- D040-d16- Z04 под пластину RPMT 1204.. VORGEN	Призмат ичні лещата за
070	Фрезерна	Фрезеру вання бічних поверхо нь ГОЛОВКИ		Верстат SBL 300 Trens. Фреза торцевая насадная	Призмат ичні лещата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.МІ611.09.000.ПЗ

Лист

47

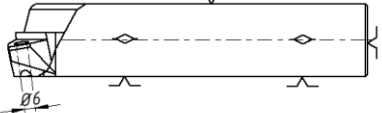
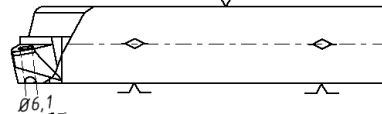
				VRF- RP12- D040-d16- Z04 под пластину RPMT 1204.. VORGEN	
080	Фрезерна	Фрезерування поверхні під кріплення пластинок кінцевою фрезою		Верстат SBL 300 Trens. Фреза концевая SPAP10-S02 D16 d16 L150 под пластину АРКТ 1003.. VORGEN	Пристосування для оброблення поверхні під кріплення пластинок
090	Фрезерна	Чистове фрезерування поверхні під кріплення кінцевою фрезою;		Верстат SBL 300 Trens. Фреза концевая SPAP10-S02 D16 d16 L150	Пристосування для оброблення поверхні під кріплення

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП.МІ611.09.000.ПЗ

Лист

48

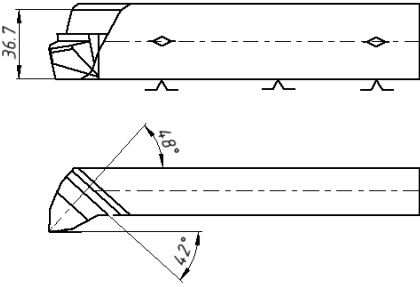
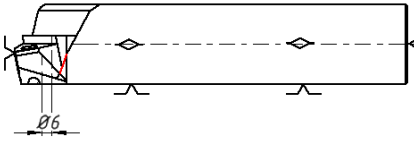
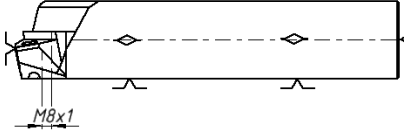
				под пластину АРКТ 1003.. VORGEN	я пластини
100	Сверління	Сверління отвору.		Верстат SBL 300 Trens. HAISSER HSS - 6.0x57x93 мм Сверло по металлу DIN 338	Пристосування для оброблення поверхні під кріплення пластини
110	Розвертання	Розвертання отвору		Розвертка машинна 6.1 мм Производитель: Вінницький інструментальний завод	Пристосування для оброблення поверхні під кріплення пластини

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП.МІ611.09.000.ПЗ

Лист

49

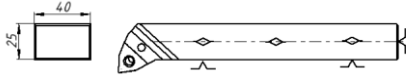
120	Фрезерування	Фрезерування поверхні під кріплення торцевою фрезою		Верстат SBL 300 Trens. Фреза концевая SPAP10-S02 D16 d16 L150 под пластину АРКТ 1003.. VORGEN	Призматичні лещата
130	Сверління	Сверління отвору.		Верстат SBL 300 Trens. HAISSER HSS - 6.0x57x93 мм Сверло по металлу DIN 338	Призматичні лещата
10	Нарізання різби	Нарізання різби М7 в отворі		Мітчик регуюєми й Ø6 – 6,5 мм P6M5	Призматичні лещата за

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП.МІ611.09.000.ПЗ

Лист

50

		міткич ом			
150	Фр езе рна	Чист ове фрезеру вання опорних площин торцево ю фрезою;		Верстат SBL 300 Trens. Фреза торцевая насадная VRF- RP12- D040-d16- Z04 под пластину RPMТ 1204.. VORGEN	Призмат ичні лещата
160		нанесен ня захисног о покритт я;	Ескіз відсутній		
170		маркіру вання набиван ня лазером;	Ескіз відсутній	Лазерне маркуванн я за ГОСТ Р 51839.1- 2001 Thunder Laser Nove63	Призмат ичні лещата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.МІ611.09.000.ПЗ

Лист

51

180	пакування		Ескіз відсутній		
-----	-----------	--	-----------------	--	--

[14]

### 3.8 Розрахунок режимів різання

#### Операція 080 Фрезерна

Зміст переходу 090 – вифрезерувати поверхню під пластину кінцевою фрезою діаметром 16мм.

Хвилинна подача:

$$S_m = S_o * n = S_z * n * z \quad (3.1)$$

$$S_m = 0.25 * 2500 * 3 = 1875$$

де  $S_z$  - подача на зуб

$$S_z = 0.25$$

$S_o$  - подача на оберт

$$S_o = 1.5$$

$n$  - частота обертання фрези

$$n = 2500 \text{ об/хв}$$

$z$  - кількість зубів фрези

$$z = 3$$

Швидкість різання:

$$V = \frac{C_V D^q}{T^m t_z^x B^u z^p} * K_V \quad (3.2)$$

$$V = \frac{332 * 16^{0.2}}{180^{0.2} * 1.5^{0.1} * 22^{0.2} * 3^0} * 0.684 = 72,5 \text{ мм/хв}$$

Глибина різання

$$t = 1.5 \text{ мм}$$

					<b>ДП.МІ611.09.000.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

$$K_V = K_{mV} K_{nV} K_{NV} \quad (3.3)$$

$$K_V = 0.76 * 0.9 * 1 = 0.684$$

$K_V$  - поправочний коефіцієнт, який враховує вплив властивостей обробляючого матеріалу на швидкість різання

Табличні коефіцієнти:

$$K_{mV} = K_r * \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{nv} \quad (3.4)$$

$$K_{mV} = 750/981 = 0.76$$

$$nv = 1$$

$$K_r = 1$$

$$K_{nV} = 0.9$$

$$K_{NV} = 1$$

Середнє значення стійкості: (табл 40)

$$D_{\text{фрез}} = 15 \Rightarrow T = 80 \text{ хв} - \text{стійкість}$$

Значення коефіцієнта і показників степенів в формулі швидкості:

$$T15K5 \Rightarrow C_v = 332$$

$$q=0.2$$

$$x=0.1$$

$$y=0.4$$

$$u=0.2$$

$$p = 0$$

$$m = 0.2$$

Формула для знаходження колової сили  $P_z$ :

$$P_z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^u z}{D q n^m} * K_{mp} \quad (3.5)$$

$$Дє, K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{981}{750}\right)^{0,3} = 1,08 \quad (3.6)$$

При фрезеруванні  $n = 0.3$

$$P_z = \frac{10 \cdot 332 \cdot 1.5^{0.1} \cdot 0.25^{0.4} \cdot 22^{0.2} \cdot 3}{16^{0.2} \cdot 2500^{0.2}} \cdot 1.08 = 1435 \text{ Н}$$

Розрахуємо сили  $P_y$  та  $P_x$  множенням  $P_z$  на коефіцієнти:

$$P_y = 0.85 \cdot P_z \quad (3.7)$$

$$P_y = 0.85 \cdot 2340 = 1989 \text{ Н};$$

$$P_x = 0.75 \cdot P_z$$

$$P_x = 0.75 \cdot 2340 = 1755 \text{ Н}; \quad (3.80)$$

Таблиця 3.7 Розрахунок сил різання при чорновому фрезеруванні площин

	Sz, мм/зуб,	N об/хв	V мм/хв	Pz, Н	Px, Н	Py, Н
Значення	0,25	2500	88,7	2340	1755	1989

[15]

## РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ФРЕЗЕРУВАННЯ ПАЗУ ПІД ПЛАСТИНУ

### 4.1. Опис пристосування для оброблення пазу під пластину на розточному різцю

Паз під пластину на розточному різцю відбувається за допомогою операції фрезерування, і щоб забезпечити можливість фрезерування, потрібно паз розмістити перпендикулярно до осі інструмента. Для цього і було створене пристосування, яка характеризується високою точністю базування.

Щоб забезпечити цю високу точність базування потрібно дотриматись «правила шести точок». А саме для того щоб обмежити рух тіла в просторі, потрібно позбавити шести степенів свободи цього тіла: трьох поступальних рухів вздовж координатних осей та трьох обертальних рухів навколо осей.

Для фрезерування пазу під пластину потрібно створити площину, яка буде задовольняти умови обробки фрезерування. Для цього проводимо обрахунок:

Першим кроком потрібно визначити величину кута  $\theta$ . Цей кут характеризує положення осі симетрії пластини відносно головної різальної кромки різця.

$$tg\theta = \frac{tg\alpha \sin\eta}{tg\alpha_1 + tg\alpha \cos\eta} \quad (4.1)$$

$$tg\theta = \frac{0.17633 \cdot 0.981627}{(0.17633 + 0.17633 \cdot 0.173648)} = 38^\circ$$

$$\eta = \frac{180(n-2)}{n} \quad (4.2)$$

де  $\eta$  – кут при вершині багатогранної пластини. Кут визначають за формулою (3.5)

$$\lambda = arctg \cdot tg\alpha \cdot ctg\theta \quad (4.3)$$

$$\lambda = 14^\circ$$

Установку державки на фрезерному верстаті виконують, орієнтуючи її у двох взаємно перпендикулярних площинах з кутами

$$\omega_1 = \arctg[(tg\alpha / \cos\lambda)\cos\varphi + tg\lambda \sin\varphi] \quad (4.4)$$

$$\omega_1 = 0,181728*(-0,034898)+0,2431 = 0,23675 = 9^\circ$$

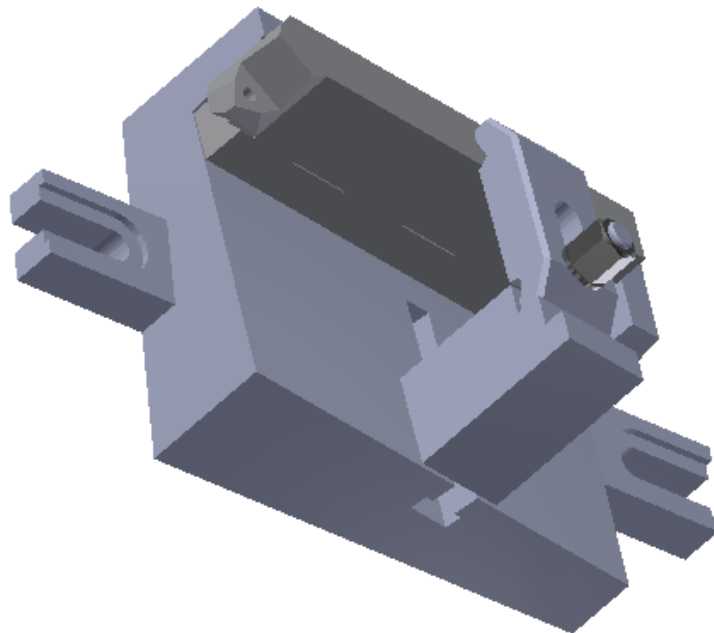
$$\omega_2 = \arctg[(tg\alpha / \cos\lambda)\sin\varphi - tg\lambda \cos\varphi] \quad (4.5.)$$

$$\omega_2 = 0,181728* 0,1817169-(-0,00870)=0,1904 = 8^\circ$$

Розточний різець

- $\eta = 80^\circ$  – кут при вершині пластини;
- $\varphi = 91.5^\circ$  – кут у пластині різця;
- $\alpha = 10^\circ$  – задній кут;
- $\alpha_1 = 10^\circ$  – допоміжний задній кут.

Підставляючи відомі величини одержали потрібні кути для пристосування для оброблення паза під пластину фрезеруванням:  $\omega_1 = 9^\circ$ ;  $\omega_2 = 8^\circ$ . [6]



4.1. 3D-модель пристосування

					<b>ДП.МІ611.09.000.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Для точного базування на опорну площину пристосування закріплюємо опорну плиту. Щоб забезпечити дві опорні точки. Опорну плиту беремо стандартну з ГОСТ 4743-68 тип другий [15].

Для базування по одній з бічних сторін різця і для торця, використовується стандартні сферичні опори з ГОСТ 13441-68, діаметром десять міліметрів[16].

І останньою точкою буде закріплення різця зверху за допомогою прихвату, який часто використовується на фрезерних станках.

Таким чином, правила шести точок було дотримано, і заготовка нерухома.

Дана конструкція пристосування буде кріпитися до верстатного столу за допомогою «Сухариків».

Також дане пристосування може бути використано не тільки для фрезерування пазу під пластину, а й для багатоцільової обробки отвору, який знаходиться на цій площині.

#### 4.2. Розрахунок сили притискання прижиму

Зажимні механізми в верстатних пристосуваннях використовують для того, щоб заготовка була надійно закріплена і збазована, це потрібно для того, щоб при обробці деталі в результаті дії сили та вібрацій вона не була зміщена, через що точність обробки стала набагато менша.

Тому основна вимога для зажимних механізмів закладається в тому, щоб їхня сила затиску відповідала за нерухомість закріпленої деталі при заданій силі, яка буде на цю деталь діяти.

На Рисунку. 4.2. показана схема закріплення деталі в пристосуванні. Така схема використовується для фрезерування по замкненому контурі, та інших видів фрезерування.

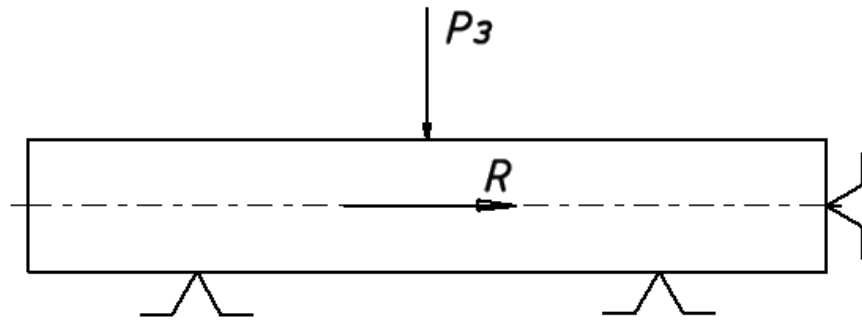


Рисунок.4.2. Схема базування заготовки

При правильно обраній дії на заготовку сили затиску  $P_3$ , яка діє на заготовки при обробленні цієї заготовки виникає сила  $R$ , що не зможе змістити закріплену заготовку. Для цього потрібно правильно розрахувати силу  $P_3$ [17]

$$P_3 = K * R \quad (4.1)$$

Де  $P_3$  – сила закріплення заготовки в пристосуванні

$K$  – коефіцієнт запасу

$R$  – сила різання [с. 376]

$$P_3 = 1,4 * 3537 = 4952 \text{ Н}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.МІ611.09.000.ПЗ

Лист

58

## ВЕРСТАТ З ЧПК. ПРОГРАМА ОБРОБКИ

Все більше виробництв закупаються станками ЧПК, так як у них є миска переваг, порівняно з іншими станками. Саме через ці переваги вони і стали такими популярними.

Але для того, що обробити заготовку і виготовити з неї деталь, станки ЧПК потребують спеціальний G-код, написаний мовою програмування. І хоч для того, щоб обробити деталь потрібно буде згенерувати/написати програму, обрати режими різання і інструменти, сама обробка деталі займе значно менше часу.

Зараз для того, щоб отримати G-код код для обробки потрібної заготовки, можна скористатися різними програмами, деякі з них розроблені самими виробниками станків з ЧПК.

Так само і в програмі Fusion 360 можна отримати потрібний G-код, при наявності потрібної 3D моделі.

Для цього потрібно взяти потрібної форми нашу вже готову деталь, яку ми хочемо отримати після обраного виду обробки. (Рисунок.5.1).

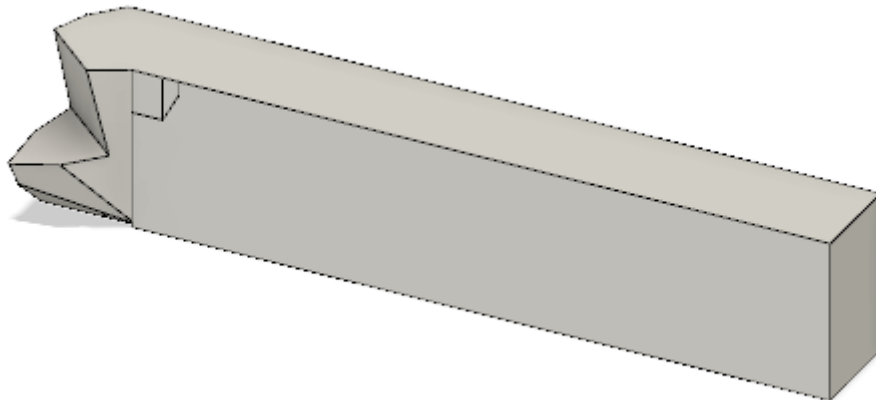


Рисунок.5.1. Деталь

І так як оброблююча ділянка знаходиться під кутом і на самому верстаті вона буде встановлена в спеціальне пристосування, яке дозволить забезпечити цей кут, нам і в програмі Fusion 360 потрібно забезпечити це. Для цього перш

					<b>ДП.МІ611.09.000.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

за все потрібно створити вісь, яка буде перпендикулярною до оброблюємої заготовки під кутом. Для цього можна скористатися функцією «Axis perpendicular at point», як показано на Рис 5.2

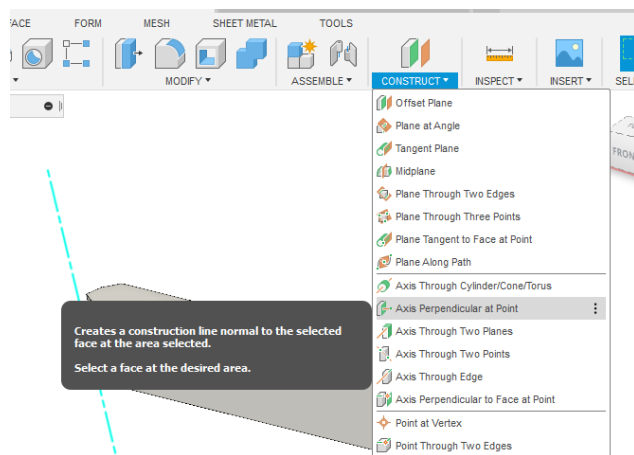


Рисунок.5.2. Створення прямої перпендикулярної до оброблюємої площини

Далі обираємо саму площину, для того щоб лінія перпендикулярна оброблювальній площині створилася Рис 5.3. Це потрібно для того, щоб можна було розташувати наш інструмент саме перпендикулярно до оброблювальної поверхні.

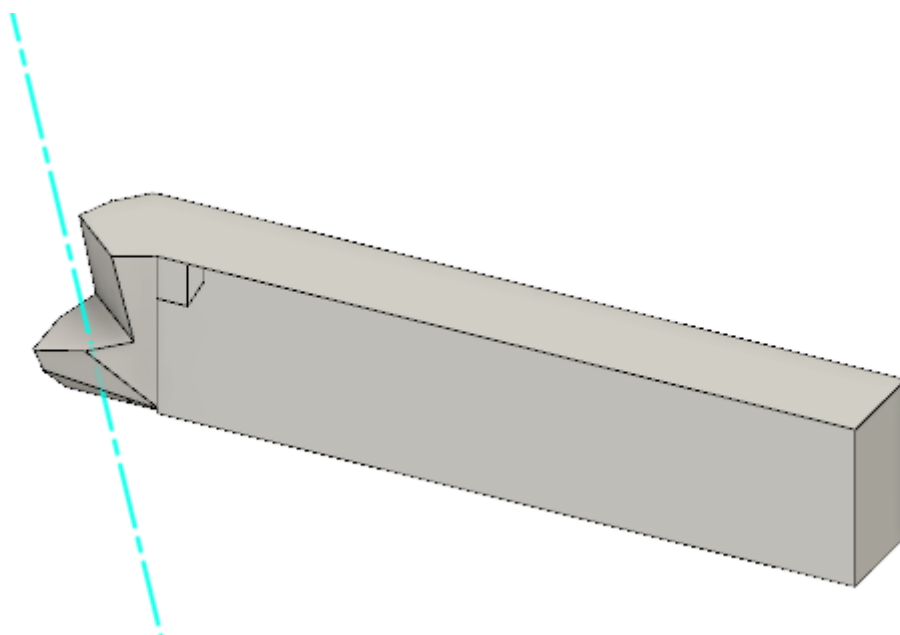


Рисунок.5.3. Створена вісь

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.МІ611.09.000.ПЗ

Лист

60

Наступний етап – суміщення потрібної нам готової 3D моделі деталі з заготовкою, з якою буде виготовлятися задана деталь. Рис 5.4.

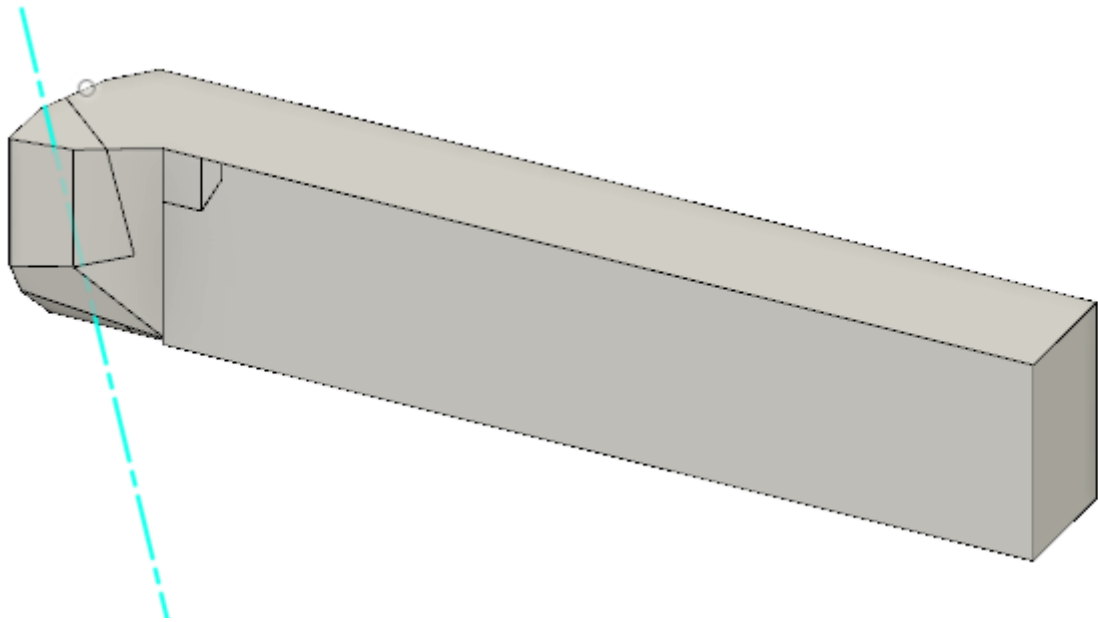


Рисунок.5.4 Заготовка

Після об'єднання деталі з заготовкою переходимо з вкладки «Desing» у вкладку «Manufacture». Де для початку потрібно створити «New Setup» Рисунок.5.5.

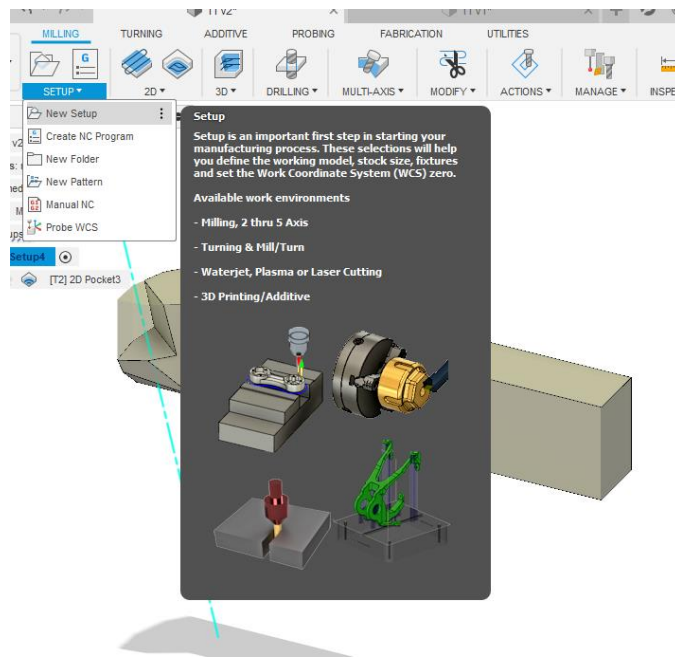


Рис5.5. Створення New Setup

Під час створення обов'язково обираємо «Milling», так як наш паз буде створений саме за допомогою фрезерування. Рисунок.5.6.

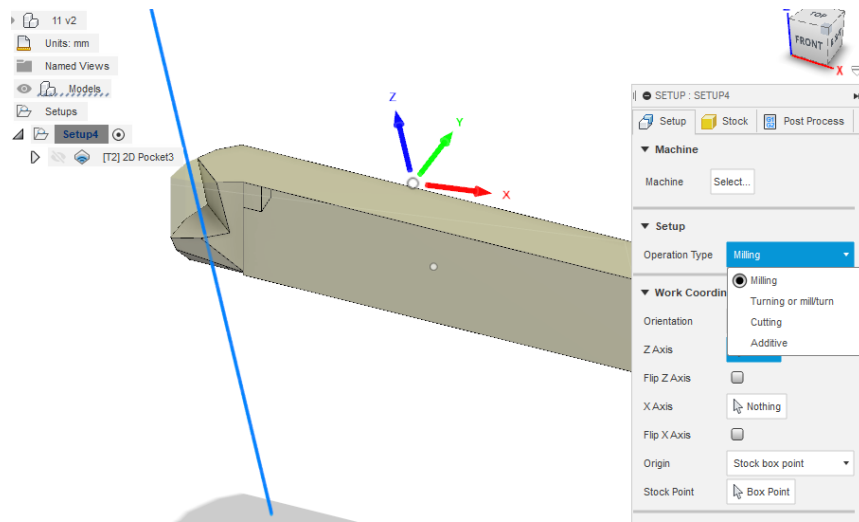


Рисунок.5.6. Milling

Після чого в «Orientation» обираємо «Select Z axis/plane & X axis» і в «Z axis» обираємо нашу пряму, яка перпендикулярна для оброблюємої площини. Рис 5.7.

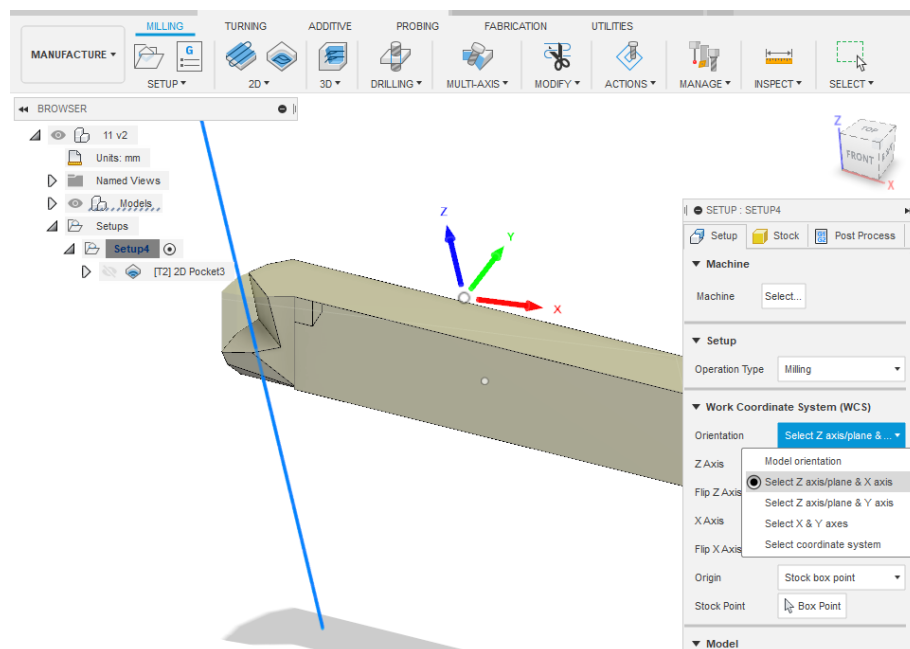


Рисунок.5.7. Orientation

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.МІ611.09.000.ПЗ

Лист

62

В цій ж вкладці «Setup» обираємо за «Body» нашу готову деталь.

Рисунок.5.8.

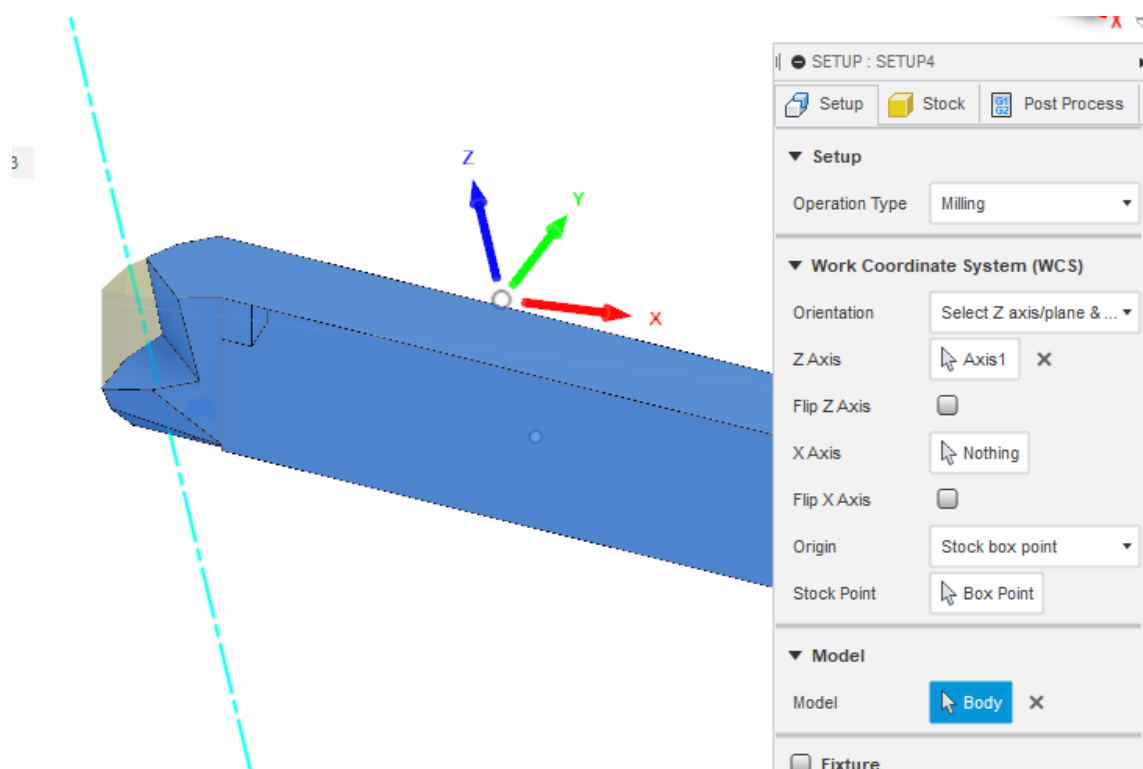


Рисунок.5.8. Вибір деталі

А в сусідній вкладці «Stock» в «Mode» обираємо «From solid» для того, щоб мати можливість самим обирати заготовку і в «Stock solid» обираємо вже заготовку, яку ми сумістили з нашою деталлю. Рисунок.5.9.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.МІ611.09.000.ПЗ

Лист

63

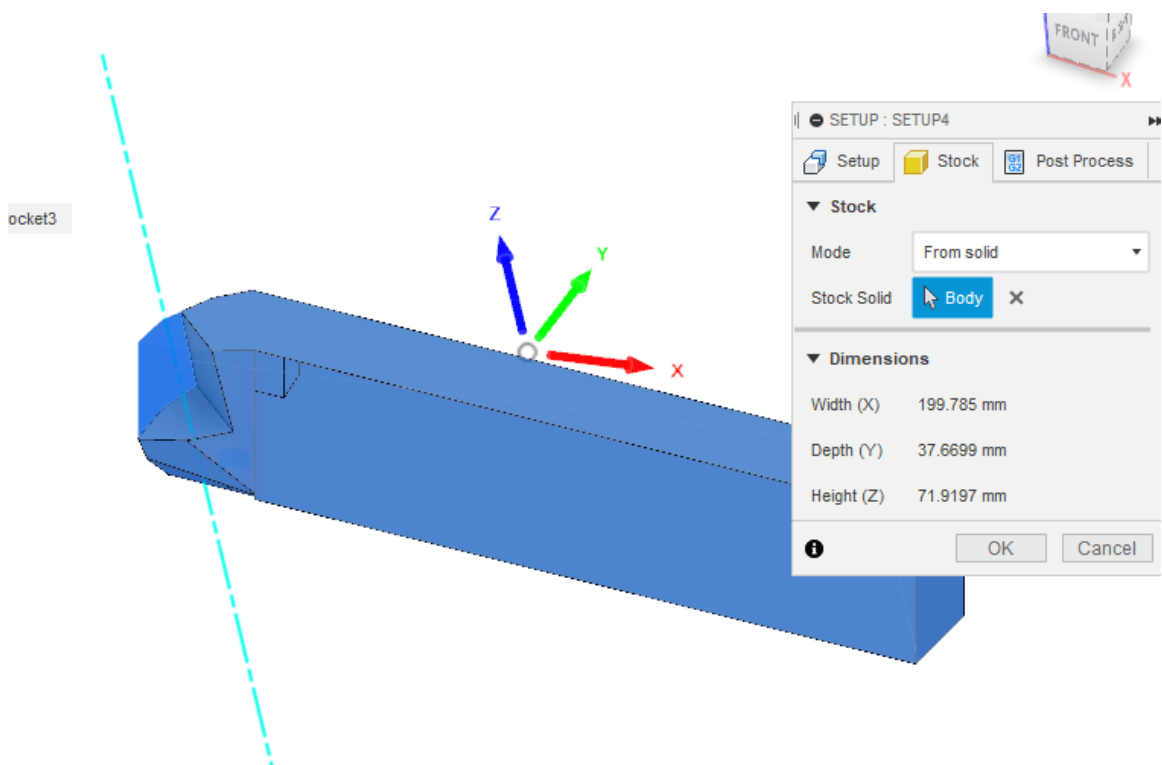


Рисунок.5.9. Вибір заготовки

Після чого створюємо «New Setup». І переходимо до створення обробки нашого пазу фрезерування.

У вкладці «Turning» обираємо «2D pocket» так як саме цей вид операції потрібен для оброблення нашого пазу. Рис 5.10.

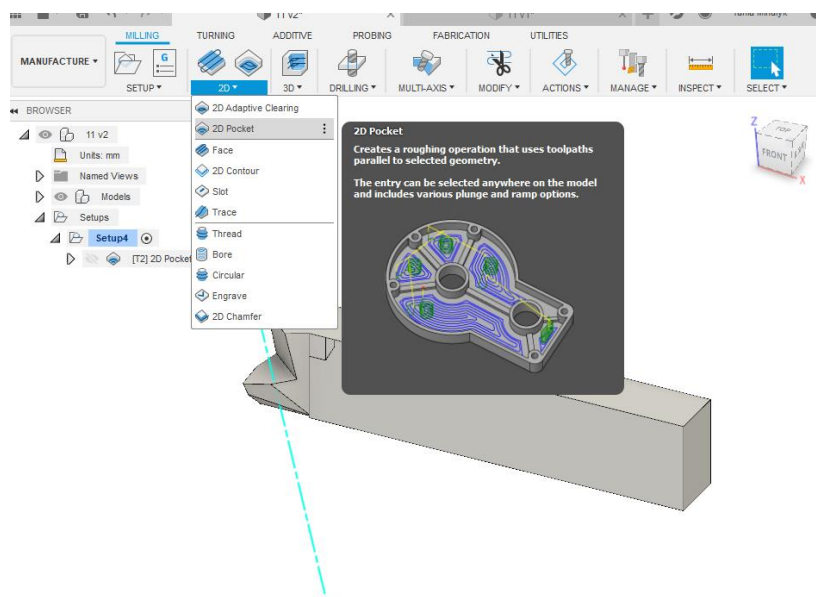


Рисунок.5.10. Вибір 2D pocket

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.МІ611.09.000.ПЗ

Лист

64

І перш за все на першій вкладці у новому вікні ми обираємо потрібний інструмент і вказуємо всі режими різання. Рисунок.5.11.

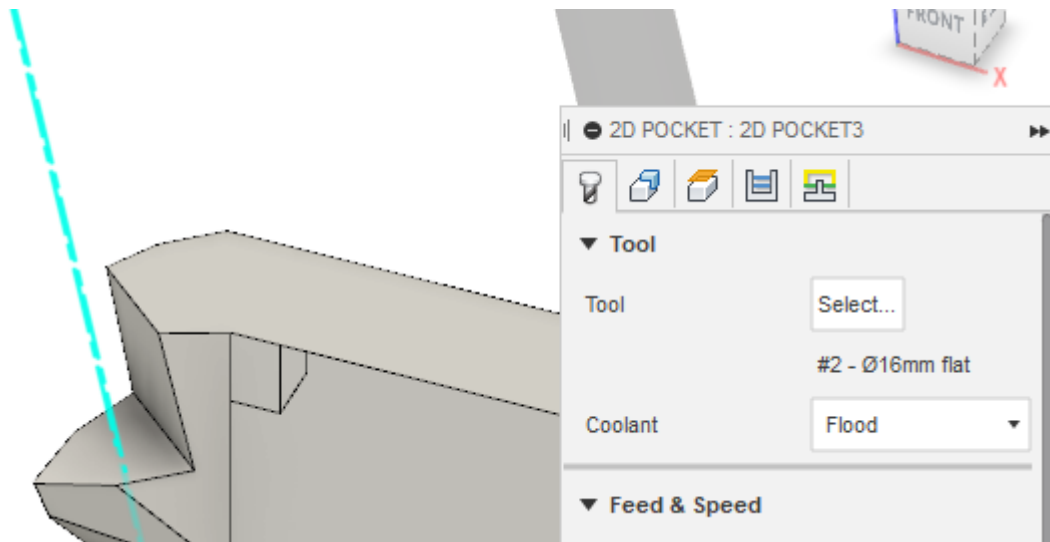


Рисунок.5.11.Вибір інструмента

Перевіряємо чи задовольняє наші умови вибраний інструмент, і якщо ні – вносимо правки. Рисунок.5.12.

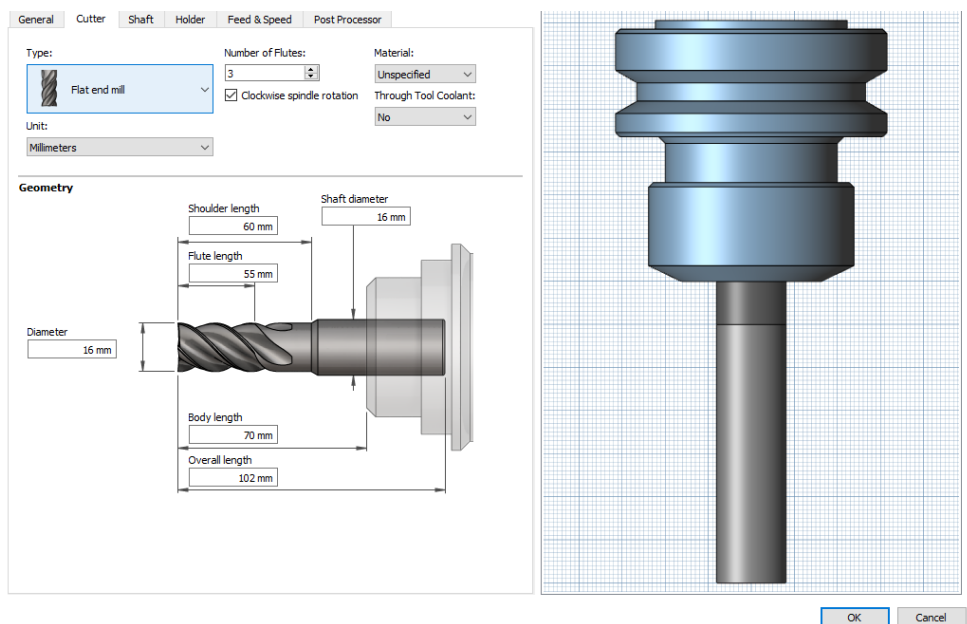


Рисунок.5.12 Редагування інструменту

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.МІ611.09.000.ПЗ

Лист

65

Далі відкриваємо вкладку «Geometry» і в «Pocket Selections» обираємо нашу площину – ту, до якої має продовжуватися обробка нашої заготовки.

Рисунок.5.13.

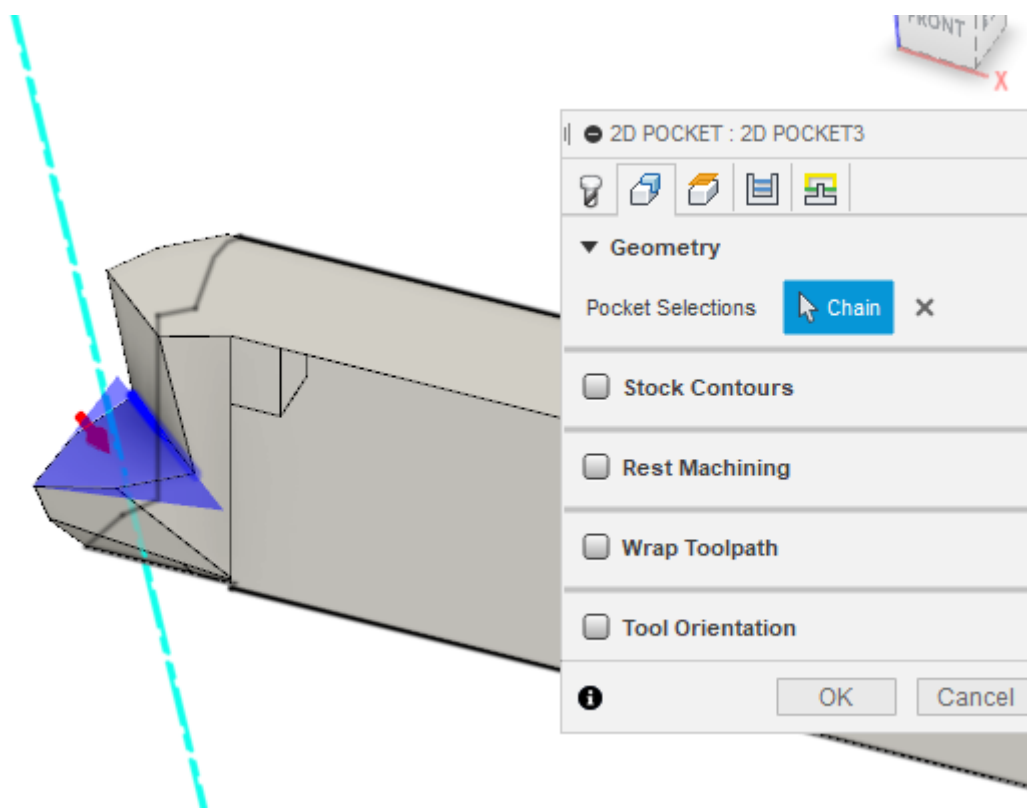


Рисунок.5.13 Вибір площини

Після чого приймаємо. І Отримуємо маршрут руху інструмента і 3D симуляцію обробки. Рисунок.5.14.

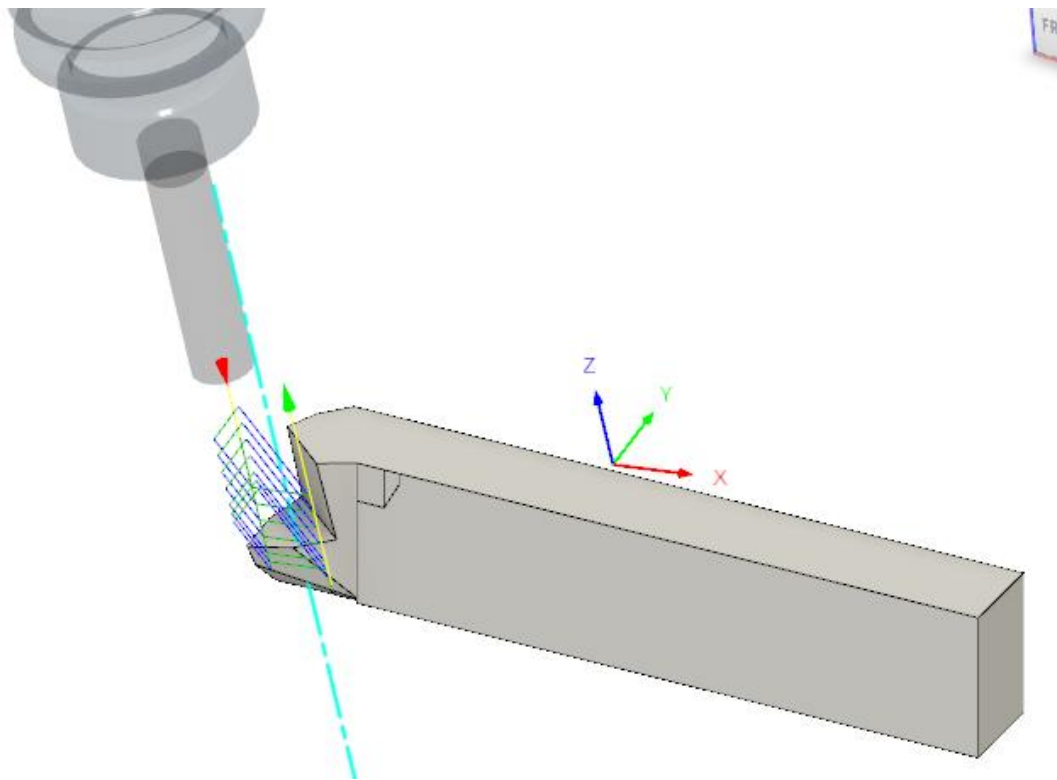


Рисунок.5.14. Схема руху інструменту

А у вкладці «Actions», «Post Process» – отримуємо G-код, перед тим обравши потрібний нам верстат. Рисунок.5.15

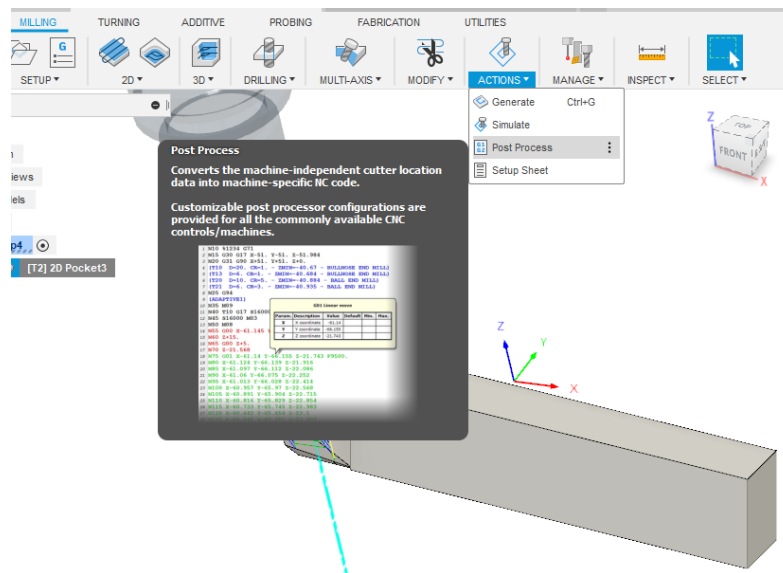


Рисунок.5.15. Отримання G-коду

Отриманий G-код для обраного верстата:

%

O1001

(T2 D=16. CR=0. - ZMIN=-25.294 - flat end mill)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП.МІ611.09.000.ПЗ

N1 G90 G17  
N2 G21  
N3 M59  
N4 G0 M140  
(2D Pocket3)  
N5 T2 M6  
N6 S5000 M3  
N7 G54  
N8 M8  
N9 G0 X-88.666 Y-26.775  
N10 G43 Z30. H2  
N11 Z15.  
N12 G1 Z11. F500.  
N13 Z0.  
N14 X-88.712 Y-26.734  
N15 X-107.786 Y-9.936 F1000.  
N16 X-107.822 Y-9.894  
.  
.  
.  
N137 X-69.02 Y-31.372 Z-23.694  
N138 G0 Z30.  
N139 M9  
N140 G0 M140  
N141 G53 G0 X0. Y0.  
N142 M33  
N143 M35  
N144 M13  
N145 G69  
N146 M31

					<i>ДП.МІ611.09.000.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

N147 M32

N148 M34

N149 M12

N150 M61

N151 M2

E

					<i>ДП.МІ611.09.000.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>69</i>

## ВИСНОВОК

В даному дипломному проекті було розглянуто ряд проблем, з якими можна стикнутися при обробленні розточним різцем нержавіючої сталі, більшість цих проблем виникають через зливну стружку: так як нержавіюча сталь має такі переваги, як міцність, ця ж перевага створює і недолік. Адже завдяки такій властивості як міцність, стружка нержавіючої сталі не ламається або ламається дуже рідко. Стружка завивається в довгі спіралі і заважає обробці, так як може намотуватися на сам інструмент або на деталь.

Так само нержавіюча сталь швидко зношує інструменти, якими її оброблюють.

В результаті чого відбувся пошук рішень цих проблем. Для регулювання сходу стружки використовуються спеціальні розробленні для нержавіючої сталі стружколоми.

Розточення отвору в заготовці з нержавіючої сталі діаметром 65 мм є доволі проблематичним, тому було вирішено використовувати різець зі змінною твердосплавною пластиною з кріпленням клин-прихват, адже такий вид кріплення є найбільш надійним і точним в плані базування.

Тому було розроблено різець, який би задовольняв нашим потребам при розточуванні отвору.

В технологічній частині було розроблено технологію виготовлення даного розточного різця для оброблення отвору діаметром 65 мм.

В конструкторській частині було створено пристосування для оброблення паза під пластину на даному різцю.

В частині з ЧПК було змодельовано траєкторію руху інструмента при обробленні паза під пластину та отримано G-код для обробки паза під пластину на станкові з ЧПК.

					<b>ДП.МІ611.09.000.ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

## Список використаних джерел

1. [http://metallicheckiy-portal.ru/marki\\_metallov/stk/12X18H10T](http://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/12X18H10T)
2. ГОСТ 5949-75 Сталь сортовая и калиброванная коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная. Технические условия
3. <https://metinvestholding.com/ru/products/steel-grades/40x>
4. ГОСТ4543-89Metalлопродукция из конструкционной легированной стали. Технические условия
5. Фельдштейн Е.Э. Режущий инструмент. Курсовое и дипломное проектирование. Учебное пособие. — Минск: Дизайн ПРО, 2002. — 320 с.
6. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА з дисципліни «Технологія інструментального виробництва» ФРЕЗЕРУВАННЯ ПАЗУ ПІД БАГАТОГРАННУ ПЛАСТИНУ ТВЕРДОГО СПЛАВУ
7. <http://www.rezec.in.ua/tverdosplavnye-plastina>
8. Кожевников Д.В. Режущий инструмент под редакцией Кирсанова С. В, 2-е изд. доп. М.: Машиностроение, 2005.528 с.
9. ГОСТ 20874-75 РЕЗЦЫ ТОКАРНЫЕ СБОРНЫЕ РАСТОЧНЫЕ С МЕХАНИЧЕСКИМ КРЕПЛЕНИЕМ МНОГОГРАННЫХ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ПЛАСТИН
10. ГОСТ 19075-80 ПЛАСТИНЫ ОПОРНЫЕ СМЕННЫЕ МНОГОГРАННЫЕ ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ ШЕСТИГРАННОЙ ФОРМЫ С УГЛОМ
11. <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/knowledge/general-turning/pages/how-to-choose-correct-turning-insert.aspx>
12. <https://taegutec.com.ua/lomaem-struzhku-vmeste-s-dvumya-novymi-struzhkolomami-serii-rhinorush/>
13. ОПТИМІЗАЦІЯ МАРШРУТУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ІНСТРУМЕНТУМЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ

КУРСОВОЇ РОБОТИ З ДИСЦИПЛІНИ « МАТЕМАТИЧНЕ  
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РІЗАННЯ»

14. Технология изготовления резцов. Под редакцией Н.С. Дегтяренко, Авторы: Г.В. Подгурский, Н.А. Подосенова, В.Г. Рославль. Москва 1961, 82 с.
15. ГОСТ 4743-68 Пластины опорные для станочных приспособлений. Конструкция и размеры.
16. ГОСТ 13441-68 Опоры постоянные со сферической головкой для станочных приспособлений. Конструкция и размеры.
17. Станочные приспособления: Справочник в двух томах. Том 1. Под редакцией Б.Н. Вардашкина и А.А. Шатилова. Авторы: А.И. Астахов, С.В. Бояршинов, Б.Н. Вардашкин, В.В. Данилевский, Э.Л. Жуков, В.Б. Ильицкий, О.Я. Константинов, Ю.И. Кузнецов, З.Г. Кулешова, А.М. Панков, А.А. Шатилов. (Москва: Издательство «Машиностроение», 1984

					<i>ДП.МІ611.09.000.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<b>72</b>

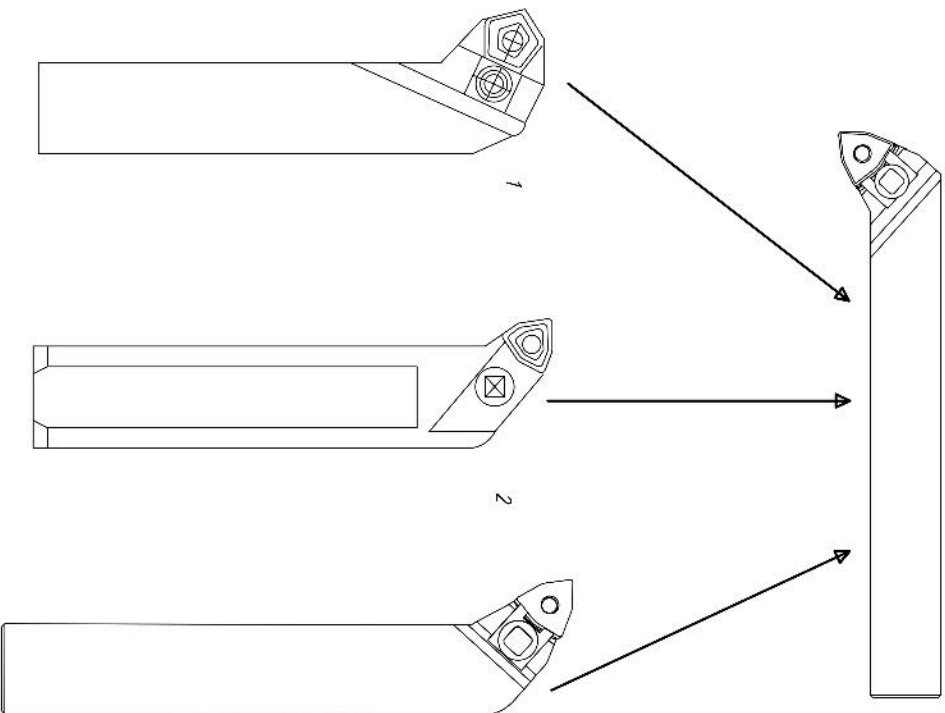
## Додатки

Додаток 1

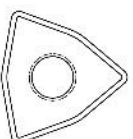
Графічна частина роботи

# Синтез конструкторської розточного різця

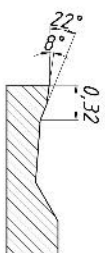
Запропонована конструкція



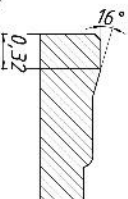
Змінна шестигранна твердосплавна пластинка



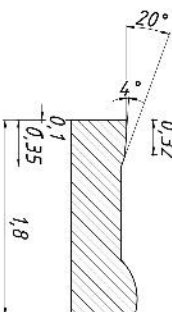
Види стружкоколонтів для оброблення нержавіючої сталі



MTSUBISHI  
a = 2 - 10mm  
f = 0.6 - 1.2 мм/об



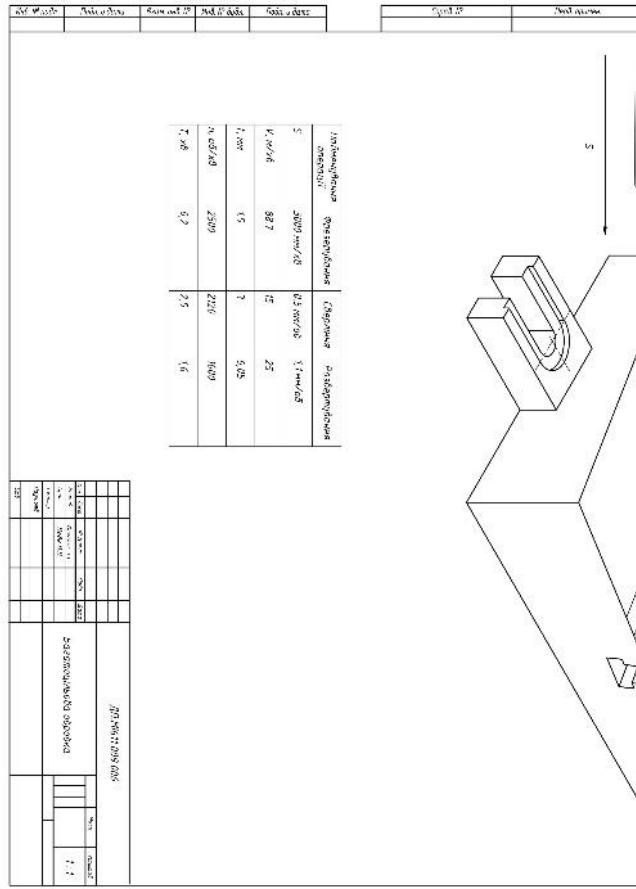
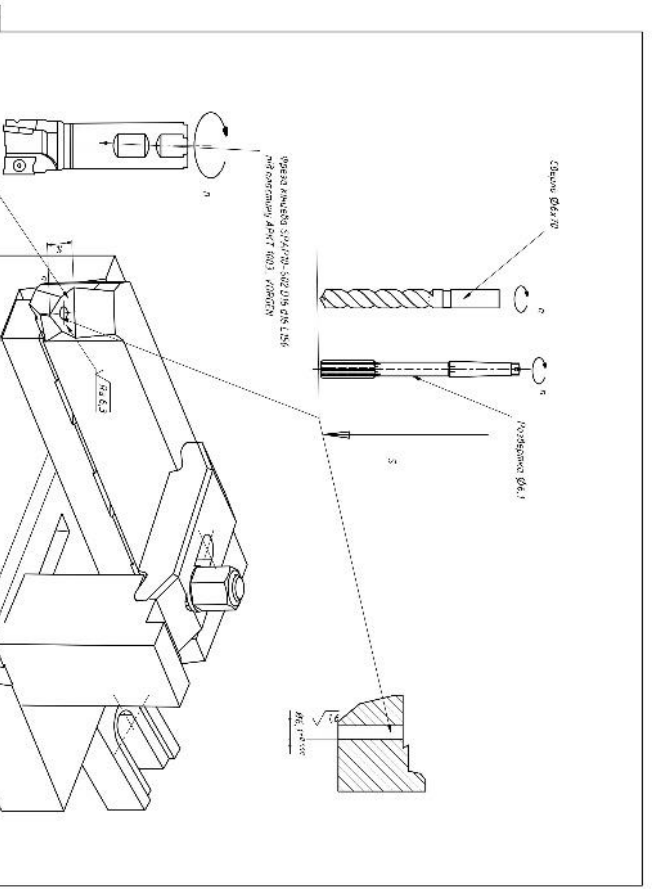
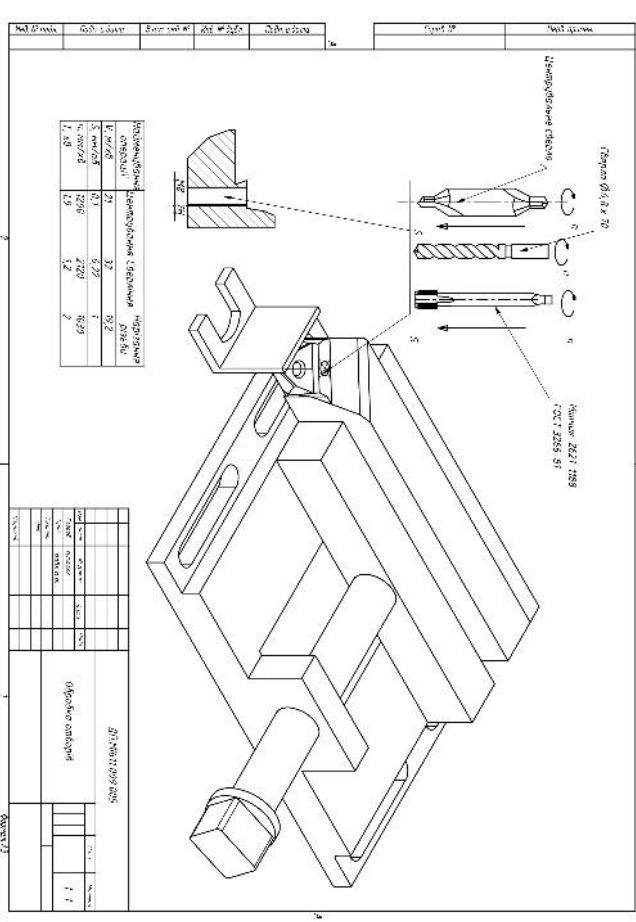
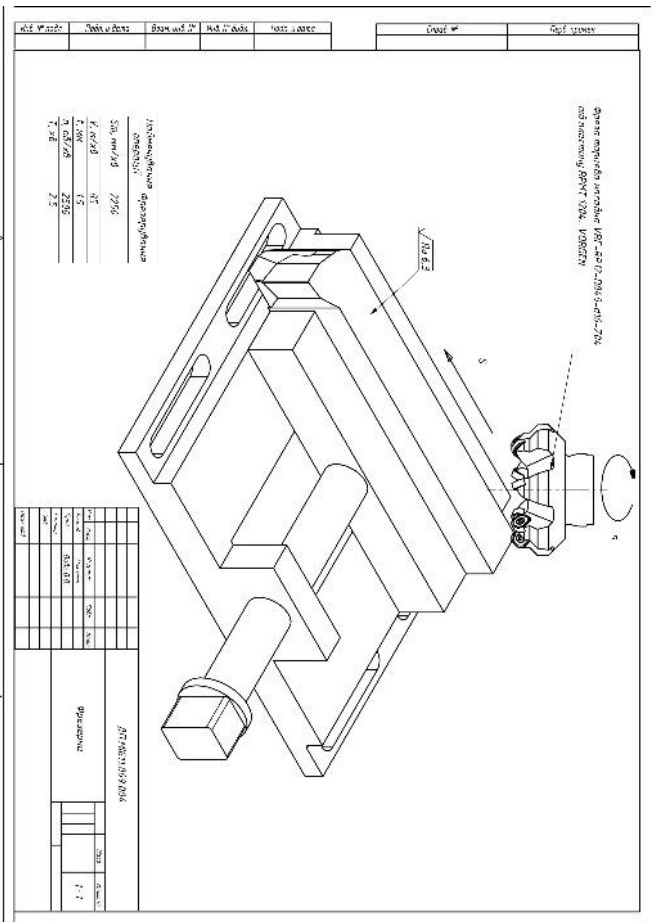
SANDVIK-COROMANT  
a = 3 - 10mm  
f = 0.3 - 0.7 мм/об

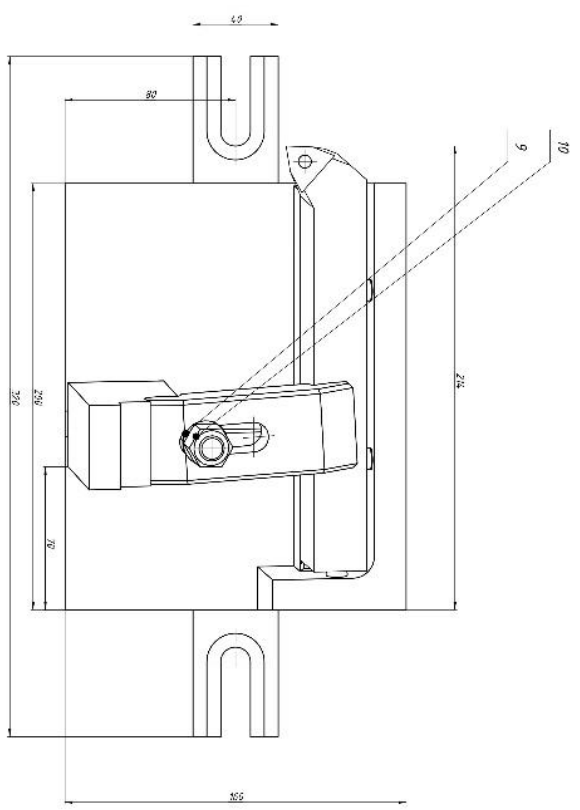
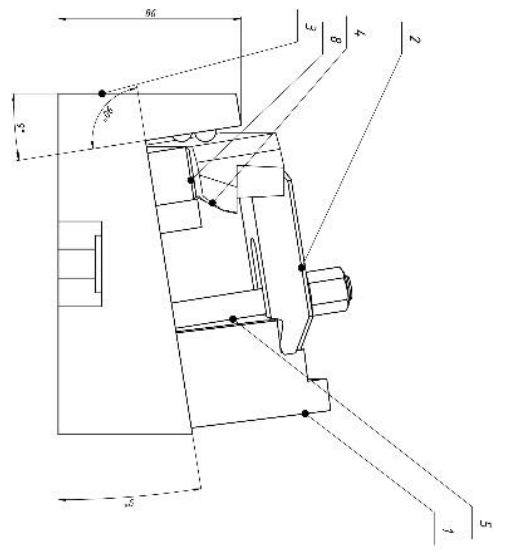
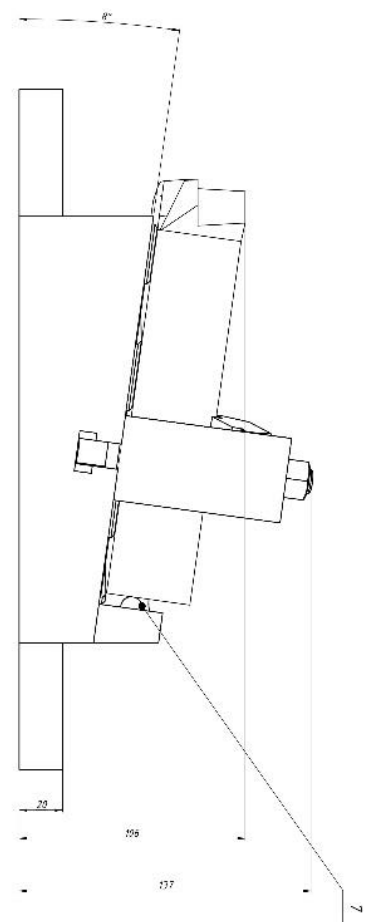


a = 1 - 3mm  
f = 0.1 - 0.4 мм/об

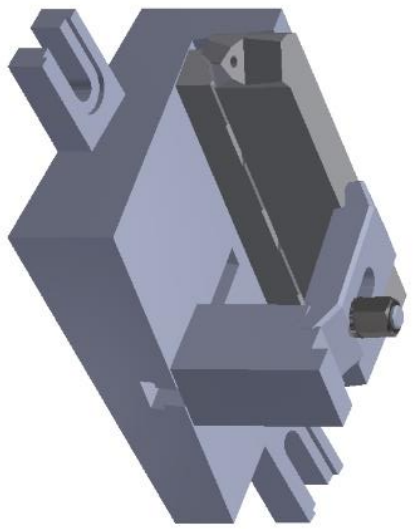
	1	2	3	Запропонована конструкція
Кріплення пластини клин-притискачем	+	-	+	+
Форма пластини тригономальної форми	-	+	+	+
Форма державки прямокутна	+	-	+	+
Тітвищена надійність роботи різця, за рахунок надійного прилягання пластини при кріпленні	+	-	+	+
Висока точність положення вершини різця	+	-	+	+
Можливість обрізки отворів діаметром менше 70 мм	-	+	-	+







X  
Z

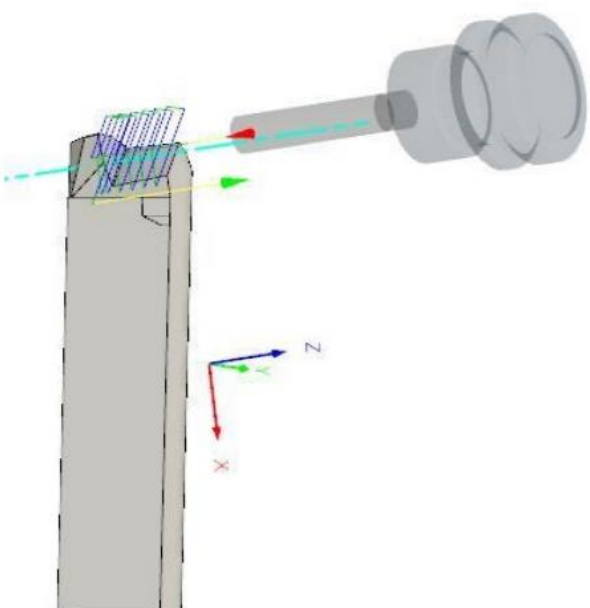


1. Имя студента Балашов Сергей Сергеевич  
 2. Аббревиатура кафедры  
 3. Аббревиатура факультета  
 4. Аббревиатура института

МБГ11.009.007.СК		Скачать		Скачать	
Государственный университет		19		1:1	
Инженерный факультет		1		1	
Институт		1		1	
Кафедра		1		1	
Специальность		1		1	
Курс		1		1	
Семестр		1		1	
Дисциплина		1		1	
Тема		1		1	
Автор		1		1	
Проверен		1		1	
Дата		1		1	

# Розробка керуючої програми для обробки на верстаті з ЧТК

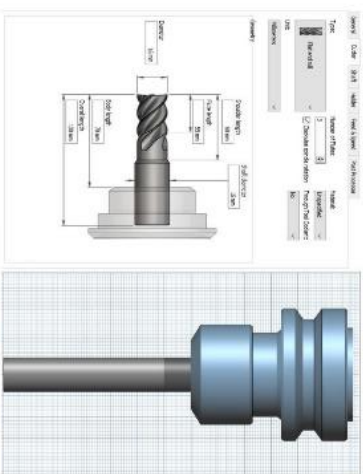
Траєкторія руху інструменту



**G-код**

```

%
O1001
(T72 D=16, CR=0, -2MM=-25.294 - flat end mill)
N1 G90 G17
N2 G21
N3 M59
N4 G0 M14.0
N5 T2 M6
N6 S5000 M3
N7 G34
N8 M8
N9 G0 X-.88666 Y-.26.775
N10 G4.3 Z30 H2
N11 Z15.
N12 G1 Z11. F500.
N13 Z0.
N14 X-.88.712 Y-.26.734
N15 X-.007.786 Y-.9.936 F1000
N16 X-.007.822 Y-.9.894
E
N137 X-.69.02 Y-.31.712 Z-.23.694
N138 G0 Z30.
N139 M9
N140 G0 M14.0
N141 G53 G0 X0. Y0.
N142 M32
N143 M35
N144 M13
N145 G69
N146 M31
N147 M32
N148 M34
N149 M12
N150 M61
N151 M2
    
```



Feed & Speed	
Spindle Speed	2500
Surface Speed	125.654 m/min
Ramp Spindle Speed	2500 rpm
Cutting Feedrate	937.5 mm/rpm
Feed per Tooth	1.25
Lead-In Feedrate	500 mm/min
Lead-Out Feedrate	1000 mm/min
Ramp Feedrate	500 mm/min
Plunge Feedrate	500 mm/min
Feed per Revolution	0.2 mm

№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Додаток 2

Код керуючої програми

## G-код керуючої праграми

%

O1001

(T2 D=16. CR=0. - ZMIN=-25.294 - flat end mill)

N1 G90 G17

N2 G21

N3 M59

N4 G0 M140

(2D Pocket3)

N5 T2 M6

N6 S5000 M3

N7 G54

N8 M8

N9 G0 X-88.666 Y-26.775

N10 G43 Z30. H2

N11 Z15.

N12 G1 Z11. F500.

N13 Z0.

N14 X-88.712 Y-26.734

N15 X-107.786 Y-9.936 F1000.

N16 X-107.822 Y-9.894

N17 X-107.845 Y-9.844

N18 X-107.854 Y-9.789

N19 X-108.119 Y3.85

N20 G2 X-107.787 Y4.004 I0.2 J0.004

N21 G1 X-100.702 Y-2.235  
N22 X-83.31 Y-17.553  
N23 X-72.886 Y-26.734  
N24 G2 X-73.022 Y-27.084 I-0.132 J-0.15  
N25 G1 X-88.537 Y-26.825  
N26 X-88.583 Y-26.819  
N27 X-88.627 Y-26.802  
N28 X-88.666 Y-26.775  
N29 Z-5. F500.  
N30 X-88.712 Y-26.734  
N31 X-107.786 Y-9.936 F1000.  
N32 X-107.822 Y-9.894  
N33 X-107.845 Y-9.844  
N34 X-107.854 Y-9.789  
N35 X-108.119 Y3.85  
N36 G2 X-107.787 Y4.004 IO.2 JO.004  
N37 G1 X-100.702 Y-2.235  
N38 X-83.31 Y-17.553  
N39 X-72.886 Y-26.734  
N40 G2 X-73.022 Y-27.084 I-0.132 J-0.15  
N41 G1 X-88.537 Y-26.825  
N42 X-88.583 Y-26.819  
N43 X-88.627 Y-26.802  
N44 X-88.666 Y-26.775

N45 Z-10. F500

N46 X-88.712 Y-26.734

N47 X-107.786 Y-9.936 F1000.

N48 X-107.822 Y-9.89

N49 X-107.845 Y-9.844

N50 X-107.854 Y-9.789

N51 X-108.119 Y3.85

N52 G2 X-107.787 Y4.004 IO.2 JO.004

N53 G1 X-100.702 Y-2.235

N54 X-83.31 Y-17.553

N55 X-72.886 Y-26.734

N56 G2 X-73.022 Y-27.084 I-0.132 J-0.15

N57 G1 X-88.537 Y-26.825

N58 X-88.583 Y-26.819

N59 X-88.627 Y-26.802

N60 X-88.666 Y-26.775

N61 Z-15. F500.

N62 X-88.712 Y-26.734

N63 X-107.786 Y-9.936 F1000.

N64 X-107.822 Y-9.894

N65 X-107.845 Y-9.844

N66 X-107.854 Y-9.789

N67 X-108.119 Y3.85

N68 G2 X-107.787 Y4.004 IO.2 JO.004

N69 G1 X-100.702 Y-2.235  
N70 X-83.31 Y-17.553  
N71 X-72.886 Y-26.734  
N72 G2 X-73.022 Y-27.084 I-0.132 J-0.15  
N73 G1 X-88.537 Y-26.825  
N74 X-88.583 Y-26.819  
N75 X-88.627 Y-26.802  
N76 X-88.666 Y-26.775  
N77 Z-20. F500.  
N78 X-88.712 Y-26.734  
N79 X-107.786 Y-9.936 F1000.  
N80 X-107.822 Y-9.894  
N81 X-107.845 Y-9.844  
N82 X-107.854 Y-9.789  
N83 X-108.119 Y3.85  
N84 G2 X-107.787 Y4.004 I0.2 J0.004  
N85 G1 X-100.702 Y-2.235  
N86 X-83.31 Y-17.553  
N87 X-72.886 Y-26.734  
N88 G2 X-73.022 Y-27.084 I-0.132 J-0.15  
N89 G1 X-88.537 Y-26.825  
N90 X-88.583 Y-26.819  
N91 X-88.627 Y-26.802  
N92 X-88.666 Y-26.775

N93 Z-22.647 F500.

N94 X-88.712 Y-26.734

N95 X-107.786 Y-9.936 F1000.

96 X-107.822 Y-9.894

N97 X-107.845 Y-9.844

N98 X-107.854 Y-9.789

N99 X-108.119 Y3.85

N100 G2 X-107.787 Y4.004 I0.2 J0.004

N101 G1 X-100.702 Y-2.235

N102 X-83.31 Y-17.553

N103 X-72.886 Y-26.734

N104 G2 X-73.022 Y-27.084 I-0.132 J-0.15

N105 G1 X-88.537 Y-26.825

N106 X-88.583 Y-26.819

N107 X-88.627 Y-26.802

N108 X-88.666 Y-26.775

N109 Z-25.294 F500.

N110 X-88.712 Y-26.734

N111 X-107.786 Y-9.936 F1000.

N112 X-107.822 Y-9.894

N113 X-107.845 Y-9.844

N114 X-107.854 Y-9.789

N115 X-108.119 Y3.85

N116 G2 X-107.787 Y4.004 I0.2 J0.004

N117 G1 X-100.702 Y-2.235

N118 X-83.31 Y-17.553

N119 X-72.886 Y-26.734

N120 G2 X-72.711 Y-26.914 I-1.057 J-1.201

N121 G1 X-70.04 Y-30.139

N122 X-69.94 Y-30.26 Z-25.286

N123 X-69.841 Y-30.38 Z-25.263

N124 X-69.744 Y-30.497 Z-25.225

N125 X-69.65 Y-30.611 Z-25.172

N126 X-69.559 Y-30.72 Z-25.105

N127 X-69.473 Y-30.824 Z-25.025

N128 X-69.393 Y-30.921 Z-24.931

N129 X-69.319 Y-31.011 Z-24.826

N130 X-69.252 Y-31.092 Z-24.709

N131 X-69.192 Y-31.164 Z-24.583

N132 X-69.14 Y-31.226 Z-24.448

N133 X-69.098 Y-31.278 Z-24.306

N134 X-69.064 Y-31.319 Z-24.159

N135 X-69.04 Y-31.348 Z-24.006

N136 X-69.025 Y-31.366 Z-23.851

N137 X-69.02 Y-31.372 Z-23.694

N138 G0 Z30.

N139 M9

N140 G0 M140

N141 G53 G0 X0. Y0.

N142 M33

N143 M35

N144 M13

N145 G69

N146 M31

N147 M32

N148 M34

N149 M12

N150 M61

N151 M2

E

## Додаток 3

Тези доповіді для конференції

## Тези доповіді для конференції «Інновації молоді в машинобудуванні 2019»

Задачі подрібнення стружки найчастіше виникають при обробленні в'язких матеріалів, а саме через те, що утворюється зливна стружка. За рахунок її неперервності вона досить погано видаляється з зони оброблення, може накручуватися на інструмент та деталь, знижувати якість обробленої поверхні та є небезпечною для оператора верстата.

Вирішення цієї задачі можливо різними способами, а саме:

- для осьових інструментів створенням на різальних кромках стружкорозподільних канавок [1], обробленням з відведенням інструмента для виведення стружки [2,3];
- для токарних інструментів за рахунок накладних стружколомів [4-6], або найчастіше, за рахунок створення на поверхні інструменту стружколомаючих елементів чи осцилюючого руху (інструменту чи програмно супорту верстату) при обробленні деталі [2, 7].

Найчастіше для подрібнення стружки при токарному обробленні є використання багатограних непереточуваних твердосплавних пластин зі стружколомами різної конфігурації. Проте розроблені форми стружколомів не є універсальними і мають обмеження в застосуванні в залежності від виду оброблення (чорнове, напівчистове чи чистове) та оброблюваного матеріалу.

Тому створення конструкцій таких пластин розвивається двома шляхами створення форми поверхні пластини, яка забезпечить стружкоподрібнення:

- в широкому діапазоні глибин різання та подач,
- конкретних матеріалів, де ця задача є найбільш актуальною.

Найбільш простим по конфігурації є стружколом в вигляді однієї чи декількох стружкозавиваючих канавок, виконаних на поверхні пластини вздовж різальної кромки. Їх форма поперечного перерізу може бути постійною або змінною і є засобом змінювання радіусу закручування стружки в її різних точках.

Використання таких стружколомів не забезпечує надійне стружкоподрібнення в широких діапазонах режимів різання та матеріалів, що авіть входять в одну групу різання. Тому розмірами таких канавок і їх розташуванням варіюють в досить великих межах.

Для покращення ефективності стружкоподрібнення на поверхні пластини створюють виступи та западини, які додатково деформують стружку ще й в поперечному напрямку. За їх наявності зменшується площа контакту стружки з інструментом, покращується подача змащувально-охолоджувальної рідини в зону різання, зменшуються сили тертя та кількість тепла, що надходить до інструменту, проте через додаткову деформацію стружки сили різання зростають.

Виступи та впадини можуть бути розташовані або на деякій відстані від різальної кромки, або бути розташованими на різальній кромці, виконуючи функції стружкороздільних канавок, тобто змінювати форму поперечного перерізу стружки.

Кожен виробник має свою конфігурацію стружколомів, яка складається з комбінації геометричних елементів, та рекомендації щодо їх використання, проте інформація щодо ефективності кожного елемента, їх розмірів та найбільш раціонального поєднання є комерційною таємницею. Ці задачі є досить актуальними і їх вирішення дасть змогу створити прогресивні конструкції стружколомів із розширенням їх області застосування.

Вирішення цих задач пропонується проводити шляхом моделювання процесу різання застосуванням методу скінченних елементів, оскільки сучасні спеціалізовані програмні продукти, наприклад AdvantEdge компанії Third Wave Systems, здатні змодельовати також руйнування стружки при контакті з заготовкою [8]. Отримані результати хоч і потребуватимуть експериментальної перевірки, проте в випадку їх адекватності буде досягнута значна економія часу та матеріальних ресурсів.

### **Ключові слова**

різальний інструмент; стружкоподрібнення; стружколом; твердосплавна пластина;

### **Посилання**

1. Вовк В.В., Гайдай А.Р., Шебалдіна Г.В., Юмін О.Б. Кінцева фреза для чорнового оброблення. Патент на винахід №110557, МПК В23С 5/10, опубл. 12.01.2016 ,Бюл №1.
2. Лавров Н.К. Завивание и дробление стружки в процессе резания. М.: Машиностроение, 1971. - 239с.
3. Луців І. В. Дослідження процесу утворення та відведення стружки з зони різання при глибокому свердлінні інструментом з міжлезовим адаптивним зв'язком / І. Луців, І. Брошак // Вісник ТДТУ. — Т. : ТДТУ, 2008. — Том 13. — № 2. — С. 43–49.
4. ГОСТ 25418-82 Стружколомы сменные многогранные твердосплавные круглой формы. Конструкция и размеры.
5. ГОСТ 19084-80 Стружколомы сменные многогранные твердосплавные трехгранной формы. Конструкция и размеры.
6. ГОСТ 19085-80 Стружколомы сменные многогранные твердосплавные квадратной формы. Конструкция и размеры.
7. Виноградов М.В. Управление приводом подачи токарного станка в режиме стружкодробления // Автоматизация и управление в машино- и приборостроении: сб. науч. тр. Саратов: СГТУ, 2014. с. 18–26.
8. Васильев П. М. Проектирование стружколома токарного резца на основе моделирования процесса резания. [Электронный ресурс] // Всероссийская научно-техническая конференция «Студенческая научная весна: Машиностроительные технологии»: материалы конференции, 8 – 12 апреля, 2019, Москва, МГТУ им. Н.Э.Баумана. - М.: ООО «КванторФорм», 2019.  
URL: [http://studvesna.qform3d.ru/db\\_files/articles/2510/thesis.pdf](http://studvesna.qform3d.ru/db_files/articles/2510/thesis.pdf) (дата звернення: 22.04.2019).