

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Механіко-машинобудівний інститут

Кафедра конструювання машин

До захисту допущено :

Завідувач кафедри

_____ Юрій ДАНИЛЬЧЕНКО

«___» _____ 20__р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

**за освітньо-професійною програмою «Інструментальні системи
інженерного дизайну»**

спеціальності 131 «Прикладна механіка»

на тему : «Фреза для оброблення прямокутних уступів»

Виконав(-ла):

Студент(-ка) IV курсу, групи МІ-81

Фаринич Дмитро Олексійович _____

Керівник :

Старший викладач, кандидат технічних наук

Парненко Валерія Сергіївна _____

Рецензент: _____

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті

Немає запозичень з праць інших

авторів без відповідних посилань

Студент (-ка) _____

Київ- 2022 року

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Механіко-машинобудівний інститут

Кафедра конструювання машин

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма «Інструментальні системи інженерного дизайну»

До захисту допущено :

Завідувач кафедри

_____ **Юрій ДАНИЛЬЧЕНКО**

«___» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

На дипломний проект студенту :

Фариничу Дмитру Олексійовичу

1. Тема проекту:

«Фреза для оброблення прямокутних уступів», керівник проекту
Парненко Валерія Сергіївна, к.т.н., старший викладач, затверджені
наказом по університету від «__» _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом проекту : _____.

3. Вихідні дані до проекту :

Розроблення конструкції торцевої фрези для обробки прямокутних
уступів у деталях з легованих сталі 20Х, ширина уступу 225 міліметрів,
довжина 25 мм, шорсткість Ra 3.2, фреза збірна з твердосплавними
пластинами, підведення охолоджуваної рідини – зовнішнє.

4. Зміст пояснювальної записки :

Аналіз конструкцій фрез, проектування торцевої фрези, технологія
виготовлення, проектування оснастки, перевірка торцевої фрези на
міцність

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо)
 1. Аналіз конструкцій фрез;
 2. Робоче креслення, складальне креслення;
 3. Етапи побудови 3D моделі
 4. Ескізи технологічних операцій;
 5. Технологічні карти;
 6. Складальне креслення пристосування;
 7. Розрахунок на міцність торцевої фрези
6. Дата видачі завдання : _____.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання проєкту	Примітка
1.	Аналіз можливих конструкцій фрези	11.03.2022	
2.	Проектні розрахунки фрези	25.03.2022	
3.	Розробка 3D моделі	08.04.2022	
4.	Технологія виготовлення	22.04.2022	
5.	Проектування пристосування	06.05.2022	
6.	Перевірка на міцність	04.06.2022	

Студент :

Дмитро ФАРИНИЧ

Керівник :

Валерія ПАРНЕНКО

Юрій ДАНИЛЬЧЕНКО

«__» _____ 20__ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ ДО ПРОЕКТУ	
Тема проекту	Фреза для оброблення прямокутних уступів
Зміст проекту	Розробка конструкції торцевої фрези для обробки прямокутних уступів у деталях з легованих сталей
Технічні умови до проекту	1. Матеріал деталі – 20Х; 2. Ширина уступу 220 мм, довжина 20 мм; 3. Шорсткість поверхні – Ra 3.2; 4. Фреза торцева збірна; 5. Пластини твердосплавні, змінні; 6. Підведення охолоджуваної рідини – зовнішнє; 7. Можливість використовувати на верстатах всіх типів.
ЛИСТ	ЗМІСТ ІЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРІАЛУ
СП	1. Аналіз конструкцій фрез
ОП	1. Алгоритм побудови 3D моделі ; 2. Робоче креслення корпусу фрези ; 3. Складальне креслення фрези.
ТС	Ескізи технологічних операцій виготовлення фрези: 1. Перехід 065 Шліфувальна 2. Перехід 015 Свердління отворів 3. Перехід 010 Точіння 4. Операція 025 Фрезерування

КС	Конструкція пристосування: 1. 3D модель 2. Складальне креслення	
ДС	1. Розрахунок міцності фрези	
Студент _____ Керівник _____		дата «__»_____20__р. дата «__»_____20__р.
Прийняті позначення: СП – стан питання ОП – об'єкт проектування ТС – технологічна складова		КС – конструкторська складова СС – спеціальна складова ДС – дослідницька складова

АНОТАЦІЯ

Метою даного дипломного проекту було спроектувати фрезу для обробки прямокутних уступів в деталях з легованої сталі. Такий вид обробки можна проводити багатьма фрезами : торцеві, кінцеві, дискові. Враховуючи геометричні параметри уступу даним за технічним завданням, доцільно використовувати саме торцеві фрези .

В ході роботи над проектом, було спроектовано торцеву фрезу з кутом в плані 90° з гвинтовим кріпленням пластин, розроблено технологію виготовлення цієї фрези, спроектовано ділильне пристосування – ділильну головку та проведено перевірку інструменту на міцність.

Ключові слова : торцева фреза, механічна обробка, різальний інструмент, леговані сталі.

ABSTRACT

The aim of this diploma project was to design a cutter for processing rectangular ledges in alloy steel parts. This type of processing can be performed by many cutters: end mill, face mill, disk mill. Given the geometric parameters of the ledge according to the specifications, it is advisable to use end mills. In the course of work on the project, an end mill with an angle of 90° with screw fastening of plates was designed, the technology of manufacturing this mill was developed, a dividing device - a indexing head was designed and the tool was tested for strength.

Key words: face milling machine, machining, cutting tool, alloy steels.

Зміст

Вступ.....	1
Розділ 1. Аналіз конструкцій фрез	3
1.1 Вихідні дані для аналізу.....	3
1.2 Торцеве фрезерування.....	6
1.3 Порівняння зустрічного і попутного фрезерування.....	8
1.4 Обробка уступів	11
1.5 Огляд конструкцій	16
1.6 Вибір кількості зубів.....	23
1.7 Вибір конструкції для подальшого проектування	27
Розділ 2 Проектування торцевої фрези	28
2.1 Вибір матеріалу корпусу	28
2.2 Розрахунок конструктивних елементів фрези	29
2.3 Вибір твердосплавної пластини та її геометричних параметрів для визначення параметрів пазу на корпусі для цієї пластини	31
2.4 Створення 3D моделі фрези в Autodesk Inventor 2018.....	32
2.5 Розрахунок режимів різання	42
2.6 Технічні вимоги.....	42
Розділ 3 Технологія виготовлення.....	44
3.1 Маршрутна технологія	44
3.2 Визначення припусків на оброблення	47
3.3 Визначення режимів різання.....	51
4. Розділ 4 Проектування оснастки	58
4.1 Постановка завдання.....	58
4.2 Ділильні головки [27]	58
4.3 Розробка оправки з розрізною втулкою.....	59
4.4 Розробка поворотного пристрою.....	60
4.2 Схема базування заготовки	67
4.4 Визначення похибки базування	68
4. 5. Визначення зусиль затиску заготовки	69
Розділ 5 Перевірка торцевої фрези на міцність	72
5.1 Розрахунок сили різання при обробці цієї фрезою.....	72
5.2 Аналітичний розрахунок міцності інструменту	73
Висновки	76

Список використаних джерел	77
Додатки.....	80

Вступ

Машинобудування - одна з основних галузей промисловості . Важливу роль в підвищенні ефективності машинобудівного виробництва відіграє металорізальний інструмент. Підвищення якості різального інструмента, стабільність його різальних властивостей мають велике значення для високопродуктивного металооброблюваного обладнання:

верстатівавтоматів і автоматичних ліній, верстатів з числовим програмним керування, гнучких виробничих систем. На стійкість, точність та надійність різального інструмента значною мірою впливає технологія його виготовлення. Неякісне виготовлення інструмента призводить до зниження його довговічності, погіршує точність оброблюваних деталей і в кінцевому результаті призводить до простоїв обладнання та зниження продуктивності виробництва.

Фрезерування є одним з найпоширеніших типів оброблення металів різанням. При цьому в даний час найбільше застосування отримали збірні фрези, оснащені змінними багатогранними пластинами.

Фрези є одним з найпоширеніших інструментів у металообробній промисловості. Із загального парку устаткування в промисловості фрезерні верстати становлять до 18%. Існує цілий ряд виробництв, де фрезерні верстати становлять 50-60% від усього заводського парку. Кінематика процесу фрезерування характеризується швидким обертанням інструмента навколо його осі й повільним рухом подачі, що може бути прямолінійно-поступальним, обертальним або гвинтовим. При прямолінійному русі подачі фрези виробляється обробка площин, усіляких пазів і кувань, фасонних циліндричних поверхонь.

Для фрезерування уступів зазвичай використовують : торцеві, кінцеві та дискові фрези. В залежності від характеристик кожного окремого уступу

обирається інструмент для його обробки. Характерною ознакою всіх інструментів які використовуються для фрезерування уступів є наявність кута в плані рівного 90° градусам. Саме цей кут відповідає за утворенням прямокутного уступу.

Вихідним завданням для виконання дипломного проекту є вибір конструкції, проектування та розробка технології виготовлення збірної торцевої фрези для обробки прямокутних уступів у деталях з легуваних сталей.

Розділ 1. Аналіз конструкцій фрез

1.1 Вихідні дані для аналізу

- Поверхня обробки – площина;
- Матеріал деталі – 20Х
- Шорсткість поверхні - Ra 3.2 мкм
- Верстат HAAS VF-6/50

Обробку плоских поверхонь можна проводити багатьма способами та різними інструментами. (рис. 1.1)



Рисунок 1.1 – Методи обробки поверхонь [1]

Для проведення продуктивної обробки плоских поверхонь, зазвичай використовують операцію фрезерування. За рівнем ефективності фрезерування перевершує стругання і в умовах крупносерійного виробництва уступає лише зовнішньому протягуванню. Кінематика процесу характеризується швидким обертанням інструменту навколо його осі і повільним рухом подачі. Рух подачі при фрезеруванні може бути

прямолінійно-поступовим , обертальним або гвинтовим. При прямолінійній русі подачі фрезами виконується обробка всіх можливих циліндричних поверхонь : площин, пазів та канавок, фасонних поверхонь.

При обертальному русі подачі фрезеруванням обробляються поверхні обертання, а при гвинтовому русі подачі – всілякі гвинтові поверхні, наприклад, канавки для відводу стружки , впадини косозубих коліс і тд.

Фреза представляє собою вихідне тіло обертання, яке в процесі обробки дотикається поверхні деталі, і на поверхні якого знаходяться ріжучі зуби. Форма вихідного тіла обертання залежить від форми оброблюваної поверхні і розміщення осі фрези відносно деталі. Змінюючи положення осі інструменту відносно оброблюваної поверхні , можна спроектувати різні види фрез, призначених для виготовленні заданої деталі.

Різноманіття операцію які можна виконувати на фрезерних верстатах, зумовило різноманіття типів, форм, і розмірів фрез.

Циліндричні фрези застосовуються на горизонтально-фрезерних станках при обробці площин.(рис 1.2) Ці фрези можуть бути з прямими і гвинтовими зубами. Фрези з гвинтовими зубами працюють плавно; вони широко застосовуються на виробництві. Фрези з прямими зубами використовуються лише для обробки вузьких площин, де переваги гвинтових зубів не дають великої переваги на процес різання. Циліндричні фрези виготовляють з швидкоріжучої сталі а також оснащують твердосплавним мі пластинками, плоскими та гвинтовими.

Торцеві фрези широко застосовуються при обробці площин на вертикально-фрезерних станках.(рис. 1.2) Осі інструменту встановлюється перпендикулярно до осі оброблюваної деталі. Різниця з циліндричними фрезами в тому, що всі точки ріжучих кромки зубів є профілюючими. Торцеві ріжучі кромки є додатковими. Головну роботу різання виконують бокові ріжучі кромки , які знаходяться на зовнішній поверхні. [2]

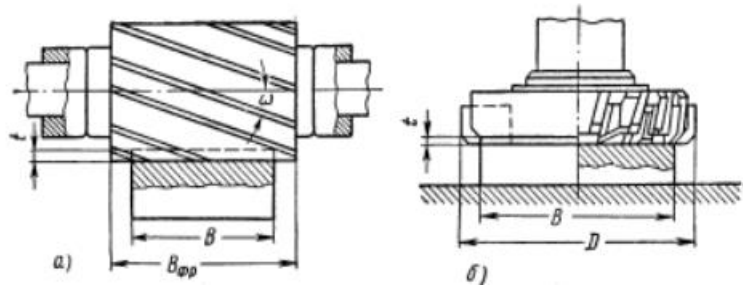


Рисунок 1.2. - Фрезерування, а)-циліндричною фрезою, б) Торцевою фрезою[3]

Як циліндричний, так і торцеве фрезерування можуть бути зустрічним, коли напрямок подачі протилежно напрямку обертання фрези, і попутним, коли напрямок подачі збігається з напрямком обертання фрези. При попутному фрезеруванні робота зуба фрези починається зі зрізання шару найбільшої товщини, а при зустрічному фрезеруванні навантаження на зуб збільшується поступово. При чорновій обробці слід використовувати метод зустрічного фрезерування для запобігання передчасного зношування фрези. При чистовій обробки при використанні попутного фрезерування збільшується стійкість інструменту і поліпшується якість обробленої поверхні.

Торцеві фрези найкращими є в порівнянні з циліндричними, оскільки забезпечують рівномірний фрезерування, оскільки довжина дуги контакту у них більше, крім того, вони не вимагають довгих оправок при їх кріпленні на верстаті.[3]

1.2 Торцеве фрезерування



Рисунок 1.3 - Фрезерування [4]

Торцеве фрезерування – найпоширеніша фрезерна операція, її можна виконувати за допомогою широкого спектра інструментів. Найчастіше використовуються фрези з головним кутом у плані 45° , але за певних умов також використовуються фрези з круглими пластинами, фрези для прямокутних уступів та тристоронні дискові фрези. (рис. 1.3) Для досягнення оптимальної продуктивності слід вибрати підходящу фрезу для даної операції

Торцеві фрези, як правило, виготовляють насадними. Вони широко використовуються при обробленні плоских поверхонь, у тому числі ступінчастих, які неможливо обробити циліндричними фрезами.

Порівняно із циліндричними фрезами, торцеві фрези мають наступні переваги:

- конструкція торцевих фрез дозволяє розмістити більшу кількість зубців на довжині контакту із заготовкою, що забезпечує продуктивність і рівномірне фрезерування;
- торцеві фрези можна виготовляти із масивними корпусами та

надійним кріпленням різальних елементів;

– при фрезеруванні площин можна отримувати нижчу шорсткість, за рахунок великої кількості допоміжних різальних кромки на торці фрези. [5]

Завдяки цим перевагам торцеві фрези, у порівнянні з циліндричними, знайшли найбільше застосування в сучасній металообробній промисловості.

Часто доцільно використовувати торцеві фрези з кутом в плані (рис.1.4). Кут ріжучих кромки впливає на напрям дії сили різання. Фрези з кутом у плані 45° часто є компромісним рішенням для загального застосування, тому що при цьому рівномірно розподіляються осьові та поперечні сили. Пропорційне відведення сили різання в осьовому напрямку значно підвищує продуктивність. Однак для тонкостінних деталей рекомендується головний кут у плані 90° , щоб зменшити тиск на заготовку. Інша можливість – використовувати фрези з круглими пластинами. Круглі пластини гнучко спрямовують потік сили залежно від глибини подачі. Глибина різання половини діаметра круглої пластини відповідає головному куту в плані 45° . [6]

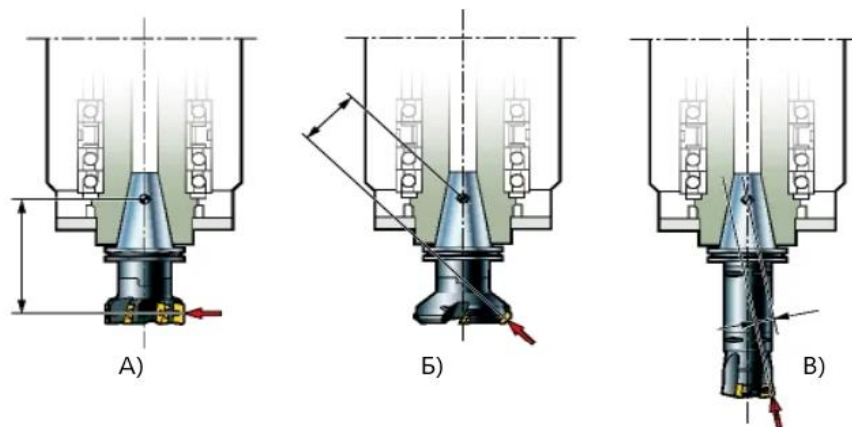


Рисунок 1.4. - Напрямок сил різання в залежності від головного кута в плані А)- 90° , Б)- 45° , В)- 10° [4]

Таблиця 1.1 - Переваги і недоліки фрез різним кутом в плані[4]

Головний кут в плані 25-65°	Головний кут в плані 90°	Головний кут в плані 10°
Переваги :	Переваги :	Переваги :
Висока продуктивність	Універсальна фреза, котру можна встановити для більшості інших операцій	Висока продуктивність
Оптимально підходить для торцевого фрезерування	Невеликі осьові сили різання (сприятливо для тонкостінних деталей)	Осьове напруження сили різання (сприятливо для стабільності шпинделя)
Багатокромочні пластини	Відносно велика глибина різання >15 мм	Виключно висока швидкість подачі
Недоліки :	Недоліки :	Недоліки :
Середня глибина різання 1-15мм	набагато нижча продуктивність	мала глибина різання < 1 мм

1.3 Порівняння зустрічного і попутного фрезерування

У процесі фрезерування необхідно постійно стежити за характером стружки, що формується. При цьому необхідно враховувати положення фрези, яке впливає на формування стружки, і прагнути до збільшення товщини стружки на вході і зменшення на виході з різання, що є гарантією стабільного процесу фрезерування. Пам'ятайте золоте правило

фрезерування – від товстої стружки до тонкої стружки – і прагне до мінімальної товщини стружки при виході з різання.

Попутне фрезерування (рис. 1.5) При попутному фрезеруванні (фрезерування по подачі) напрямок подачі заготовки збігається з вектором швидкості різання. Попутне фрезерування завжди є кращим методом, за умови, що верстат, заготівля та кріплення дозволяють його застосувати. При попутному фрезеруванні периферією товщина стружки максимальна на вході різання і поступово зменшується, досягаючи нуля на виході з різання. Це дозволяє уникнути затирання ріжучої кромки та вигладжування оброблюваної поверхні у початковий момент різання. Велика товщина стружки дає певні переваги. Під дією сил різання фреза притискається до заготовки, завдяки чому ріжуча кромка знаходиться у постійному контакті з матеріалом.

Однак, оскільки фреза має тенденцію притискати заготовку, верстат повинен забезпечувати безпритульний привід в механізмі подачі столу. Коли фреза втискається в заготовку, подача ненавмисно збільшується, що може спричинити надмірне збільшення товщини стружки та пошкодження ріжучої кромки. У разі слід розглянути можливість використання зустрічного фрезерування.

[7]

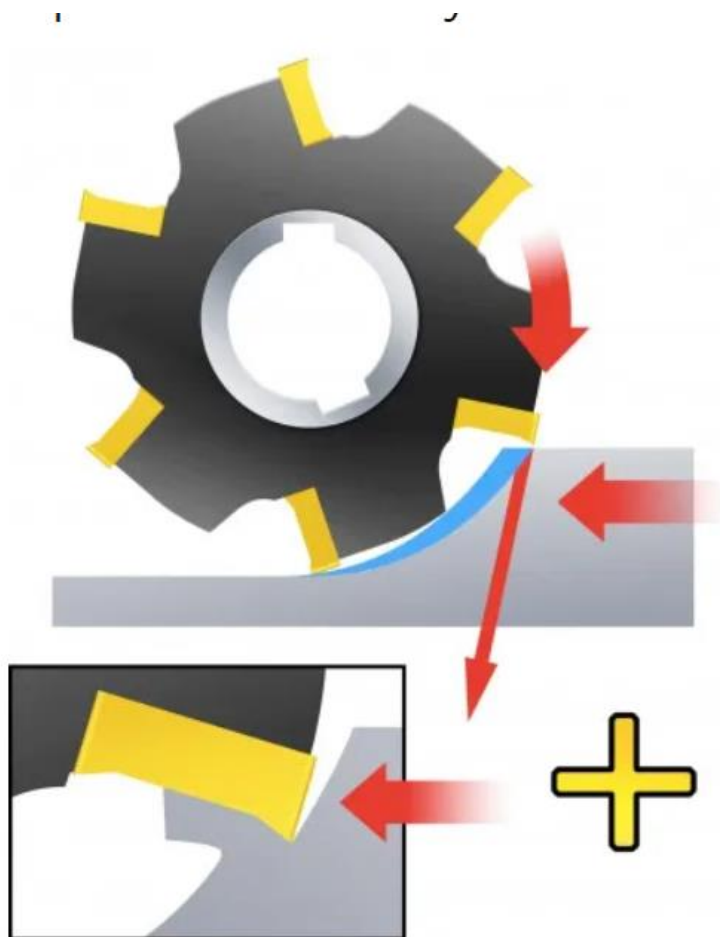


Рисунок. 1.5. - Попутне фрезерування[7]

Зустрічне фрезерування (рис.1.6). При зустрічному фрезеруванні (традиційне фрезерування) напрямок подачі заготовки протилежний швидкості різання.

Товщина стружки дорівнює нулю при вході в різання та поступово збільшується до виходу з різання. Ріжуча кромка повинна втискатися в заготовку, створюючи ефект викочування за рахунок тертя, високої температури і – нерідко – контакту з поверхнево-зміцненою поверхнею, отриманою попередньою кромкою. Все це негативно впливає на стійкість інструменту.

Велика товщина стружки і висока температура на виході з різання можуть викликати високу напругу, що розтягує, які негативно впливають на стійкість інструменту і часто ведуть до швидкої поломки ріжучих кромки. Крім цього, вони можуть викликати налипання або наварювання стружки на ріжучу кромку, внаслідок чого вона залишиться

на ріжучій кромці до початку наступного різання та викличе пошкодження кромки.

Під дією сил різання фреза та заготовка віджимаються одна від одної, при цьому радіальні сили прагнуть відірвати заготовку від столу.

Зустрічне фрезерування може дати певні переваги при значних коливаннях припуску обробку. Також рекомендується використовувати зустрічне фрезерування при обробці жароміцних сплавів за допомогою керамічних пластин, так як кераміка чутлива до навантажень, що виникають при врзанні. [7]

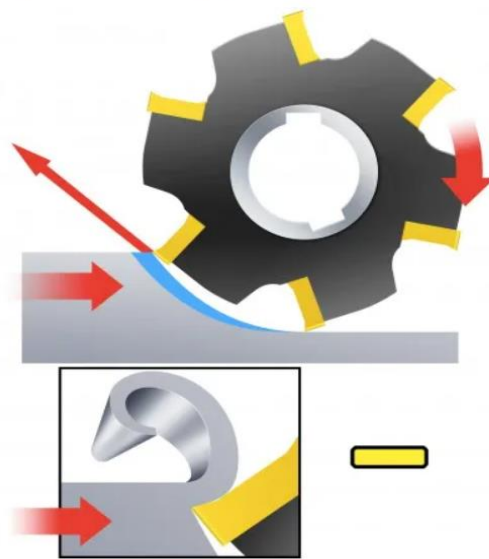


Рисунок 1.6 - Зустрічне фрезерування[7]

1.4 Обробка уступів

Уступом називають виїмку, обмежену двома взаємно перпендикулярними площинами, що утворюють щабель. Деталь може мати один, два і більше уступів.(рис. 1.7) Паз - виїмка в деталі, обмежена площинами або фасонними поверхнями. Залежно від форми виїмки пази діляться на прямокутні, Т-образні і фасонні. Пази будь-якого профілю можуть бути наскрізними, відкритими або з виходом і закритими.[34]

Обробка уступів і пазів є однією з операцій, що виконуються на фрезерних верстатах. До обробленим фрезеруванням уступах і пазів пред'являють різні технічні вимоги в залежності від призначення, серійності виробництва, точності розмірів, точності розташування і шорсткості поверхні. Всі ці вимоги визначають метод обробки.(рис.1.8)

Фрезерування уступів і пазів здійснюють дисковими кінцевими фрезами, а також набором дискових фрез. Крім того, уступи можна фрезерувати торцевими фрезами.[34]

Фрезерування уступів і пазів дисковими фрезами. Дискові фрези призначені для обробки площин, уступів і пазів. Розрізняють дискові фрези цільні і зі вставними зубами. Цілісні дискові фрези діляться на пазові (СТ РЕВ 573-77), пазові затилованние (ГОСТ 8543-71), тристоронні з прямими зубами (ГОСТ 3755-78), тристоронні з різноспрямованими дрібними і нормальними зубами. Фрези зі вставними зубами виконуються тристоронніми (ГОСТ 1669-78). Дискові пазові фрези мають зуби тільки на циліндричній частині, їх застосовують для фрезерування неглибоких пазів. Основним типом дискових фрез є тристоронні. Вони мають зуби на циліндричній поверхні і на обох торцях. Їх застосовують для обробки уступів і глибших пазів. Вони забезпечують більш високий клас шорсткості бічних стінок паза або уступу. Для поліпшення умов різання дискові тристоронні фрези забезпечені похилими зубцями з змінно чергуються напрямками канавок, т. Е. Один зуб має праве напрям канавки, а інший, суміжний з ним, - ліве. Тому такі фрези і називають різноспрямованими: Завдяки похилих зубів осьові складові сили різання правих і лівих зубів взаємно врівноважуються. Ці фрези мають зуби і на обох торцях. Основним недоліком дискових тристоронніх фрез є зменшення розміру по ширині після першої ж переточки по торця. При використанні регульованих фрез, що

складаються з двох половинок однакової товщини з перекривають один одного зубами в роз'ємі, після переточування можна відновити початковий розмір. Це досягається за допомогою прокладок відповідної товщини з мідної або латунної фольги, які поміщають в роз'єм між фрезами. [34]

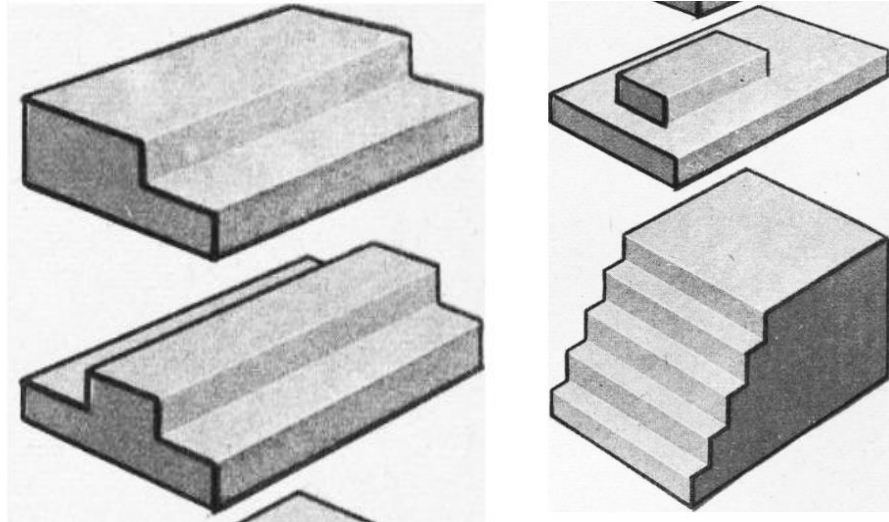


Рисунок. 1.7 - Уступы [34]

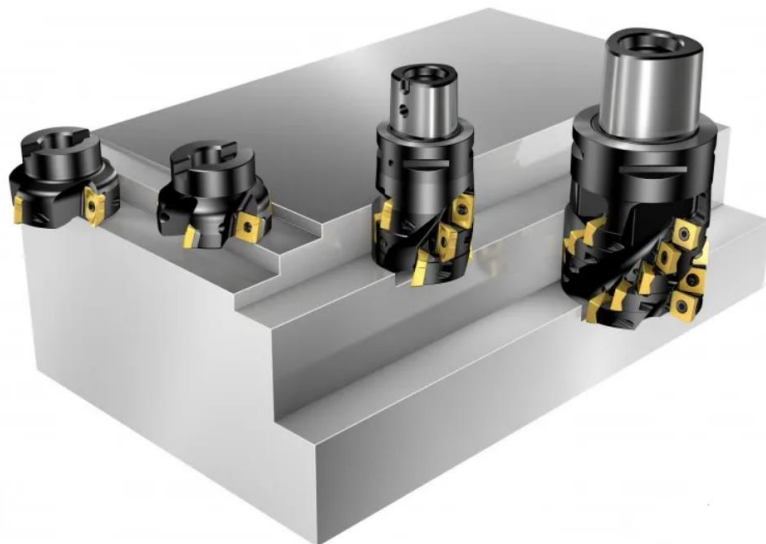


Рисунок 1.8 - Фрезерування уступів [8]

Успішне фрезерування торцеве фрезерування

При фрезеруванні уступів одночасно обробляється дві поверхні, що потребує периферійного фрезерування у поєднанні з торцевим фрезеруванням. Одна з найважливіших вимог - формування уступу з кутом дев'яносто градусів. Уступи можна фрезерувати традиційними фрезами для прямокутних уступів, а також кінцевими, довгокромковими та тристоронніми дисковими фрезами. Зважаючи на ці численні опції необхідно ретельно зважити експлуатаційні вимоги, щоб зробити оптимальний вибір. [8]

Фрези для обробки уступів

Торцеві фрези звичайної конструкції для обробки уступів часто здатні фрезерувати прямокутні неглибокі уступи. Багато торцевих фрез для обробки уступів універсальні і можуть ефективно використовуватися для виготовлення отворів. Вони являють собою хорошу альтернативу звичайним торцевим фрез при обробці поверхонь, що відхиляються в осьовому напрямку, і при фрезеруванні поруч з вертикальними поверхнями. [8]

Фрезерування неглибоких уступів (рис. 1.9)

Ця поширена операція виконується, як правило, торцевими фрезами для обробки уступів та кінцевими фрезами. При невеликій висоті уступу можлива обробка з великою радіальною глибиною різання. Часто такі фрези можуть замінити традиційну торцеву фрезу, особливо в умовах, коли необхідно знизити зусилля різання на деталь в осьовому напрямку, а також утруднений доступ до заготівлі, викликаний особливостями кріпильного пристрою. Фрези для обробки уступів із збільшеним діаметром ріжучої частини забезпечують оптимальну геометричну прохідність при фрезеруванні глибоко розташованих невеликих уступів.[8]

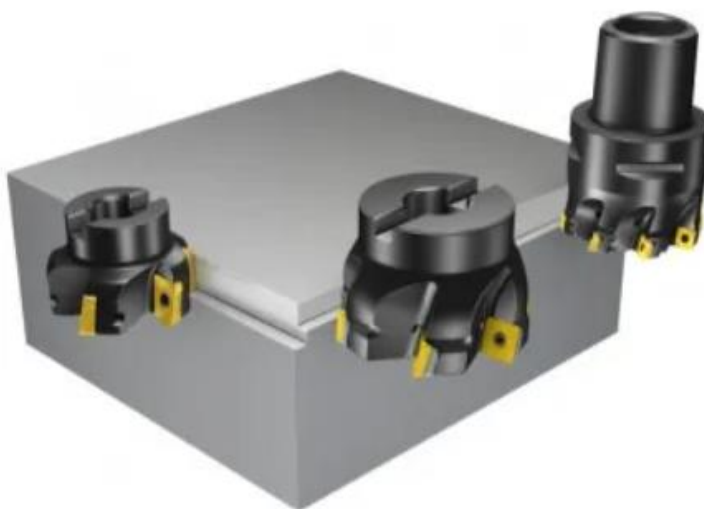


Рисунок 1.9 - Фрезерування неглибоких уступів[8]

Фрезерування глибоких уступів

Виконується за кілька проходів фрезами для обробки уступів та кінцевими фрезами. Для мінімізації дефектів поверхні, таких як гребінці та перехідні кромки між проходами, потрібна високоточна фреза, що дозволяє отримати прямо прямокутні уступи. Якщо глибина уступу менше 75% від довжини ріжучої кромки, рівень якості вертикальної поверхні зазвичай не вимагає додаткової чистової обробки.

Обробка уступу довгокромковою фрезою за один прохід

Довторокромні фрези підходять для обробки більш високих, протяжних уступів, що вимагають зняття великого обсягу металу. У них високий показник швидкості знімання металу, і вони зазвичай використовуються для чорнового фрезерування, оскільки на обробленій поверхні утворюються сліди від рядів пластин.[8]



Рис. 1.10 Довгокромкова фреза[8]

Можна зробити висновок що, фрезерування уступів можна виконувати різними фрезами : торцевими, дисковими і кінцевими. В залежності від характеристик уступу, типаж та характеристики фрези можуть надзвичайно розрізнятися. Тому вибір конструкції фрези треба робити виходячи з вимог які пред'являються до майбутнього уступу.

1.5 Огляд конструкцій

В сучасній галузі металообробки використовується безліч різних фрез які відрізняються своєю конструкцією. Розглянемо головні принципові конструкції.

Головним чином, фрези , та і весь інструменті, поділяються на дві основні групи : монолітні та збірні Як можна зрозуміти з назви, відмінність полягає в кріпленні пластин.

Монолітні фрези – це фрези, які повністю виконані з твердосплавного матеріалу. Дехто називає їх «пальчиковими».

Монолітні фрези мають кілька кромок, призначених для різання, виконані з порошкової сталі, твердого сплаву, а іноді зі збірних матеріалів. Їх використовують, щоб заощадити час на обробку, заміну та заточування, а

також значно для обробки сталі в її загартованому стані. Саме такий спосіб допомагає врятувати її від деформації.

Найпоширеніший метал, який використовується – це ВК10-ОМ. Він найбільш економічний, а головне – довговічний та зносостійкий.

Сучасний ринок багатий різні марки сплавів, оскільки кожен виробник намагається виділитися. Природно, що склад кожного фрези тримається у суворому секреті. До того ж, варто відзначити, що різні фрези використовуються для обробки різного матеріалу. Деякі фрези призначені для роботи лише з одним видом. Монолітні фрези застосовуються для обробки багатьох видів матеріалу.

Перевага монолітних фрез полягає в тому, що вони гарантують швидку обробку, при цьому забезпечують високу якість шорсткості, а також точність.

Останнім часом для обробки матеріалів використовують фрези, які виготовлені із швидкорізальної сталі. Старі верстати не дозволяють досягти високої швидкості різання твердого сплаву, відзначається низька кількість обертів, а водночас слабкі показники жорсткості. Сучасні технології йдуть уперед, проте трапляються випадки, коли доводиться повертатися до старих методів роботи.

Щоб виготовити твердосплавні фрези, зазвичай використовують металеві твердосплавні стрижні. І тому використовують метод силового шліфування певним інструментом. У цьому випадку застосовують алмази та спеціальні системи охолодження з більшими температурними показниками. Після цього слід процес підготовки поверхні для знежирення запланованого інструменту. Потім наносять покриття, яке відрізняється стійкістю до зносу, кілька шарів, наприклад, різні концентрати титану. Незважаючи на високу вартість, монолітні фрези є досить поширеними.(рис. 1.11, рис.1.12)

Вже пройшли ті часи коли торцеві фрези виконувалися монолітними, тепер така фреза була б неймовірно дорогою. Сьогодні ще існують в продажі монолітні кінцеві фрези та дискові фрези.[9]



Рисунок 1.11 - Монолітні дискові фрези[10]



Рисунок 1.12 - Кінцеві монолітні фрези[11]

В свою чергу збірні фрези поділяються на паяні та з механічним кріпленням.

Суцільні паяні торцеві фрези складаються з корпусу та паяних до нього пластин. Схема кріплення показана на рисунку 1.13 Незважаючи на високу твердість і достатню структурну простоту, повністю паяний інструмент не став доволі поширеним. При руйнуванні пластини, виникає

проблема зі зміною пластини. Зазвичай, їх використовуються для одиничного або малосерійного виробництва та в домашніх майстернях, а також у конструкціях фрез малих діаметрів до 100мм.

Твердосплавні пластини є продуктом порошкової металургії, беруть спресовану порошкову масу і виготовляють на основі карбіду титану, карбіду вольфраму, карбіду танталу або інші поєднання.

Шляхом спікання при високих температурах з подальшою механічною обробкою, досягають високої твердості (HRA 82-92) у поєднанні з опором зношування, але зберігаючи свої властивості і при підвищених температурах до 1150 °C[12]

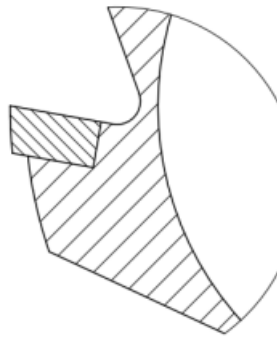


Рисунок 1.13 - Схема кріплення за допомогою напаявання[2]

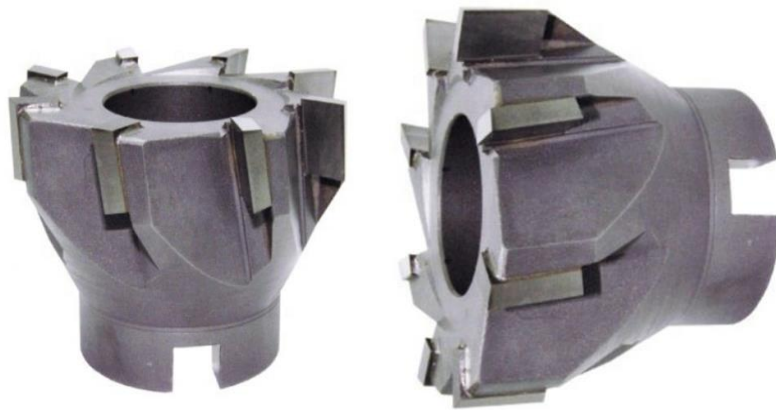


Рис.1.14 Торцева фреза з напайними пластинами фірми DICTOOLS [13]

Одним із варіантів механічного кріплення, є гвинтове кріплення. Схема такої установки зображена на рисунку 1.15. Так, за допомогою гвинта та отвору в пластині та посадкового отвору на пазу під пластину на корпусі фрези, встановлюють твердосплавну пластинку. При такому підході до встановлення, важливим стає забезпечити максимальну можливу якість та

точність посадочного пазу та отримання отвору на самій пластині . Але в такому випадку, ми отримуємо швидко можливість заміни пластини. Зазвичай, такі пластини не переточують, період стійкості у них, відносно, невеликий.

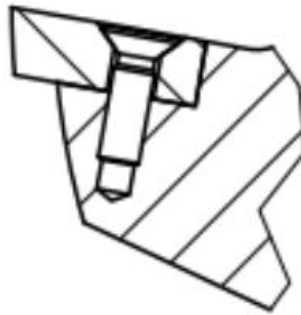


Рис. 1.15. Схема установки гвинтом [2]

Також існують і інші способи кріплення пластин в корпусі фрези. Для деревооброблення дуже часто використовується кріплення пластин за допомогою клина. Розглянемо наступні схеми кріплення пластин за допомогою клина. Кріплення пластини з диференціальним гвинтом (рис. 1.16.а). Пластину встановлюють в паз корпусу і кріплять циліндричним клином. Клин затягують за допомогою диференціального гвинта з внутрішнім шестигранником. Диференціальний гвинт називається так тому, що крок різьби в верхній частині і нижній частині різний. Клин закріплений гвинтом без шапки (рис. 1.16.б). Кріплення клинами і гвинтами застосовують для торцевих, дискових та кінцевих фрез діаметром від 30 мм. Особливо важко кріпити твердосплавну пластину в корпусі дискової фрези. Кріплення «половинчасте» (рис. 1.16.в) здійснюється завдяки гвинту та клину, які тиснуть один на інший. Кріплення гвинтом збоку (рис. 1.16.г) здійснюється за допомогою додаткового пазу через який вкручується посадочний гвинт, який уже в свою чергу тисне на клин [2].

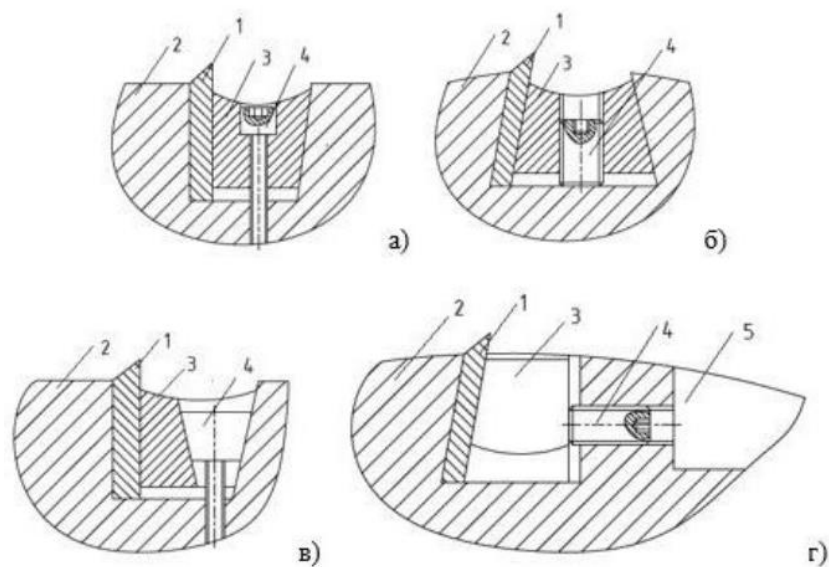


Рисунок.1.16 Види закріплення клином а)-диференціальний клин, б)-гвинт без шапки, в)-«половинчастий », г)-боковий, 1-пластина, 2-корпус фрези, 3- клин, 4- гвинт, 5 – канавка для гвинта [2].

Далі розглянемо конкретні приклади конструкцій які використовуються на практиці

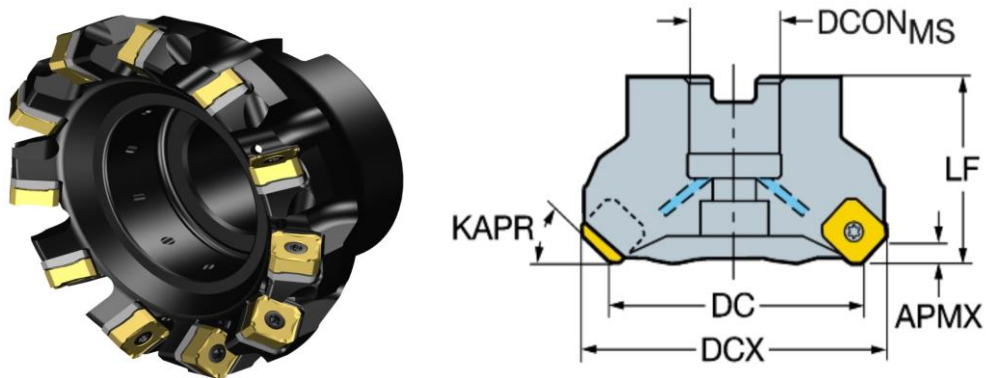


Рисунок.1.17 Фреза торцева Sandvik Coromill 345 з гвинтовим кріпленням пластинок[14]

Як можна бачити з рисунку , фреза торцева, з механічним кріпленням твердосплавних пластинок реалізованим через гвинти, є в наявності також канали для підводу охолоджуючої рідини (рис 1.17). Призначена для обробки торцевої поверхні , може проводити як чорнове, так і чистове фрезерування. Максимальна глибина різання становить 6

міліметрів. Встановлюється в шпиндель за допомогою оправки. Кут в плані цієї фрези становить 45^0 , що не дозволяє проводити фрезерування прямокутних уступів.

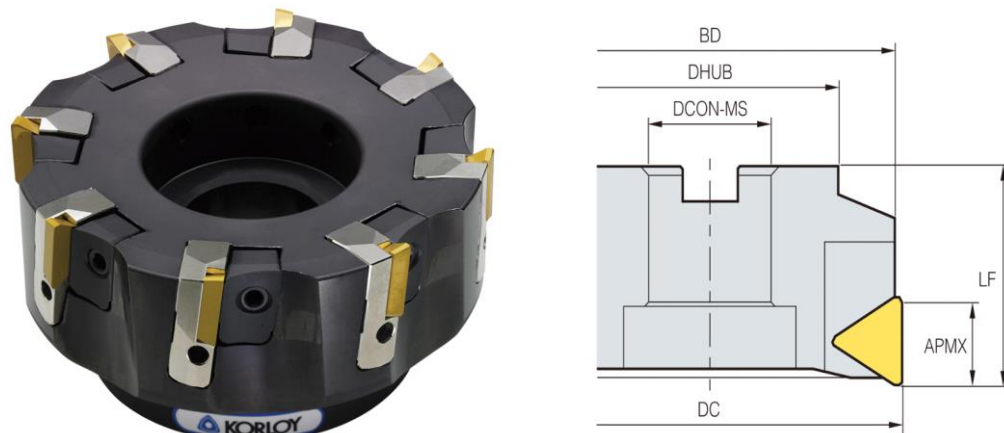


Рисунок 1.18. Фреза торцева Karloy MaxMill [15]

Ця конструкція передбачає встановлення трикутної пластини АРМХ з кутом в плані 90^0 та кріплення за допомогою клину. Завдяки такому розташуванню твердосплавної пластини, може обробляти уступи. Але вилка розмір лінійки цих фрез не дозволяє провести оброблення поверхня шириною рівною $L = 220$ мм. (рис.1.18)

Заготівлі, що використовуються при виготовленні автомобільних деталей та прес-форм, зазвичай виготовляються методом лиття, внаслідок чого утворюється нерівна поверхня, викликаючи вібрації. Для обробки даних заготовок потрібен інструмент, здатний працювати з великою глибиною різання, тому що в даному випадку глибина різання варіюється через неоднорідність поверхні заготовки. Звичайні інструменти що неспроможні впоратися з цим завданням, оскільки збільшення глибини різання призводить і збільшення складових сил різання. Удари та вібрації при такому переривчастому різанні призводять до поломки інструменту та погіршення шорсткості поверхні. Для вирішення цих проблем KORLOY випустив нову серію фрезерних інструментів Max Mill. Серія MaxMill має три ріжучі

кромки з максимальною глибиною різання до 15,5 мм, що є економічним рішенням. Поєднання унікального стружколому з великим переднім кутом і ріжучою кромкою з великим кутом нахилу допомагає знизити сили різання та запобігти виникненню вібрацій при великій глибині різання. Точна кутова конструкція ріжучих кромки Max Mill забезпечує високоякісне фрезерування. Серія інструментів Max Mill, призначена для фрезерування глибоких уступів, у поєднанні з оптимізованим сплавом, що застосовується за різних режимів різання, є відмінним рішенням для підвищення продуктивності. [15]



Рисунок 1.19-. Фреза кінцева Ceratizit з механічним кріпленням пластин[35]

Фреза кінцева компанії Ceratizit може обробляти прямокутні уступи, так як має кут в плані рівним 90° градусів, та працювати з глибиною різання до 11 міліметрів. Механічне кріплення змінних твердосплавних пластин за допомогою гвинту, дозволяє швидко проводити заміну різальних елементів. Дана фреза, на жаль, не підходить для вирішення нашого технічного завдання, так як кінцеві фрези не задовольняють вимоги по габаритам уступу. (рис 1.19)

1.6 Вибір кількості зубів

При виборі оптимальної ефективної кількості зубів фрези z_c для конкретної операції важливо враховувати крок зубів фрези, тобто відстань між ріжучими кромками.

Правильний вибір кроку фрези має важливе значення, оскільки він впливає на стабільність, продуктивність і споживання потужності.[16]

При збільшенні кількості ріжучих кромок збільшується хвилинна подача при збереженні швидкості різання та подачі на зуб на тому самому рівні і без зайвого нагрівання ріжучої кромки.

Однак збільшення кількості зубів впливає на конструкцію фрези. Зменшення відстані між пластинами означає обмеження простору для евакуації стружки. Найчастіше цим визначається необхідність виготовлення фрез з рівномірним кроком зубів (рис.1.20).[16]

Нерідко фактором, що обмежує можливу кількість зубів, що одночасно беруть участь у процесі різання, є вимоги до потужності.



Рисунок. 1.20 Фреза з рівним кроком[16]

Фрези з нерівномірним кроком характеризуються різною відстанню між зубами по всьому колу фрези (рис.1.21). Такі фрези мають певні переваги, оскільки вони обмежують гармонійні коливання, що у свою чергу сприяє підвищенню стабільності та зниженню ризику виникнення вібрації. Це особливо цінно при фрезеруванні з великою шириною контакту ає та великим вильотом.[16]



Рисунок 1.21 - Фреза з нерівномірний кроком[16]

Великий, нормальний та дрібний крок(рис.1.22)

Як правило, розрізняють три варіанти кроку зубів фрези, які вибираються в залежності від умов застосування: великий, нормальний та дрібний.

Фрези з частішим розташуванням зубів використовуються в умовах хорошої стабільності при низькому значенні a_e . Це гарантує, що в процесі різання завжди братиме участь більше одного зуба.[16]



Рисунок. 1.22 - Зображенні фрез з різним кроком[16]

Фрези з великим кроком -L

Фрези з нерівномірним кроком та невеликою кількістю зубів.

-Перший вибір для обробки в нестабільних умовах завдяки мінімальним силам різання

-Обмежена потужність

-Розширений асортимент інструментального оснащення

-Фрезерування в повний паз

-Матеріали, що дають довгу стружку, групи ISO N (велика кишеня для стружки)

Фрези з нормальним кроком -М

Фрези з рівномірним або нерівномірним кроком та середньою кількістю зубів.

-Перший вибір для чорнової обробки у стабільних умовах

-Хороша продуктивність

-Достатній простір для відведення стружки під час чорнової обробки матеріалів ISO P, M та S

Фрези з дрібним кроком -Н

Фрези з рівномірним кроком та максимальною кількістю зубів.

-Перший вибір для збільшення продуктивності при низьких значеннях a_e у процесі різання завжди бере участь більше одного зуба

-Чорнова та чистова обробка матеріалів ISO K

-Чорнова обробка матеріалів ISO S із використанням круглих пластин

1.7 Вибір конструкції для подальшого проектування

Після аналізу і огляду збірних фрез вибираємо конструкцію фрези для подальшого проектування. Як результат аналізу, ми можемо сформулювати конкретні вимоги для до фрези. Так як, за технічним завданням, вимагається провести фрезерування уступу шириною в $L = 220$ мм, то фреза повинна задовольняти наступну вимогу $d = 1.5L$, тобто діаметр повинен бути відносно великим, рівним 315 міліметрам. Для успішного фрезерування уступів, вимагається проводити операцію трьохгранними пластинами з кутом в плані рівним 90° градусів. Конструкція передбачає наявності рівномірно кроку зубів.

Далі будемо проектувати торцеву насадну збірну з гвинтовим кріпленням тригранних твердосплавних пластинок, аналогічну за конструкцією до торцевих фрез фірми «Sandvik Coromant ModullMill 90» (рис. 1.23)

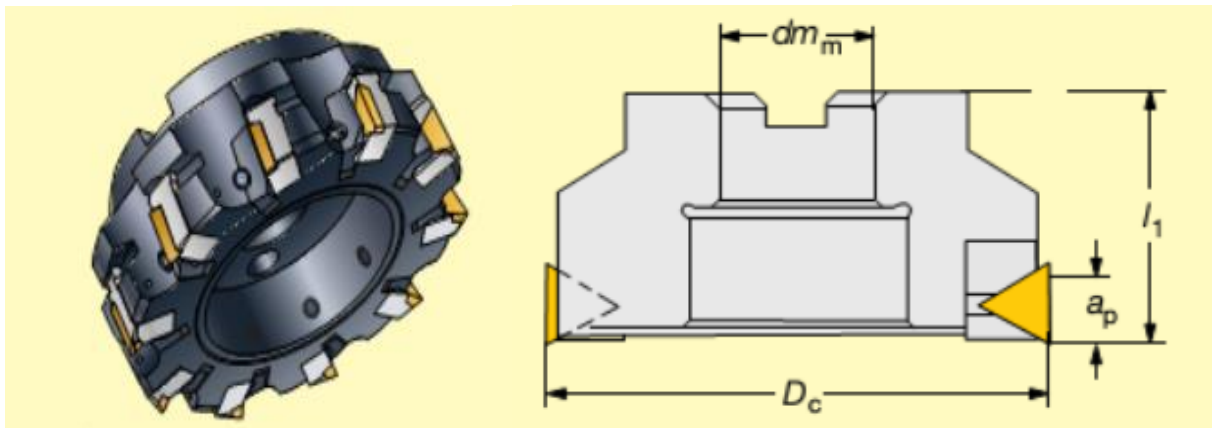


Рисунок. 1.23. - Фреза торцева ModullMill[33]

Розділ 2 Проектування торцевої фрези

2.1 Вибір матеріалу корпусу

В ході даного дипломного проекту проектується корпус торцевої збірної фрези. Висока економічна вигода від використання збірних торцевих фрез обумовлена використанням двох основних матеріалів - інструментального та конструкційного. Так як у процесі різання, безпосередньо, бере участь тільки твердосплавна пластинка виконана із інструментального матеріалу, то не має сенсу створювати відносно громіздкий корпус з будь-якої інструментальної сталі. Доцільно використати більш дешеву та умовно легко оброблювану конструкційну сталь.

Корпуси і хвостовики фрез, ножі і клини виготовляються зі сталей марок 45, 40X, 50X, 40XНМА, 50XФА і піддаються термічній обробці до твердості 30..55 HRC [17]

Обираємо сталь 40X як матеріал корпусу фрези.

Низьколегований сплав з групи конструкційних сталей. Виробляється у вигляді різних профілів гарячекатаного і каліброваного сортового прокату й безшовного трубного прокату. А також поковок і кріпильних елементів. Може піддаватися термічній і хіміко-термічній додатковій обробці [18]

Хромомісткий залізовуглецевий сплав. Феромарганець і феросиліцій з масовою часткою відповідно 0,17 ... 0,37 та 0,5 ... 0,8% одночасно виступають розкислювачами сталевих сплавів й мікролегуючими елементами. Але на основні антикорозійні та міцнісні якості сталі 40X впливає введення хрому близько 1%. При забезпеченні нормативних механічних властивостей, ГОСТ 4543-71 допускає незначні відхилення в масовій частці основних компонентів: вуглець (C) – $\pm 0,01\%$, а кремній (Si), марганець (Mn), хром (Cr) – $\pm 0,02\%$. [18]

Низьколегована сталь 40X характеризується високою механічною міцністю і досить доброю стійкістю до корозії. При порушенні технології обробки різанням і механічним інструментальним оснащенням може проявляти схильність до

утворення тріщин. У термообробленому стані демонструє високу зносостійкість й твердість поверхні. Помірно чутлива до деформаційного старіння. Є важко зварювальним сплавом. Дуже схильна до відпускнуї крихкості і флокеночутлива. Правильно підібраний режим термічної обробки дозволяє знизити вміст водню в металі й тим самим мінімізує утворення флокенів[18]

Таблиця 2.1 - Хімічний склад Сталі 40X [19]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.36 - 0.44	0.17 - 0.37	0.5 - 0.8	до 0.3	до 0.035	до 0.035	0.8 - 1.1	до 0.3

Таблиця 2.2 -Механічні властивості сталі 40X[18]

Термічна обробка	Межа плинності, (МПа)	Тимчасовий опір, (МПа)	Мінімальне відносне подовження,%	Відносне звуження,%
Загартування від 860°C в маслі, відпуск при 500°C	≥785	≥980	≥10	≥45

2.2 Розрахунок конструктивних елементів фрези

Вихідні дані (табл.. 2.3.):

Таблиця.2.3.- Вихідні дані для розрахунку

Розміри заготовки		Припуск h,мм	Параметри шорсткості, мкм	Оброблюваний матеріал	
				Марка	Міцність σ_B , МПа
L, мм	B,мм				
60	225	8	6,3	40X	980

1. Визначення зовнішнього діаметру фрези D та посадкового діаметру

Діаметр фрези визначається за наступним співвідношенням :

$$D = (1.2..1.5) \cdot B$$

,де B – ширина оброблюваної поверхні, мм

$$D = 1.4 \cdot 225 = 315 \text{ мм}$$

Отриманий діаметр належить стандартному ряду тому обираємо його для подальшого проектування.

Обчислюємо число зубів за формулою :

$$z = K_z \cdot D$$

, де $K_z = 0.04..0.06$ – для сталі

$$z = 0.04 \cdot 315 = 13,5$$

Приймаємо значення $z = 14$

Використовуючи ГОСТ 26595-2014 підберемо конструкції корпусу фрези. З вище обчисленими параметрами, нам підійде наступний варіант (рис.2.1)

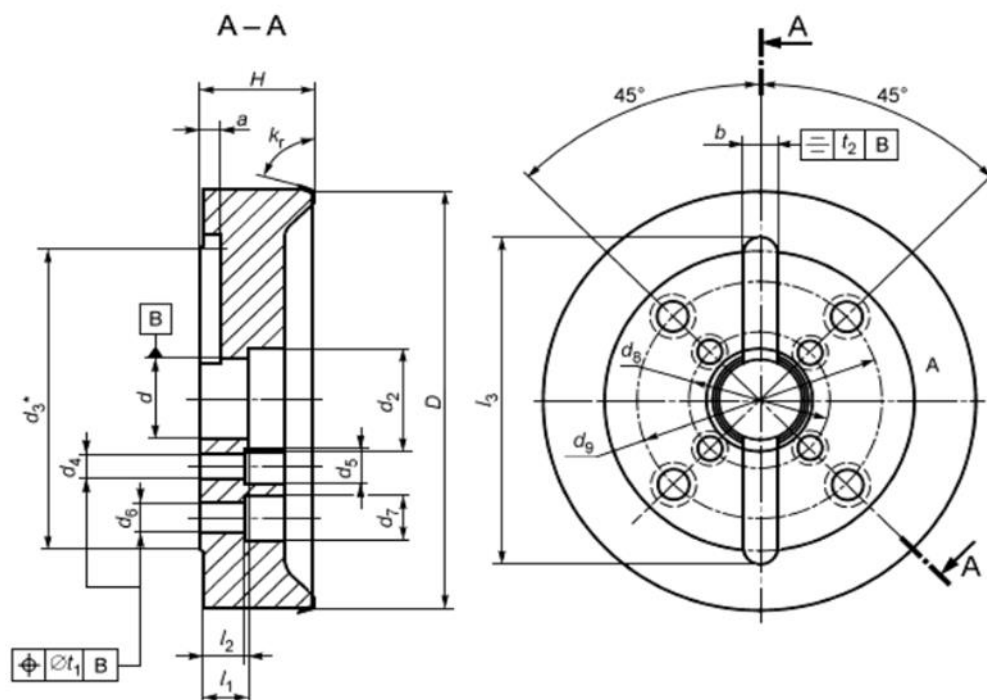


Рисунок. 2.1 - Корпус фрезы за ГОСТ 26595-2014[20]

Обозначение фрезы по ISO 11529*	D $j_s 16$	k_r	d H7	d_2^{**} не менее	d_3 не менее	d_4	d_5	Размеры в миллиметрах			
								d_6	d_7	d_8	
160Cх R(L)045xxxSPK01040	160	45°	40	56	90	14,0	20	-	-	66,7	
160Cх R(L)060xxxSPK01040		60°									
160Cх R(L)075xxxSPK01040		75°									
160Cх R(L)090xxxSPK01040		90°									
200Cх R(L)045xxxSPK02060	200	45°	60	78	130	17,5	26			101,6	
200Cх R(L)06xxxSPK02060		60°									
200Cх R(L)075xxxSPK02060		75°									
200Cх R(L)090xxxSPK02060		90°									
250Cх R(L)045xxxSPK02060	250	45°									
250Cх R(L)060xxxSPK02060		60°									
250Cх R(L)075xxxSPK02060		75°									
250Cх R(L)090xxxSPK02060		90°									
315Cх R(L)045xxxSPK05060	315	45°			225			22	33		Ак Что "Па

Рисунок. 2.2 - Значення параметрів для побудови фрези, наш варіант 315Cх [20]

Отже ми отримали конструкції нашого корпусу для подальшої роботи .

2.3 Вибір твердосплавної пластини та її геометричних параметрів для визначення параметрів пазу на корпусі для цієї пластини

Обираємо форму і розміри за твердоспалної пластини в залежності від числа граней глибини різання і кутів, а також щоб вказати її позначення. Вибираємо марку твердого сплаву – за ГОСТ 3882-74 [21]

Так як сплав ВК8 призначений для обробки вуглеводистих і легованих сталей , то вважаємо його використання доцільним. [22]

Обираємо форму і розміри твердосплавної пластини по ГОСТ 19043-80[23]

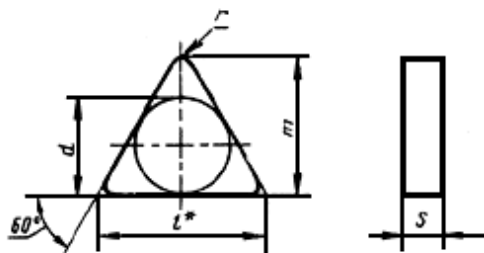


Рисунок 2.3 - Ескіз форми пластини [24]

Обираємо такі розміри : $d = 9.525$, $l = 16.5$, $s = 3.18$, $r = 0.4$, $m = 13.891$

Відповідно, об означення такої пластини буде мати вигляд:

TNUN-160304 або TNGN-160308

2.4 Створення 3D моделі фрези в Autodesk Inventor 2018

1. Почнемо побудову зі створення зі твердосплавної пластини TNUN-160304

1.1 Створимо ескіз пластини відповідно до вимог представлених вище у каталозі.

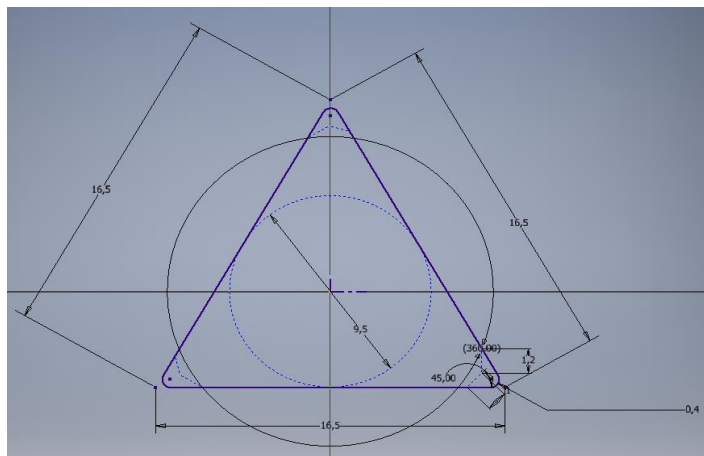


Рисунок. 2.4 - Ескіз пластин

Після того як ескіз створено, використовуючи інструмент «Видавлювання» створимо 3Д модель нашої пластини.

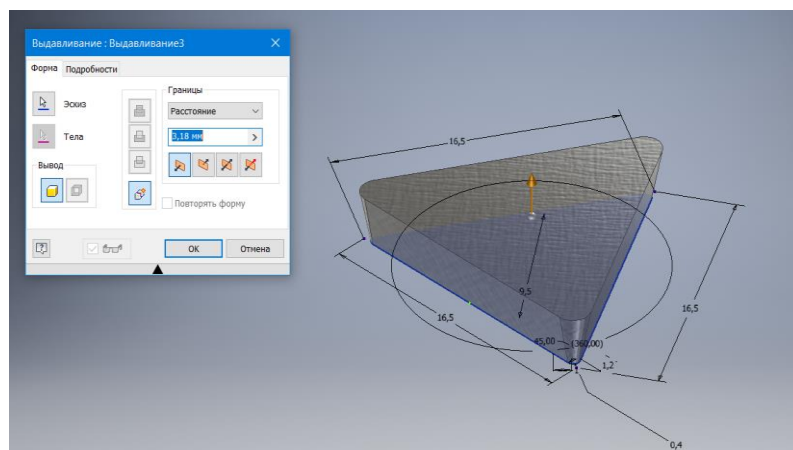


Рисунок 2.5. - Створення 3Д моделі пластини

На цьому створення пластини завершено

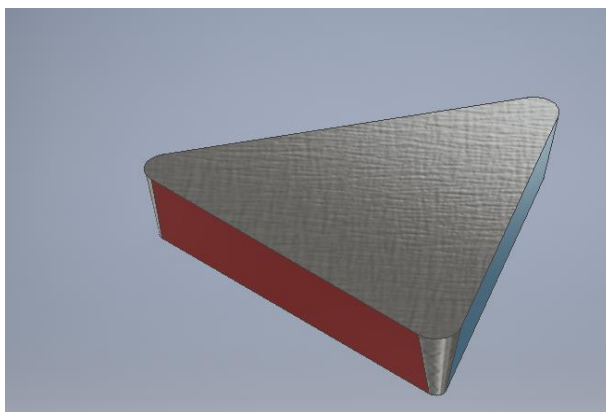


Рисунок. 2.6 - Готова пластина

Створимо нашу фрезу згідно до вимог ГОСТу та каталогу.

Створимо нашу фрезу за допомогою інструменту «Обертання», для цього попередньо побудуємо ескіз.

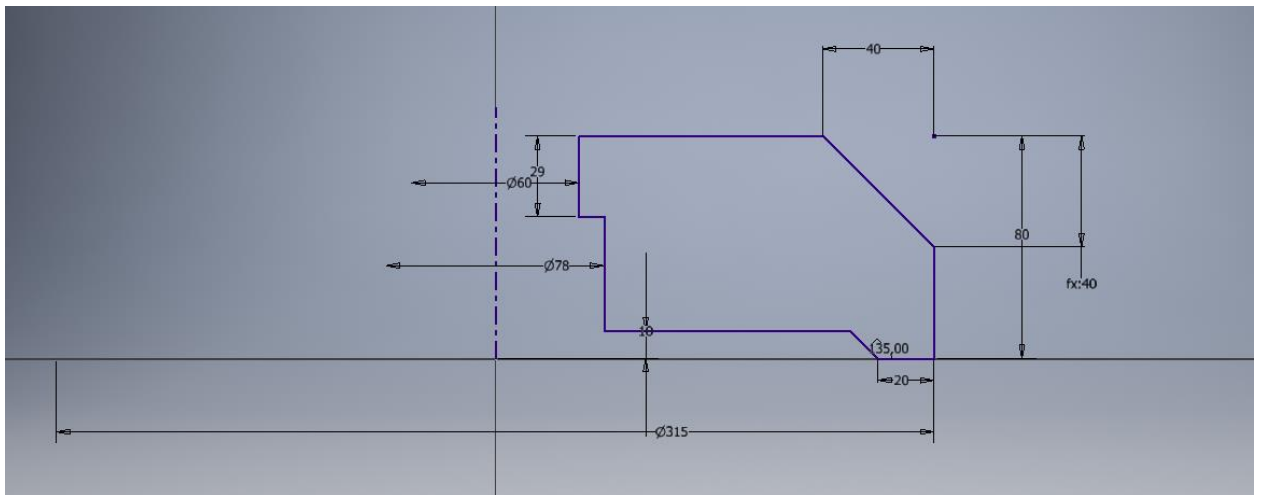


Рисунок. 2.7 -. Ескіз фрези

Тоді при обертанні ми отримаємо наступну модель :

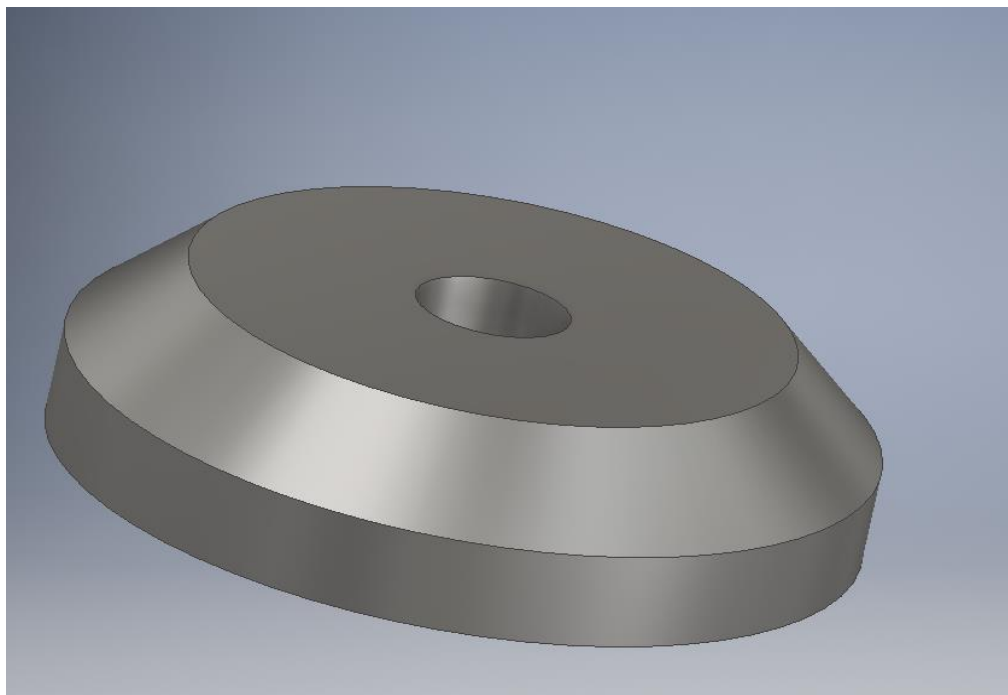


Рисунок 2.8. - Отримана 3Д модель фрези

Створимо отвори. Спочатку виконаємо ескіз, для точного позиціювання центрів отворів, виконаємо отвір за допомогою інструмента «Отвір», та користуючись масивом, виконаємо інші отвори.

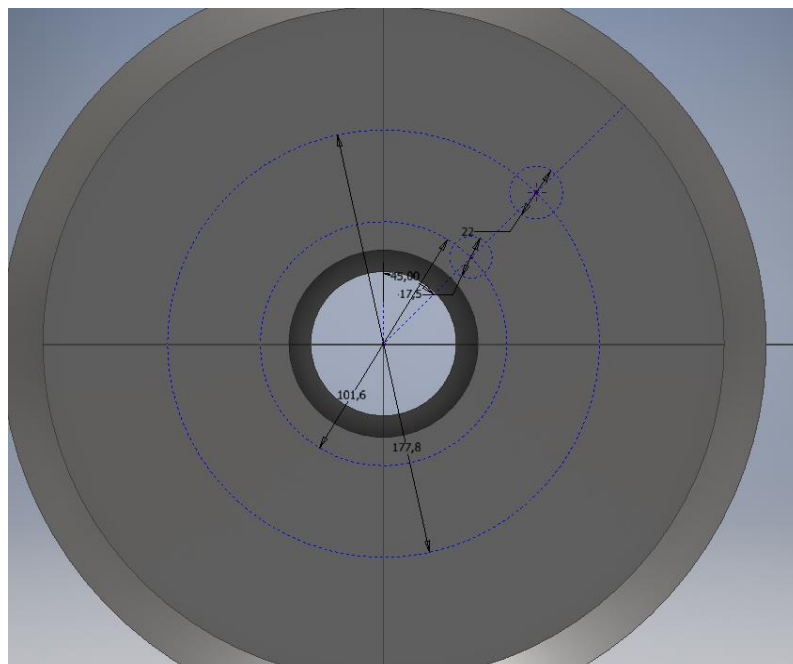


Рисунок 2.9. - Ескіз під отвори

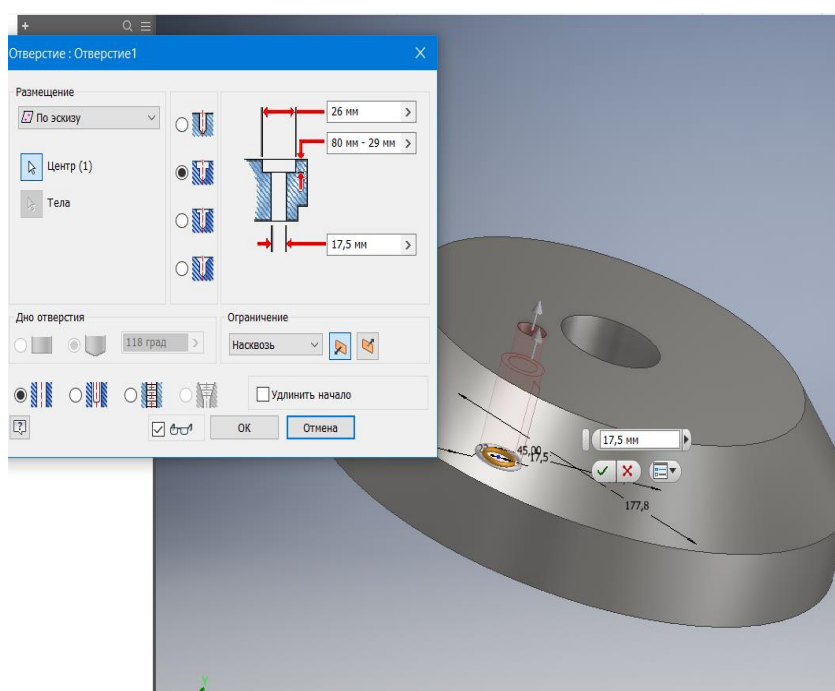


Рисунок .2.10. - Отвір (менший)

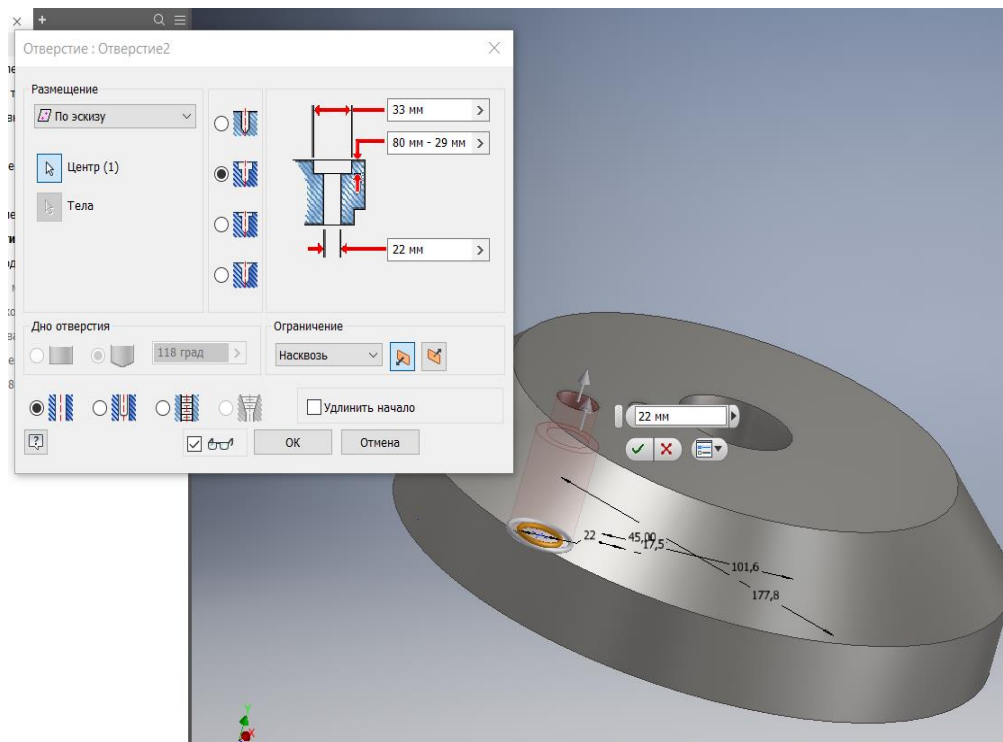


Рисунок 2.11. - Отвір (більший)

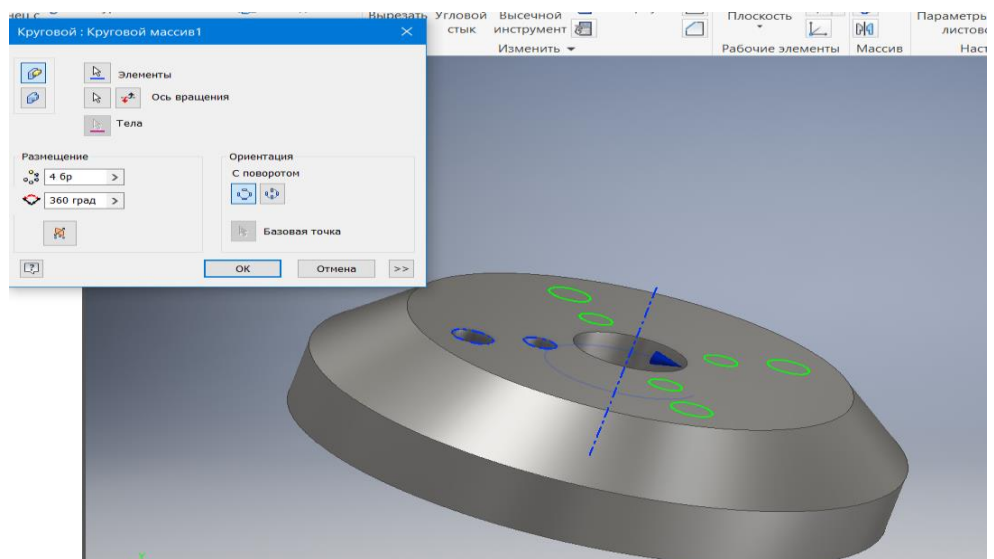


Рисунок 2.12 - Массив отворів

Створмо паз під кріплення, дані для пазу подані в ГОСТі

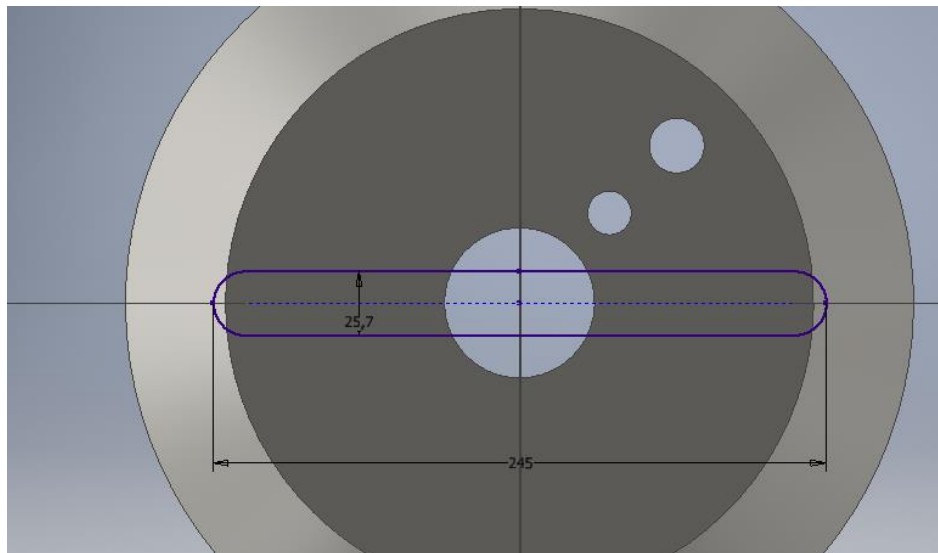


Рисунок 2.13. - Ескіз пазу

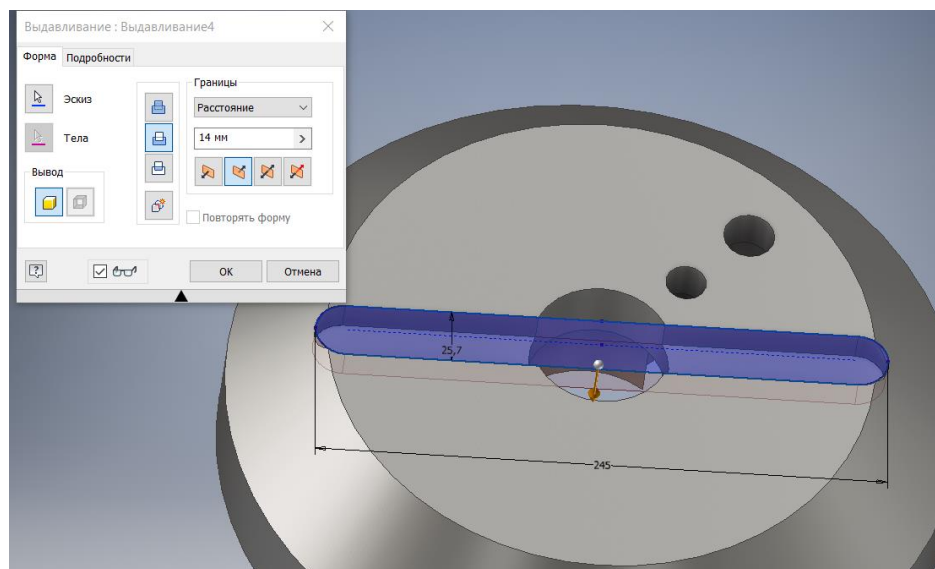


Рисунок. 2.14.- Видавлювання

Створимо канавку, в якій буде встановлюватися наша пластина, за допомогою інструменту «обертання»

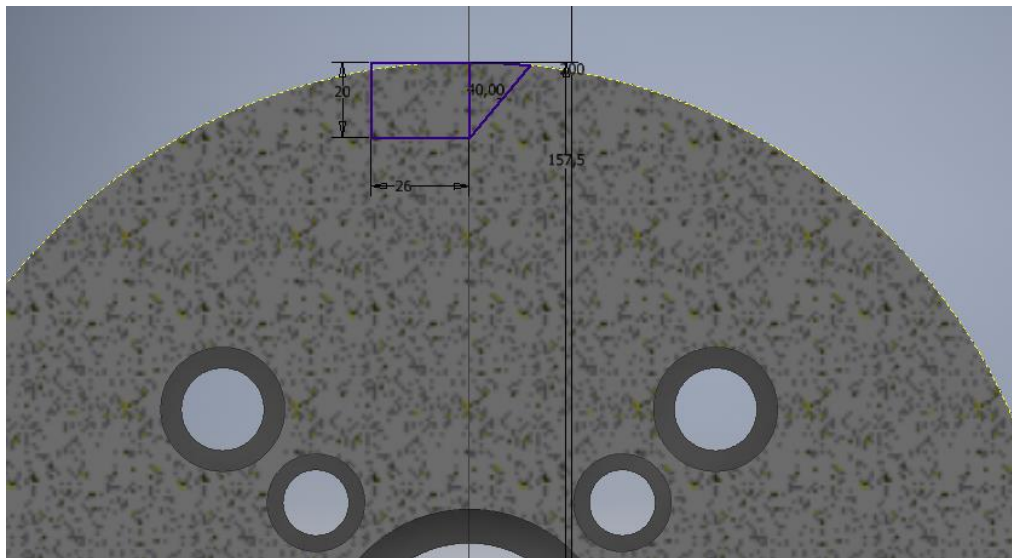


Рисунок 2.15. - Ескіз канавки

Тоді отримаємо наступну модель :

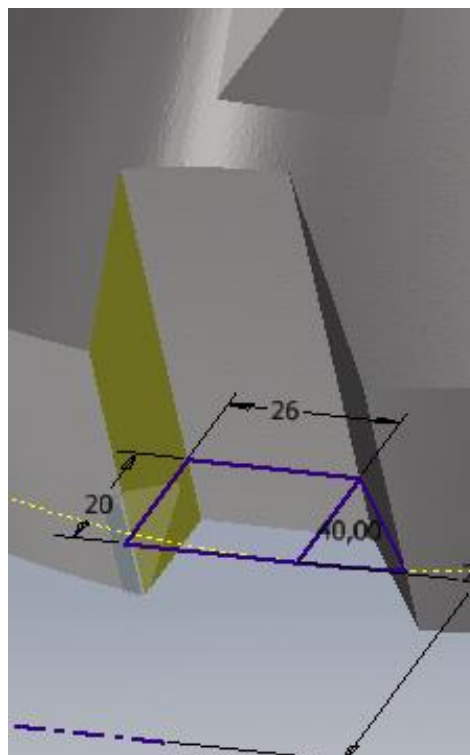


Рисунок 2.16 -. Канавка

Далі виконаємо паз під пластину за допомогою інструментів «комбінування» та «похідний елемент», тому попередньо створю збірку, встановлюю положення пластину відносно фрези, так як того вимагає каталог.

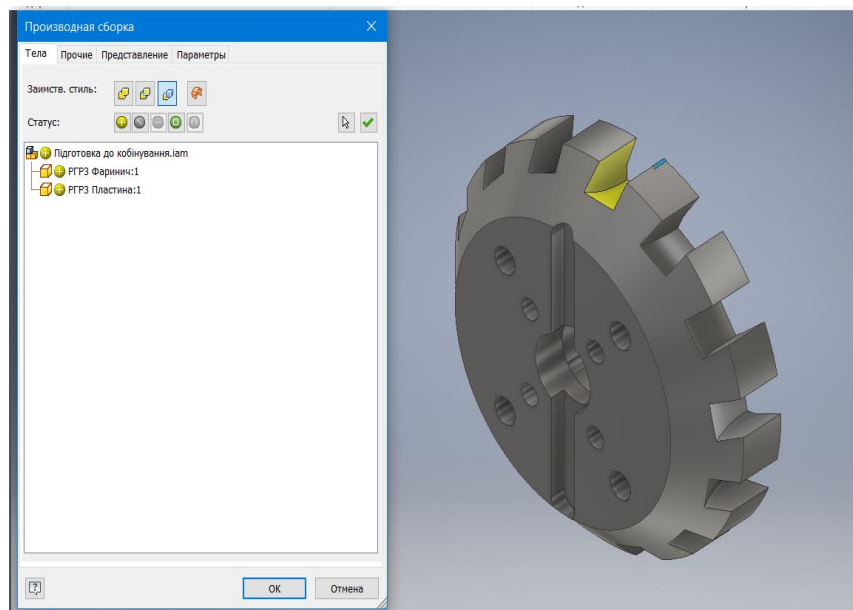


Рисунок 2.17. - Імпорт похідного елементу

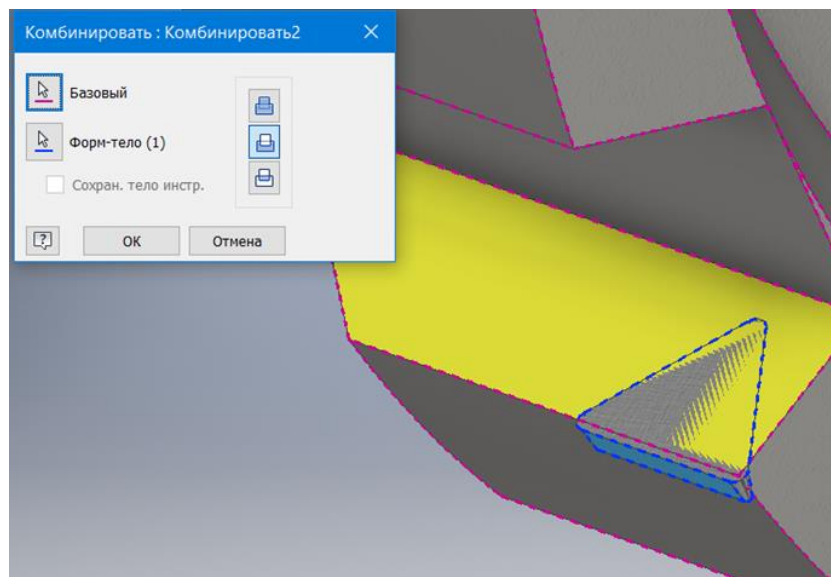


Рисунок 2.18. Комбінування

Таким чином, отримуємо паз такого виду :

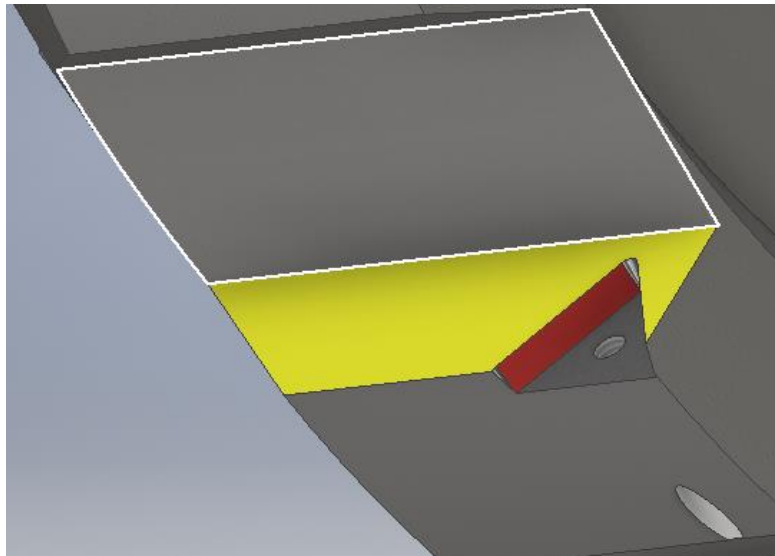


Рисунок. 2.19 - Паз під пластину

Так як .встановлюватися пластина буде за допомогою гвинту, тому попередньо виконаю різьбовий отвір на пазі

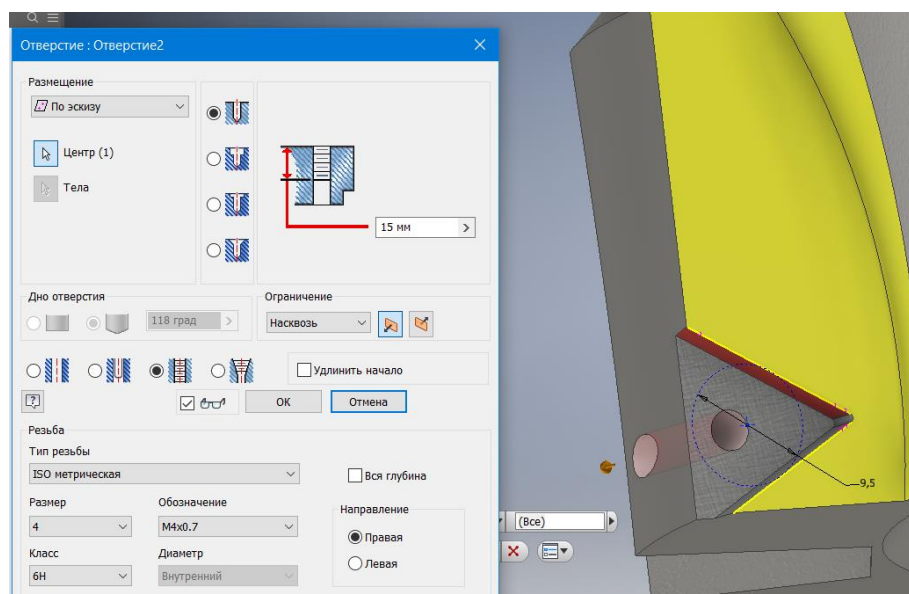


Рисунок. 2.20 - Отвір з різьбою

Створимо канавку під вихід фрези після фрезерування пазу

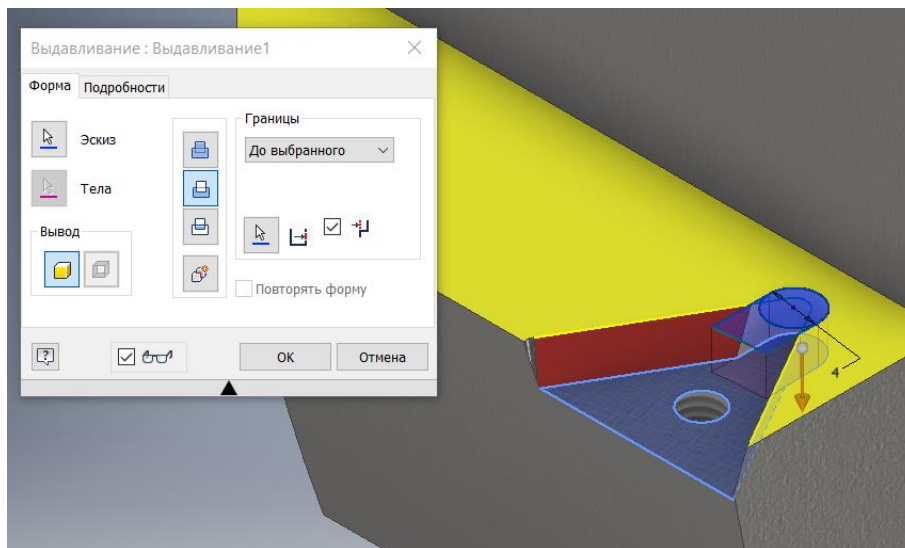


Рисунок 2.21 - Канавка під вихід фрези

Створимо масив паців на корпусі фрези

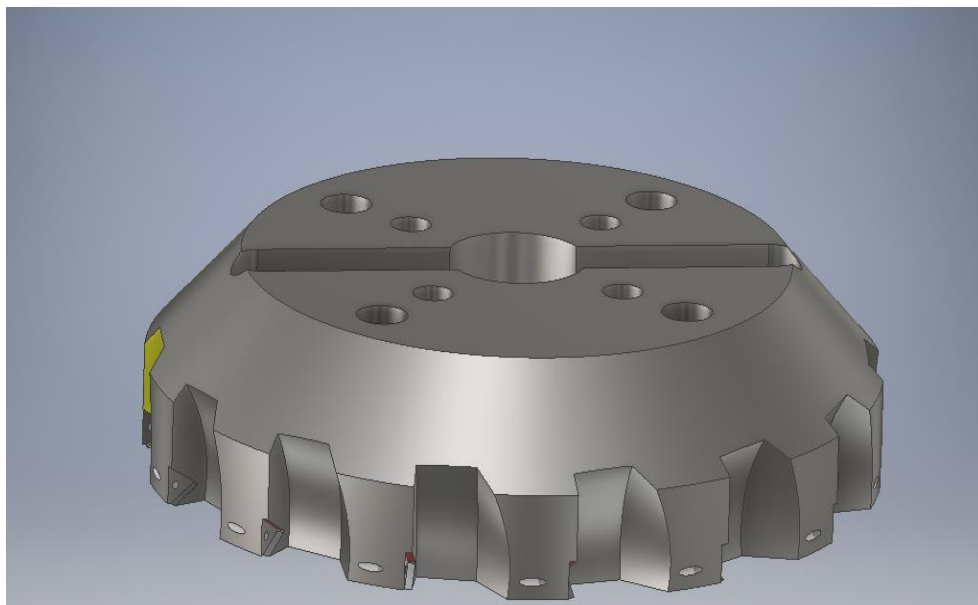


Рисунок 2.22 Масив закріплених пластин

2.5 Розрахунок режимів різання

Подачу на зуб обираємо за [25]

Таким чином отримуємо, :

$$S_z = 0,3 \text{ мм/об}$$

За тими вказівками [25]

Стійкість інструменту T обираємо :

$$T = 180 \text{ хв}$$

Розрахуємо швидкість різання [25]

$$v = \frac{60D^{0.25}}{T^{0.2}t^{0.15}s_z^{0.2}z^{0.1}B^{0.1}}]$$

,де T – прийнятий період стійкості, t – глибина різання, s_z – подача на зуб, z – кількість зубів фрези, B – ширина фрезерування

$$v = \frac{60 \cdot 315^{0.25}}{180^{0.2}8^{0.15}0,3^{0.2}14^{0.1}225^{0.1}} = 37,23 \text{ м/хв}$$

Визначення частоти обертання за хвилину [25]

$$n = \frac{1000v}{\pi D}]$$

,де v – визначена швидкість різання, D – прийнятий діаметр фрези

$$n = \frac{1000 \cdot 37,23}{\pi \cdot 315} = 37,64 \text{ об/хв}]$$

2.6 Технічні вимоги

Технічні вимоги призначаються за ГОСТ 28709-90

Корпус фрези повинен виготовлятися зі сталі 40Х за ГОСТ 4543

Твердість корпусу фрези повинна бути 30...36 HRC

На поверхні фрези не повинно бути тріщин, на опорних поверхнях під пластини – забоїв

Упаковка за ГОСТ 18088

На корпусі фрези повинен бути чітко нанесений товарний знак підприємства-виробника, діаметр фрези, довжина різальної частини, дотримуючись ГОСТ 28709-90

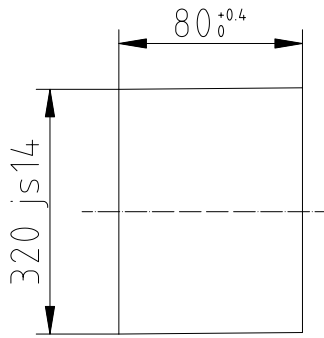
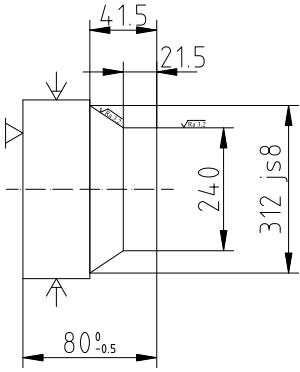
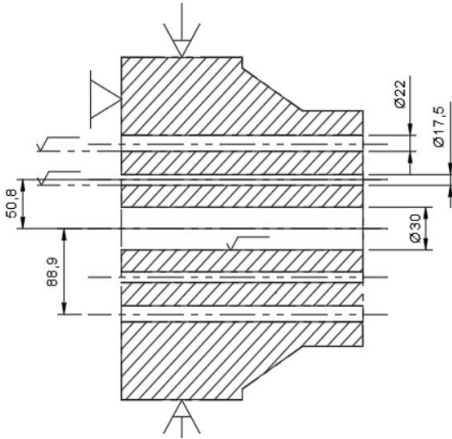
В результат проектного розрахунку, ми отримали готову 3D модель корпусу фрези та кресленик виробу який представлений в додатках.

Розділ 3 Технологія виготовлення

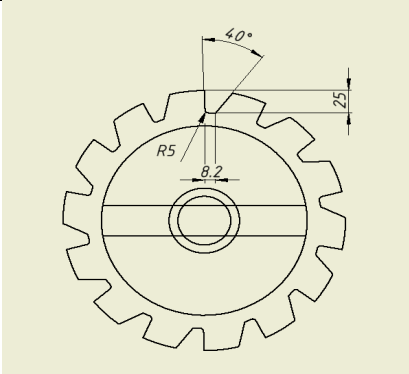
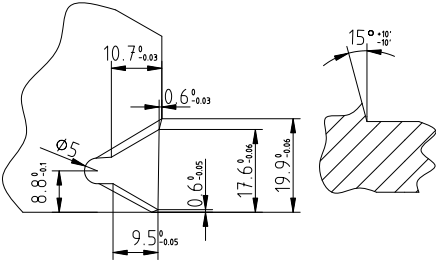
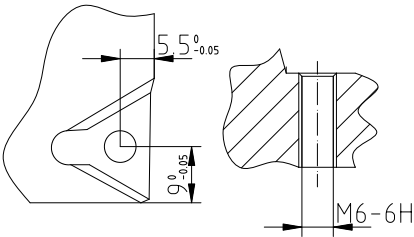
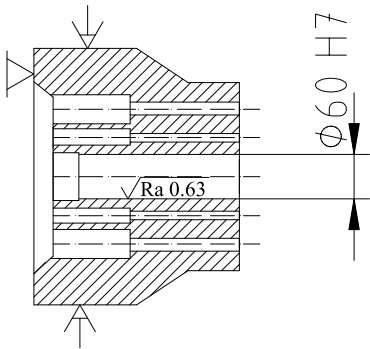
Завдання: розробити технологічний процес виготовлення торцевої фрези, маршрутне технологію, розрахувати припуск для трьох поверхонь та режими різання для трьох поверхонь.

3.1 Маршрутна технологія

Таблиця. 3.1 Маршрутна технологія

Номер операції	Назва операції	Ескіз	Верстат	Зміст
005	Заготівельна		Двох шпиндельний токарний верстат	Відрізання заготовки
010	Багатоцільова		Двох шпиндельний токарний верстат	Точіння торця та корпусу
015	Багатоцільова		Двох шпиндельний токарний верстат	Свердління отворів

020	Багатоцільова		Двох шпиндельний токарний верстат	Розточування центрального отвору
025	Багатоцільова		Двох шпиндельний токарний верстат	Фрезерування пазу
030	Багатоцільова		Двох шпиндельний токарний верстат	Точіння торцю та контуру
035	Багатоцільова		Двох шпиндельний токарний верстат	Зенкерування внутрішніх отворів

040	Багатоцільова		П'ятиосовий фрезерний верстат	Фрезерування 14 канавок
045	Багатоцільова		П'ятиосовий фрезерний верстат	Фрезерування 14 пазів
050	Багатоцільова		П'ятиосовий фрезерний верстат	Свердління 14 отворів під болт та нарізання різі
055	Термічна обробка	—	—	
065	Внутрішньо шліфувальна		Універсальний внутрішшліфувальний верстат 3K228B	Шліфування внутрішньої поверхні
070	Складальна			

075	Контрольні вимірювання	—	—	
080	Маркування	—	—	
085	Пакування	—	—	

3.2 Визначення припусків на оброблення

Розрахунок будемо проводити за методикою викладеною в [26]

Розрахунок припусків на механічну обробку зовнішньої поверхні корпусу фрези із діаметром 315, допуском $\pm 0,5$ мм.

При такій обробці знімається двох сторонній припуск, а для цього підходить така:

$$2Z_{i\ min} = 2([Rz + h]_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1} + \epsilon_i)$$

Розрахунок відхилень розташування поверхонь. Кривизни:

$$\Delta_K = 80 \cdot 2 = 160 \text{ мкм}$$

Центрування:

$$\Delta_{\text{ц}} = 0,25 \sqrt{IT_d^2 + 1000} = 0,25 \sqrt{1000^2 + 1000} = 250,125 \text{ мкм}$$

Сумарне:

$$\Delta_{\text{зм}} = \sqrt{\Delta_{\text{ц}}^2 + \Delta_K^2} = \sqrt{160^2 + 250,125^2} = 297 \text{ мкм}$$

При чорновій обробці:

$$\Delta_{\text{чорн}} = \Delta_{\text{зм}} \cdot K_y = 297 \cdot 0,06 = 18 \text{ мкм}$$

При чистовій обробці:

$$\Delta_1 = \Delta_{\text{зм}} K_y = 297 \cdot 0,04 = 11,88 \text{ мкм}$$

$$\Delta_2 = 0,001 \cdot n \cdot \frac{L}{0,1d + 0,3} = 0,001 \cdot 1 \cdot \frac{80}{0,1 \cdot 80 + 0,3} = 3,292 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{\text{чист}} = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2} = \sqrt{11,88^2 + 3,292^2} = 13 \text{ мкм}$$

Тоді використовуючи отримані дані, та табличні, отримаємо таблицю із наступними значеннями:

Таблиця.3.2 - Значення припусків на зовнішнє точіння

Технологічна операція	Елементи припуски, мкм				2Z _{imin} , мкм	D _{max} , мм	I _{td} , мкм	Прийняті округлення		Отримані значення припусків	
	Rz _i	h _i	Δ _i	ε _i				D _{max} _i , мм	D _{mini} , мм	2Z _{maxi} , мкм	2Z _{mini} , мкм
Заготовка	350	350	297	0	—	320,285	1400	320,285	318,885	—	—
Чорнове точіння	63	60	18	0	79635	240,65	600	240,64	240,05	79635	78835
Чистове точіння	32	30	13	0	150	240,5	1000	240,5	239,5	150	550

Перевірка:

$$\Sigma 2Z_{i \max} - \Sigma 2Z_{i \min} = 79785 - 79385 = 400 \text{ мкм}$$

$$IT_{\text{заг}} - IT_{\text{дет}} = 1400 - 1000 = 400 \text{ мкм}$$

Перевірка пройдена.

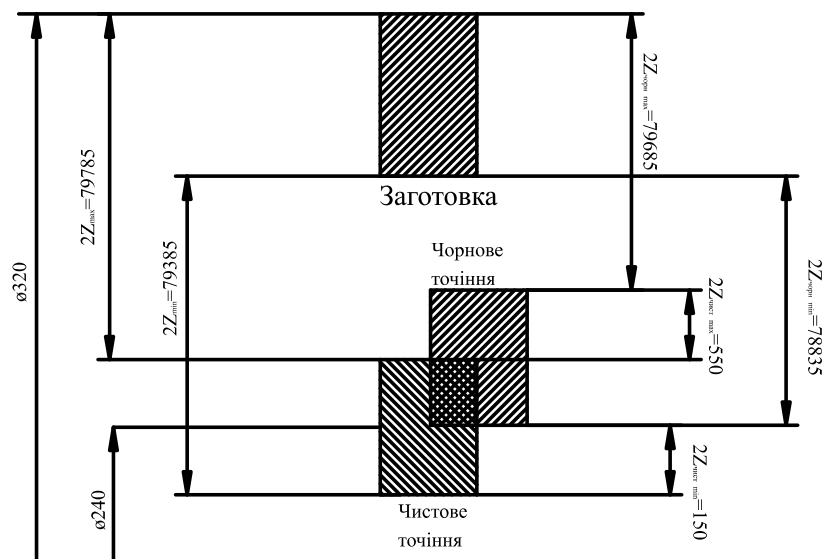


Рис 3.1 - Поле допусків

Розрахунок припусків на механічну обробку отвору у корпусі фрези із діаметром 60, допуском -0,2 мм.

При такій обробці знімається внутрішній двох сторонній припуск, а для цього підходить така формула:

$$2Z_{i\min} = 2([Rz + h]_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1} + \epsilon_i})$$

Зміщення свердла при свердлінні:

$$\Delta_{yB} = \Delta_y \cdot L = 1 \cdot 80 = 80 \text{ мкм}$$

Тоді відповідно до отриманого значення та табличних даних для такого типу обробки отримаємо таку таблицю:

Табл. 3.3 Значення допусків при обробці центрального отвору

Технологічна операція	Елементи припуски, мкм				2Zimin, мкм	Dmax, мм	Itд, мкм	Прийняті округлення		Отримані значення припусків	
	Rz _i	h _i	Δ _i	ε _i				Dmax _i , мм	Dmini, мм	2Zmaxi, мкм	2Zmini, мкм
Свердління	50	80	59	450	—	40,5	1000	40,5	39,5	—	—
Розточування	25	30	0	120	19242	59,742	200	59,742	59,542	20042	19242
Шліфування	2	22	0	120	288	60,03	30	60,03	60	458	288

Перевірка:

$$\Sigma 2Z_{i\max} - \Sigma 2Z_{i\min} = 20500 - 19530 = 970 \text{ мкм}$$

$$IT_{\text{заг}} - IT_{\text{дет}} = 1000 - 30 = 970 \text{ мкм}$$

Перевірка пройдена.

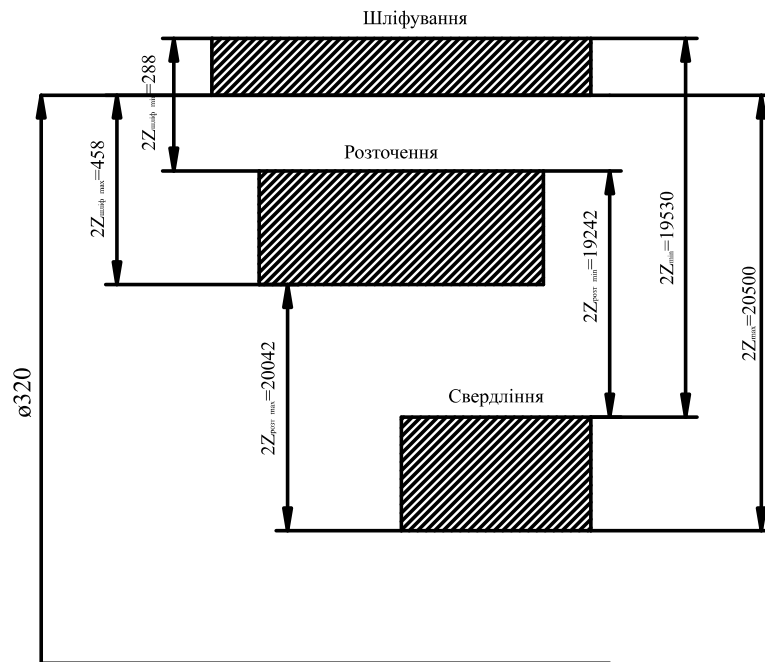


Рис.3.2 - Поле допуску

Розрахунок припусків на механічну обробку отворів у корпусі фрези із діаметром 33, допуском $\pm 0,3$ мм.

При такій обробці знімається внутрішній двох сторонній припуск, а для цього підходить така формула:

$$2Z_{i\min} = 2([Rz + h]_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1} + \epsilon_i})$$

Зміщення свердла при свердлінні:

$$\Delta_{ув} = \Delta_y \cdot L = 1 \cdot 80 = 80 \text{ мкм}$$

Тоді відповідно до отриманого значення та табличних даних для такого типу обробки отримаємо таку таблицю:

Табл. 3.4 Значення допусків при обробці отвору

Технологічна операція	Елементи припуски, мкм	$2Z_{i\min}$, мкм	D_{ma} х, мм	l_{td} , мкм	Прийняті округлення	Отримані значення припусків
-----------------------	------------------------	--------------------	----------------	----------------	---------------------	-----------------------------

	Rz i	hi	Δi	εi				Dmax i,мм	Dmin i,мм	2Zmaxi ,мкм	2Zmini ,мкм
Свердління	50	60	80	80		22,2	400	40,5	40,1		
Зенкерування	25	30	0	80	11100	33,3	600	33,3	32,7	-7400	-7200

Перевірка:

$$\Sigma 2Z_{i\max} - \Sigma 2Z_{i\min} = -7400 + 7200 = -200 \text{ мкм}$$

$$IT_{\text{заг}} - IT_{\text{дет}} = -400 + 600 = -200 \text{ мкм}$$

Перевірка пройдена.

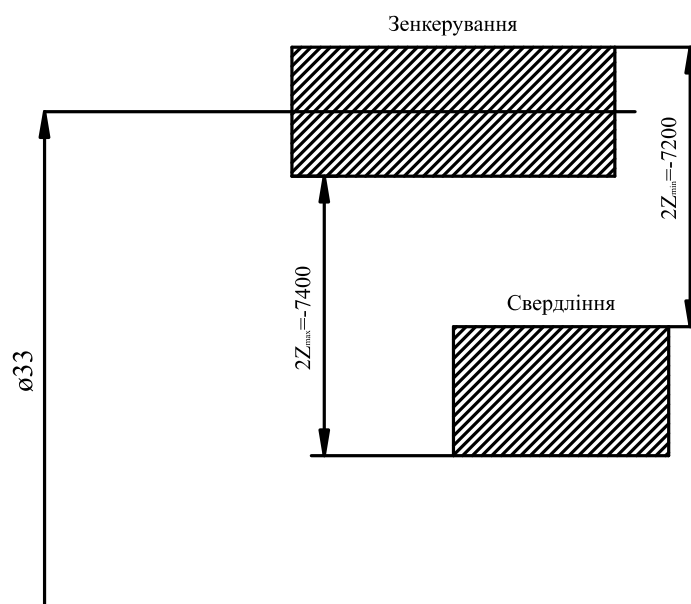


Рис 3.3 - Поле допуску

3.3 Визначення режимів різання

Розрахунок режимів різання будемо проводити за методикою викладеною в [26]

Розрахунок режиму різання для операції 010, чистове та чорнове точіння зовнішнє точінні. Вихідні дані чорнове точіння: $t=6$ мм, $s=0,8$ мм/об, матеріал різальної частини-T15K6, $T=60$ хв. Розрахунок швидкості ведеться за такою формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v$$

Де $C_v=280$, $x=0,15$, $y=0,45$, $m=0,2$, $K_v=K_{MV} \cdot K_{NV} \cdot K_{\pi V} \cdot K_{\phi V} \cdot K_{\phi 1V} \cdot K_{rV}$,
 $K_{MV}=K_R(750/\sigma_B)^{nv}=1,2(750/655)^{1,75}=1,52$, $K_{NV}=1$, $K_{\pi V}=0,8$, $K_{\phi V}=0,7$, $K_{\phi 1V}=1$, $K_{rV}=1$,
і $K_v=0,8512$. [32]

Тоді:

$$V = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 6^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,8512 = 88,806 \text{ м/хв}$$

Тоді частота обертів буде:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 88,806}{\pi \cdot 308} = 91,82 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n=100$ об/хв

Тоді:

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = 96,761 \text{ м/хв}$$

Визначаємо силу різання:

$$P_{x,y,z} = 10 C_p t^x s^y v^n K_p$$

Приймаємо такі коефіцієнти: $C_{px}=300$, $C_{py}=243$, $C_{pz}=339$, $x_{z,x}=1$, $x_y=0,9$, $y_z=0,75$,
 $y_y=0,6$, $y_z=0,5$, $n_z=-0,15$, $n_y=-0,3$, $n_x=-0,4$, $K_{px}=1,99$, $K_{py}=1,76$, $K_{pz}=2,14$. [32]

Відповідно до цих даних ми отримуємо такі значення:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 6^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 96,761^{-0,15} \cdot 1,99 = 1503,11 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 6^{0,9} \cdot 0,8^{0,6} \cdot 96,761^{-0,3} \cdot 1,76 = 467,87 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 6^1 \cdot 0,8^{0,5} \cdot 96,761^{-0,4} \cdot 2,14 = 291,94 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1503,11 \cdot 96,761}{1020 \cdot 60} = 2,376 \text{ кВт}$$

Вихідні дані чистового точіння: $t=0,2$ мм, $s=1$ мм/об, матеріал різальної частини-Т15К6, $T=60$ хв. Розрахунок швидкості ведеться за такою формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v$$

Де $C_v=280$, $x=0,15$, $y=0,45$, $m=0,2$, $K_v=K_{MV} \cdot K_{NV} \cdot K_{\pi V} \cdot K_{\phi V} \cdot K_{\phi 1V} \cdot K_{rV}$,
 $K_{MV}=K_R(750/\sigma_B)^{nv}=1,2(750/655)^{1,75}=1,52$, $K_{NV}=1$, $K_{\pi V}=0,8$, $K_{\phi V}=0,7$, $K_{\phi 1V}=1$, $K_{rV}=1$,
і $K_v=0,8512$. [32]

Тоді:

$$V = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 6^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,8512 = 133,784 \text{ м/хв}$$

Тоді частота обертів буде:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 133,784}{\pi \cdot 240} = 177,436 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n=200$ об/хв

Тоді:

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = 150,796 \text{ м/хв}$$

Визначаємо силу різання:

$$P_{x,y,z} = 10 C_p t^x s^y v^n K_p$$

Приймаємо такі коефіцієнти: $C_{px}=300$, $C_{py}=243$, $C_{pz}=339$, $x_{z,x}=1$, $x_y=0,9$, $y_z=0,75$,
 $y_y=0,6$, $y_z=0,5$, $n_z=-0,15$, $n_y=-0,3$, $n_x=-0,4$, $K_{px}=1,99$, $K_{py}=1,76$, $K_{pz}=2,14$ [32]

Відповідно до цих даних ми отримуємо такі значення:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,2^1 \cdot 1^{0,75} \cdot 150,796^{-0,15} \cdot 1,99 = 56,2659 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,2^{0,9} \cdot 1^{0,6} \cdot 150,796^{-0,3} \cdot 1,76 = 22,311 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 0,2^1 \cdot 1^{0,5} \cdot 150,796^{-0,4} \cdot 2,14 = 19,5113 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1503,11 \cdot 96,761}{1020 \cdot 60} = 138,638 \text{ Вт}$$

Розрахунок режиму різання для операції 015, свердління отвору діаметром 30. Вихідні дані для свердління: $t=20$ мм, $s=0,58$ мм/об, матеріал різальної частини Р6М5, $T=40$ хв. Розрахунок швидкості ведеться за такою формулою:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m s^y} K_v$$

Де $C_v=9,8$, $q=0,4$, $y=0,5$, $m=0,2$, $K_v=K_{MV} \cdot K_{iV} \cdot K_{IV}$, $K_{MV}=1,52$, $K_{iV}=0,8$, $K_{IV}=0,8$, $K_v=0,9728$. [32]

Тоді:

$$V = \frac{9,8 \cdot 30^{0,4}}{40^{0,2} \cdot 0,58^{0,5}} 0,9728 = 23,9886 \text{ м/хв}$$

Тоді частота обертів буде:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 23,9886}{\pi \cdot 30} = 254,49 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n=250$ об/хв

Тоді:

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = 23,56 \text{ м/хв}$$

Визначаємо крутний момент осьову силу за формулами:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q s^y K_p$$

$$P_0 = 10 C_p D^q s^y K_p$$

Приймаємо $C_M=0,0345$, $C_p=68$, $K_p=1,52$. Тоді виходить:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 30^{0,4} \cdot 0,58^{0,5} \cdot 1,52 = 164,69 \text{ Нм}$$

$$P_0 = 10 \cdot 6830^{0,4} \cdot 0,58^{0,5} \cdot 1,52 = 3,068 \text{ кН}$$

Виходячи із отриманих даних розраховуємо потужність:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = 4,62 \text{ кВт}$$

Розрахунок режиму різання для операції 040, фрезерування 14 канавок. Вихідні дані для фрезерування дисковою фрезою: $D=125$ мм, $t=25$ мм, $s_z=0,06$ мм/об, $B=8,2$ мм, $z=24$, матеріал різальної частини Т15К6, $T=50$ хв. Розрахунок швидкості ведеться за такою формулою:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v$$

Де $C_v=690$, $q=0,2$, $x=0,3$, $y=0,4$, $m=0,35$, $u=0,1$, $p=0$,

$K_v=K_{MV} \cdot K_{NV} \cdot K_{iV}$, $K_{MV}=K_R(750/\sigma_B)^{nv}=1,2(750/620)^{1,75}=1,52$, $K_{NV}=1$, $K_{iV}=0,65$, і $K_v=0,943$ [32].

Тоді:

$$V = \frac{690 \cdot 120^{0,2}}{50^{0,35} \cdot 25^{0,3} \cdot 1,44^{0,4} \cdot 8,2^{0,1} \cdot 24^0} \cdot 0,943 = 114,93 \text{ м/хв}$$

Тоді частота обертів буде:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 114,93}{\pi \cdot 125} = 304,87 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n=305$ об/хв

Тоді:

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = 115 \text{ м/хв}$$

Розрахунок сили різання при фрезеруванні:

$$P_e = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^u z}{D^q n^v} K_{mp}$$

Де $C_p=68,2$, $x=0,86$, $y=0,72$, $u=1$, $q=0,86$, $v=0$, $K_{mp}=0,60$. [32]

Тоді сила різання буде:

$$P_e = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 25^{0,86} \cdot 0,06^{0,72} \cdot 8,2^1 \cdot 24}{125^{0,86} \cdot 305^0} \cdot 0,60 = 2756,526 \text{ Н}$$

Відповідно до отриманих даних розраховуємо крутний момент та потужність:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{2756,526 \cdot 120}{2 \cdot 100} = 1653,91 \text{ Нм}$$

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1653,91 \cdot 115}{1020 \cdot 60} = 9,15 \text{ кВт}$$

Розрахунок режиму різання для операції 045, фрезерування пазу під пластину. Вихідні дані для фрезерування: D=20 мм, t=5 мм, s_z=0,07 мм/об, B=20 мм, z=8, матеріал різальної частини Т5К10, Т=50 хв. Розрахунок швидкості ведеться за такою формулою:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v$$

Де C_v=446, q=0,17, x=0,38, y=0,28, m=0,33, u=-0,055, p=0,1, K_v=K_{MV}*K_{NV}*K_{iV}, K_{MV}=K_R(750/σ_B)^{nv}=1,2(750/655)^{1,75}=1,52, K_{NV}=1, K_{iV}=0,65, і K_v=0,988. [32]

Тоді:

$$V = \frac{446 \cdot 20^{0,17}}{50^{0,33} \cdot 5^{0,38} \cdot 0,56^{0,28} \cdot 20^{-0,055} \cdot 8^{0,1}} 0,988 = 123,24 \text{ м/хв}$$

Тоді частота обертів буде:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 123,24}{\pi \cdot 20} = 1961,42 \text{ об/хв}$$

Приймаємо n=2000 об/хв

Тоді:

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = 125,663 \text{ м/хв}$$

Розрахунок сили різання при фрезеруванні:

$$P_e = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^u z}{D^q n^v} K_{mp}$$

Де C_p=825, x=1, y=0,75, u=1,1, q=1,3, v=0,2, K_{mp}=0,65. [32]

Тоді сила різання буде:

$$P_e = \frac{10 \cdot 825 \cdot 5^1 \cdot 0,07^{0,75} \cdot 20^{1,1} \cdot 8}{20^{1,3} \cdot 2000^{0,2}} 0,65 = 3506,217 \text{ Н}$$

Відповідно до отриманих даних розраховуємо крутний момент та потужність:

$$M_{\text{кп}} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{3506,217 \cdot 20}{2 \cdot 100} = 350,62 \text{ Нм}$$

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3506,217 \cdot 125,663}{1020 \cdot 60} = 7,2 \text{ кВт}$$

4. Розділ 4 Проектування оснастки

4.1 Постановка завдання

В ході технологічного процесу має місце багатоцільова операція №40 в якій мною пропонується провести фрезерування 14 канавок. В цій операції важливим є забезпечити поворот заготовки на рівну кількість градусів з метою забезпечити рівномірне розподілення канавок по всьому радіусу майбутнього корпусу фрези. Ескіз операції наданий на рисунку 4.1 .

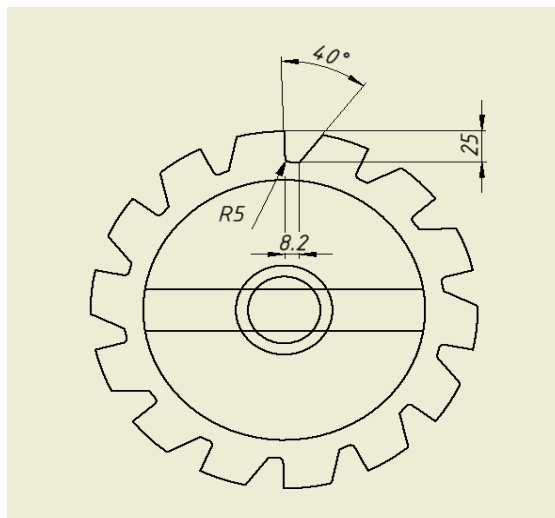


Рисунок. 4.1 - Ескіз корпусу фрези з канавками

Мною запропоновано проектування ділильної головки з системою простого діленням, яка була б забезпечила розподіл рівномірний розподіл 14 канавок по радіусу майбутнього корпусу фрези та була б компактною, наскільки це можливо. Для успішного виконання операції фрезерування, також необхідно розробити оправку, яка зафіксує заготовки нерухомо, та забезпечить спільний рух заготовки з шпинделем ділильної головки.

4.2 Ділильні головки [27]

Ділильні головки використовують для установки, зажима і періодичного повороту чи безперервного обертання невеликих деталей, які обробляються на фрезерних верстатах. Існують різні конструкції ділильних головок. Ділильні головки

зазвичай складаються щ наступних частин : корпусу, поворотної частини ділильного пристрою і механізму поворотної частини . Є головки, які ділильний механізм і механізм зажиму заблоковані і керуються однією рукояткою. Ділильні головки відрізняються від ділильних столів, тим що невеликі оброблювані деталі встановлюють і зажимають в ділильних головках, в центрах трьохкулачкових патронів, цангах, закріплюваних в шпинделі головки. Головки виготовляються з горизонтальним або вертикальним розташуванням шпинделя чи з шпинделем, який можна встановлювати в горизонтальному і вертикальному положенні. Поворот, фіксацію і зажим поворотної частини до обробки деталі і розжим поворотної частини, вивід фіксатору після обробки здійснюють в мануальному режимі. Існують ділильні головки, в яких деякі елементи робочого циклу головки автоматизовані.

4.3 Розробка оправки з розрізною втулкою

Мною була розроблена оправка яка поєднує в собі 2 конуса, а саме конус Морзе 6 з внутрішньою різьбою (ГОСТ 25557-82) для встановлення в шпиндель головки та конус 1 : 3 з внутрішньою різьбою для встановлення його в центральний отвір Ø60 мм заготовки

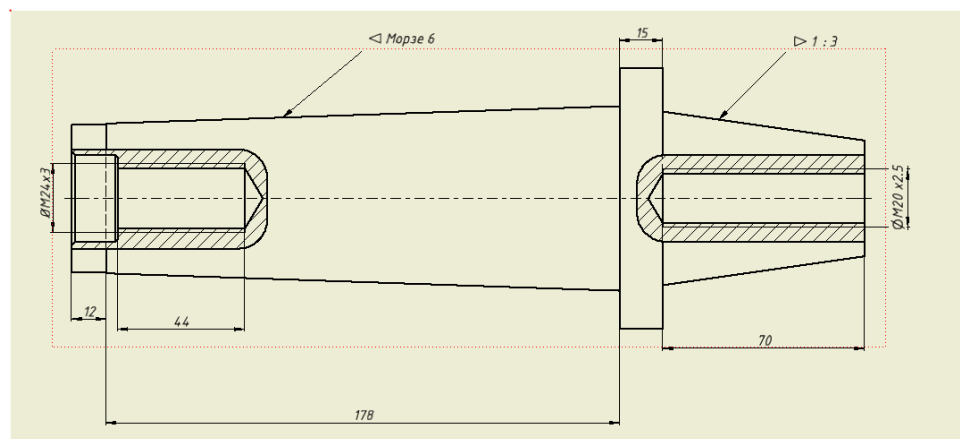


Рисунок. 4.2. - Ескіз оправки

До даної оправки також планується використання розрізною втулки з внутрішнім конусом 1 :3 та шайби яку притискає болт М20 з правого торця оправки.

В свою чергу, конус Морзе передбачений для встановлення оправки в шпиндель, який має внутрішній конус аналогічний до того що на оправці. Внутрішня різьба оправки з лівого торця М24 буде використовуватися для фіксації оправки нерухомо за допомогою штріву. Таким чином забезпечується кріплення заготовки корпусу фрези для фрезерування канавок.

Оправку можна виготовити за допомогою токарного верстату.

Робочий кресленник оправки поданий додатках.

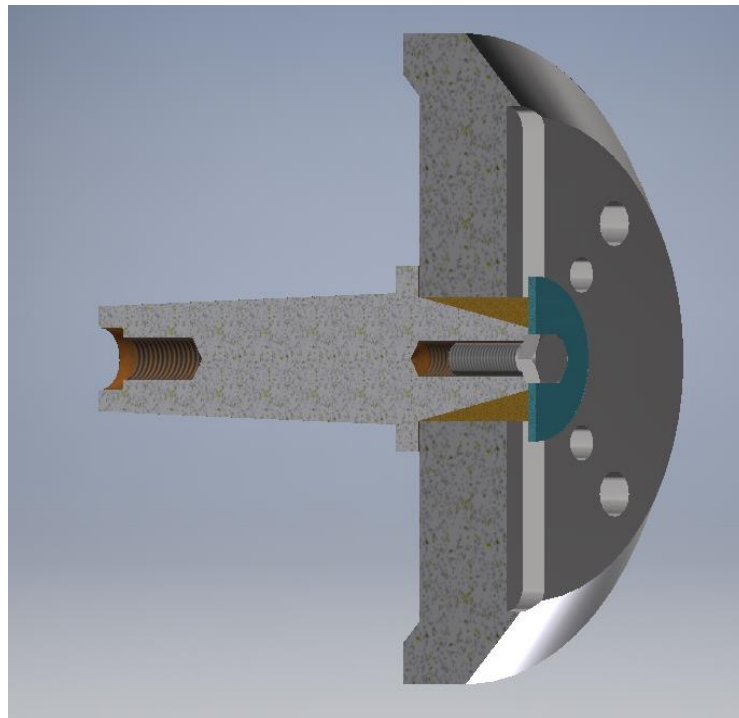


Рисунок 4.3 - Заготовка корпусу фрези на оправці

4.4 Розробка поворотного пристрою

Ділільна голівка — спеціальне верстатне пристосування, є важливим елементом фрезерних верстатів. Застосовується для періодичного повороту заготовки (розподіл) на рівні або нерівні кути фрезерування багатогранників, западин між зубцями коліс, канавок різальних інструментів і т.і., а також для безперервного обертання заготовки узгоджене із поздовжньою (осевою) подачею (наприклад, при нарізанні спіральних канавок у свердел, зенкерів тощо, або при фрезеруванні косозубих зубчатих коліс).[28]

Способи поділу :

Безпосереднє ділення (рис. 4.4)

При виконанні багатьох фрезерувальних робіт, пов'язаних з безпосереднім діленням, більш продуктивними та економічними є головки, за допомогою яких здійснюється тільки безпосереднє ділення. На рис. 4.4 показано ділильну головку з відрахуванням кута повороту шпинделя по диску, що має 12 поділок, і, отже, допускає ділення на 2, 3, 4, 6 і 12 рівних часток. У корпусі 6 головки обертається шпиндель, на правому кінці якого надіто повідковий патрон 7. Центр 8 вставлено в шпиндель головки. На лівому кінці насаджено диск 4, на якому є дванадцять прорізів. Гайка 2 служить для регулювання зазору в підшипниках шпинделя. Обертання здійснюється рукояткою 3. Поворот шпинделя фіксується диском 4, що установлюють у необхідне положення за допомогою стопорного важеля 1. Кожух 5 служить для захисту головки від стружки та бруду. Задня бабка 10 підтримує другий кінець заготовки. Центр 9 задньої бабки може пересуватися в поздовжньому напрямку за допомогою маховичка 12 і закріплюється гвинтом 11 у необхідному положенні. Подібні головки виготовляють і з вертикальним розташуванням шпинделя.

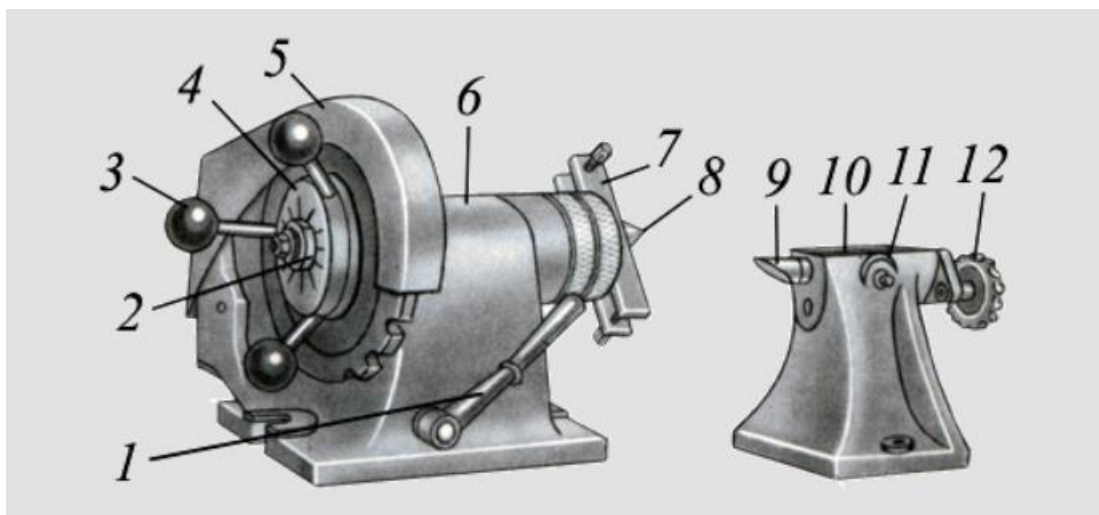


Рисунок. 4.4 - Ділильна головка безпосереднього поділу [29]

Спосіб простого поділу

Сутність цього способу полягає в тому, що поворот шпинделя із закріпленою заготовкою здійснюється за рахунок повороту рукоятки з фіксатором відносно отворів нерухомого бічного ділильного диска через черв'ячну передачу. Оскільки передне відношення зубчастих коліс, що пов'язують вал приводної планки рукоятки з фіксатором і однозахідним черв'яком, дорівнює одиниці, а черв'ячне колесо, нерухомо закріплене на шпинделі, має 40 зубів, то при повороті рукоятки на один повний оберт черв'ячне колесо повернеться на один зуб або на $1/40$ оберту. Отже, щоб шпиндель зробив один повний оберт, необхідно повернути рукоятку сорок разів.

Кількість обертів рукоятки, які необхідно зробити, щоб шпиндель ділильної головки повернувся на один оберт, називається характеристикою ділильної головки.

Усі ділильні головки вітчизняного виробництва мають характеристику, що дорівнює 40.

При простому методі поділу кількість обертів рукоятки, вибір ряду отворів на бічному ділильному диску та кількості ділень між ними визначаються за формулою:

$$n = \frac{N}{z} [29]$$

де n — кількість обертів рукоятки відносно бічного ділильного диска; N — характеристика ділильної головки; z — кількість поділок, на яку необхідно розділити заготовку.

Спосіб диференційного поділу

У практиці не завжди вдається розділити коло на задану кількість частин розглянутими вище способами. Так, поділ кола на кількість частин понад 42, не кратну кількості отворів на бічному ділильному диску, не можна ділити способом простого поділу. У цьому випадку слід застосувати інший, диференційний спосіб

поділу. Сутність його полягає в тому, що відлік повороту заготовки на необхідну частину кола відбувається поворотом рукоятки УДГ відносно отворів обертового бічного ділильного диска.

Обертання бічному ділильному диску в цьому випадку передається від шпинделя через гітару зі змінними колесами і через конічні колеса, одне з яких закріплене на валу механічного приводу обертання шпинделя, інше з'єднане нерухомо з бічним ділильним диском. На рис. 4.5 наведено кінематичну схему універсальної ділильної головки, налаштованої на диференціальний поділ. Колесо гітари z_1 завжди кріпиться на шийці шпиндельного валика, вставленого в конічний отвір заднього кінця шпинделя, а колесо z_4 — на шийці вала механічного приводу шпинделя. Між цими колесами на пересувних пальцях гітари можуть бути встановлені одне або два проміжних колеса.

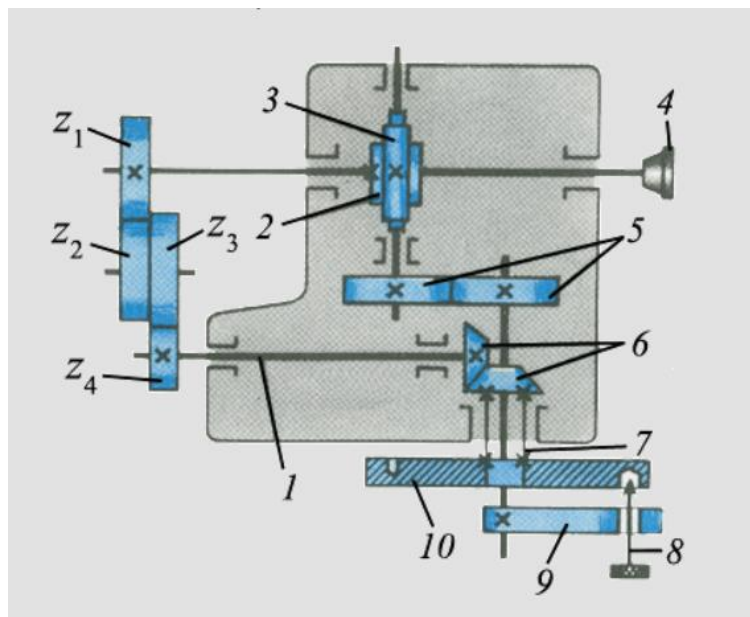


Рисунок 4.5. - Кінематична схема УДГ[29]

1 — валик; 2 — черв'ячне колесо; 3 — черв'як; 4 — шпиндель; 5 — циліндричні зубчасті колеса; 6 — конічні зубчасті колеса; 7 — гільза; 8 — фіксатор; 9 — рукоятка; 10 — ділильний диск

У залежності від передатного відношення змінних коліс гітари частота обертання ділильного диска буде не однакою, а зі зміною кількості проміжних коліс це

обертання може або збігатися з напрямком повороту рукоятки або бути спрямоване в протилежний бік. Отже, при обертанні рукоятки відносно отворів бічного ділильного диска дійсний поворот рукоятки буде більшим або меншим за видимий поворот по ділильному диску.

При виконанні диференційного поділу бічний ділильний диск слід звільнити від затискача, а шпиндель установити в строго горизонтальне положення. Крім того, слід розрахувати кількість обертів рукоятки, встановити потрібне коло з певною кількістю отворів ділильного диска, кількість поділок, передатне відношення змінних зубчастих коліс, кількість їх зубів і напрямок обертання диска.

Кількість обертів рукоятки визначається за формулою:

$$n = \frac{N}{x} [29]$$

де N — характеристика ділильної головки; x — умовне число, найближче до заданого, на яке можна розділити методом простого поділу.

Передатне відношення змінних коліс гітари розраховується за формулою:

$$i = \frac{N(x - z)}{x} [29]$$

де z — число, на яке слід розділити заготовку.

За передатним відношенням визначають кількість зубів коліс гітари.

До ділильних головок додається комплект зубчастих коліс із кількістю зубів: 25 (2 шт.), 30, 35, 40, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100.

Напрямок обертання бічного ділильного диска залежить від величини прийнятого умовного числа x . При додатному значенні передатного відношення, тобто коли $x > z$, напрямок обертання диска та рукоятки має збігатися. При від'ємному значенні передатного відношення ($x < z$) обертання диска і рукоятки повинно мати зустрічний напрямок. У залежності від цього гітара зубчастих коліс (рис. 4.6)

може мати чотири схеми налаштування. При $x > z$ — в одну пару коліс з одним проміжним колесом z_0 або у дві пари з одним колесом. Зчеплення коліс досягається поворотом корпусу гітари навколо привідного валу і пересуванням пересувних пальців з установленими на них колесами в пазах.

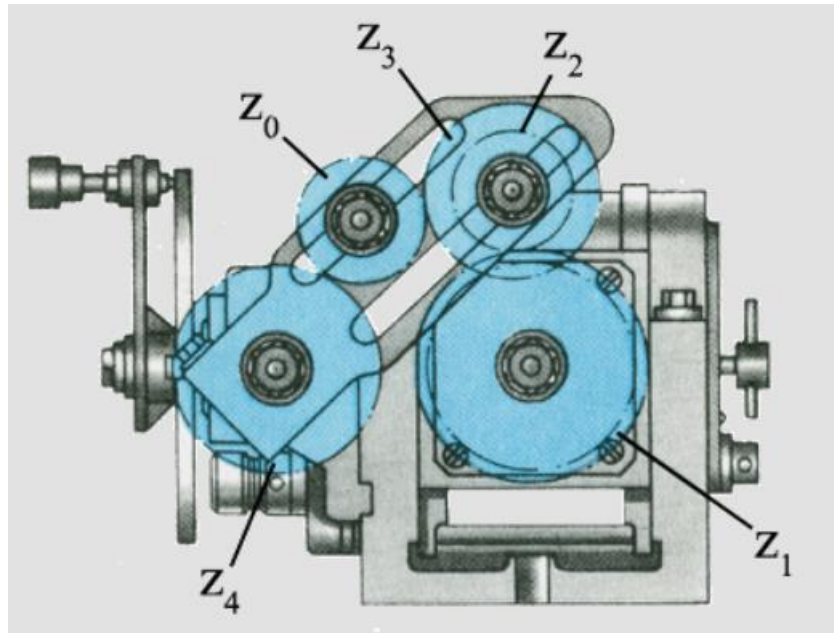


Рисунок. 4.6 - Схеми налаштування гітари УДГ для диференційного поділу [29]

Виходячи зі всього вищевказаного та вимог операції 040 фрезерування 14 канавок, мною запропоновано ідея спроектувати ділильну головку простого ділення. Такий поворотний пристрій зможе забезпечити рівномірний поворот заготовки на необхідну кількість поділок, забезпечити необхідну жорсткість під час обробки, та бути компактною.[29]

В результаті, мною створено ділильну головку простого ділення з передаточним числом червячного зачеплення рівним 6. (рис. 4.7, рис. 4.8)Такого відношення вистачає для даної операції. В комплекті з головкою додається ділильний диск, який розмічений з числом отворів кратними 6 : 48,42,36,30,24 .

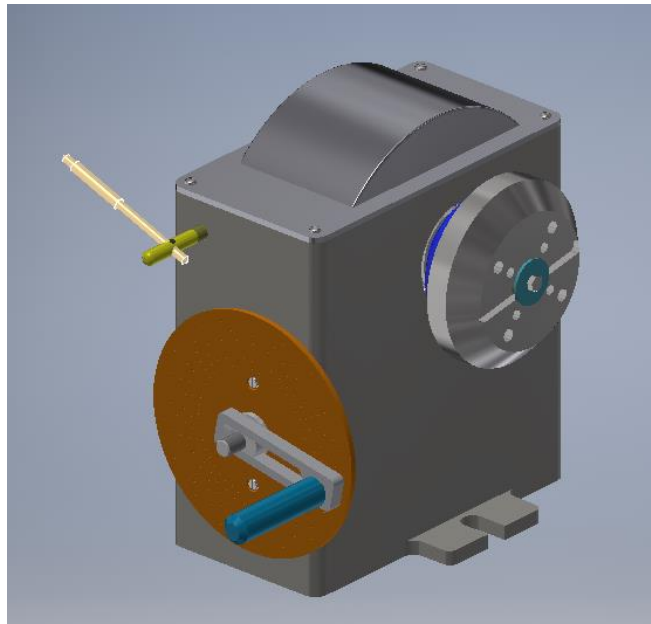


Рисунок 4.7 - Зовнішній вигляд ділильної головки з встановленою оправкою та заготовкою.

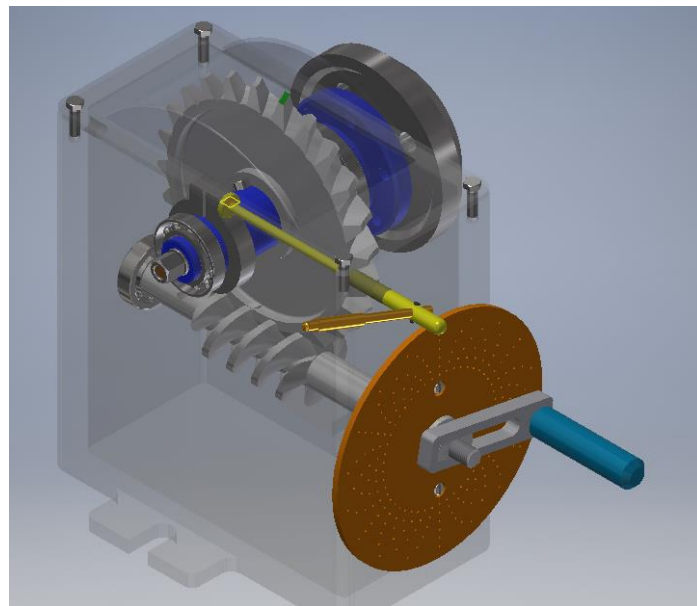


Рисунок. 4.8 Зовнішній вигляд ділильної головки з прозорим корпусом

4.2 Схема базування заготовки

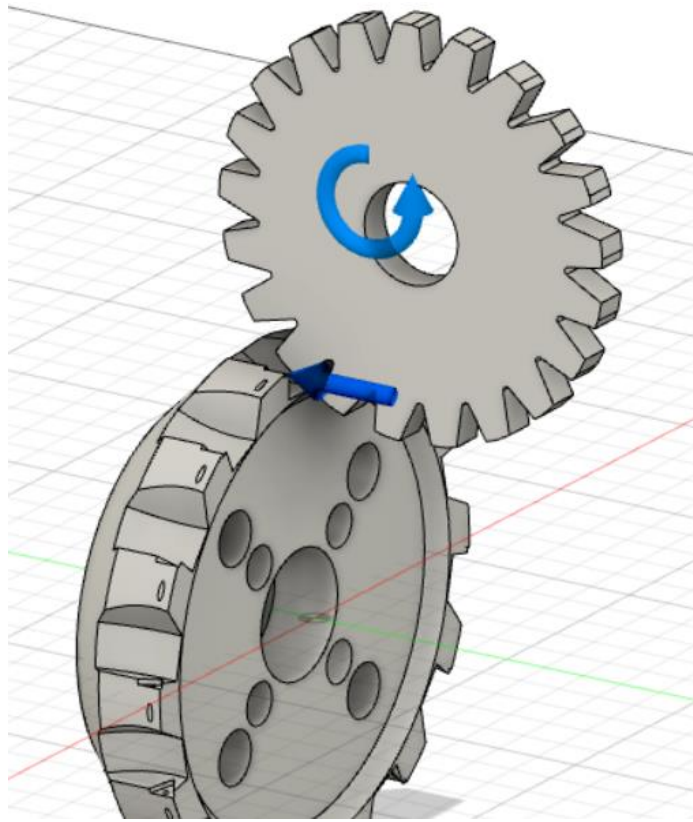


Рисунок 4.9 - Умовне зображення процесу фрезерування канавок дисковою фрезою та сил і моментів які діють під час обробки

Під час процесу фрезерування дисковою фрезою під час руху подачі фрези виникає сила, яка давить на поверхню заготовки (рис.4.9).

А також, від обертання дискової фрези виникає момент, який намагається повернути заготовку .(рис.4.9)

Базування – це надання заготівці перед її механічної обробкою потрібного положення відносно різального інструменту. Заготовки, як відомо, перед обробкою встановлюють у пристроях. При обробці партії заготовок потрібно, щоб кожна наступна заготовка розташовувалась у пристрої так само, як і попередня. Це необхідно для того, щоб після обробки усі деталі мали однакові розміри .

Визначимо похибку базування. На рис. 4.10 наведена схема, за якої планується базування для багатоцільової операції №40.

Для базування заготовки в пристосуванні використовуються наступні поверхні – торець заготовки, та внутрішня циліндрична поверхня.. Торець заготовки являється установочною базою та позбавляє заготовку трьох рухів – одного поздовжнього та двох обертальних рухів. На схемі базування (рис. 4.3) дана база позначена як 5.

Внутрішня циліндрична поверхня являється подвійною опорною базою та позбавляє заготовку двох рухів – двох поздовжніх рухів. На схемі базування (рис. 4.3) дана база позначена як 1-4. А враховуючи розташування заготовки, так що сили тяжіння направлена вертикально вниз, тим саме прижимає внутрішню циліндричну поверхню до оправки. Таким чином виконано повне базування заготовки відносно різального інструменту.

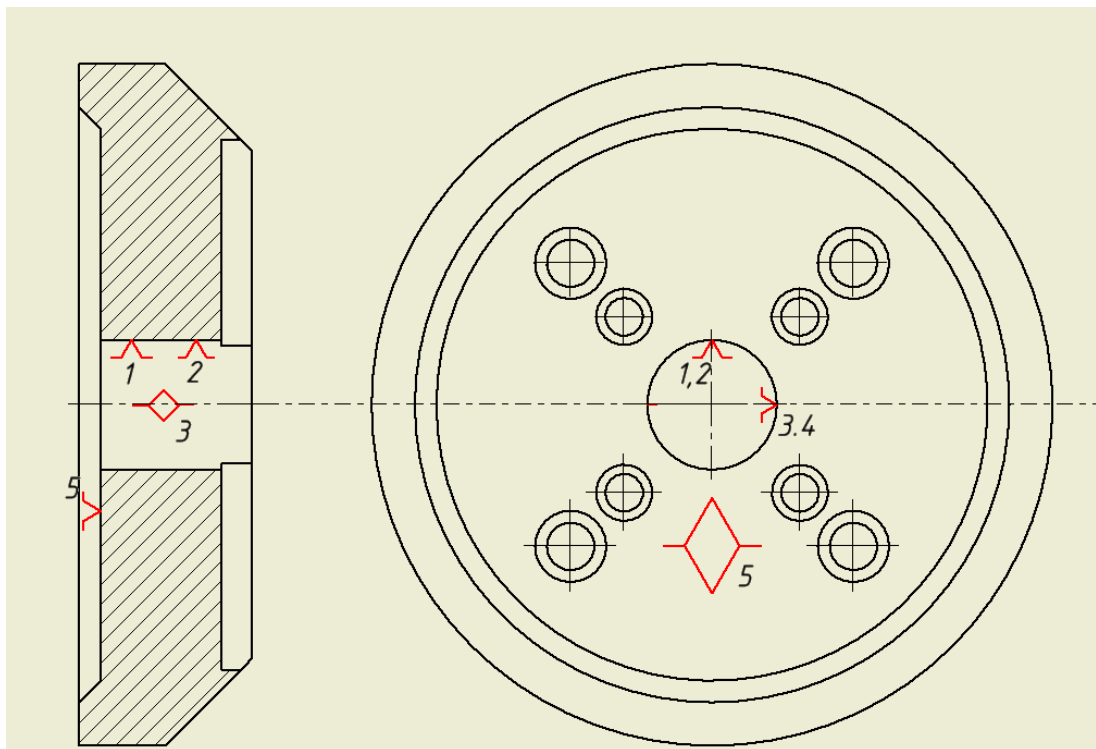


Рисунок 4.10. - Схема базування заготовки фрези

4.4 Визначення похибки базування

Для визначення похибки базування, проаналізуємо всі можливі причини її виникнення. Похибка зі сторони торця оправки заготовки може виникнути внаслідок відхилення осі конусу від перпендикулярності отворів. Але вони будуть виконані без похибки, тому що вимірювальна та конструкторська база для них співпадають. Також, приймаємо до уваги, що оправку виконано максимально точно, тому торець виконано перпендикулярно до вісі обертання конусу. Отже, згідно вищезазначених суджень, можна прийти до висновку, що пристосування забезпечує виконання необхідних розмірів на кресленику корпусу фрези при фрезеруванні пазів без похибки базування.

4. 5. Визначення зусиль затиску заготовки

При визначенні зусиль затиску заготовки, необхідно і достатньо розрахувати силу різання при фрезеруванні канавки. Тому використанні у розрахунках зусилля затиску цієї сили різання, призведе до отримання значення сили затиску, яке буде достатнє для утримання заготовки нерухомою.

Розрахунок режиму різання для операції 040, фрезерування 14 канавок. Вихідні дані для фрезерування дисковою фрезою: $D=125$ мм, $t=25$ мм, $s_z=0,06$ мм/об, $B=8,2$ мм, $z=24$, матеріал різальної частини Т15К6, $T=50$ хв. Розрахунок швидкості ведеться за методикою викладеною в [26] за такою формулою:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v$$

Де $C_v=690$, $q=0,2$, $x=0,3$, $y=0,4$, $m=0,35$, $u=0,1$, $p=0$,

$K_v=K_{MV} * K_{NV} * K_{iV}$, $K_{MV}=K_R(750/\sigma_B)^{nv}=0,85(750/610)^{1,45}=1,14$, $K_{NV}=1$, $K_{iV}=0,65$, і $K_v=0,943$. [32]

Тоді:

$$V = \frac{690 \cdot 125^{0,2}}{50^{0,35} \cdot 25^{0,3} \cdot 1.44^{0,4} \cdot 8.2^{0,1} \cdot 24^0} \cdot 1,14 = 122,88 \text{ м/хв}$$

Тоді частота обертів буде:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 122,88}{\pi \cdot 125} = 312,91 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n=310$ об/хв

Тоді:

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = 121 \text{ м/хв}$$

Розрахунок сили різання при фрезеруванні:

$$P_e = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^u z}{D^q n^v} K_{mp}$$

Де $C_p=68,2$, $x=0,86$, $y=0,72$, $u=1$, $q=0,86$, $v=0$, $K_{mp}=0,60$. [32]

Тоді сила різання буде:

$$P_e = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 25^{0,86} \cdot 0,06^{0,72} \cdot 8,2^1 \cdot 24}{125^{0,86} \cdot 310^0} 0,60 = 2596,51 \text{ Н}$$

Відповідно до отриманих даних розраховуємо крутний момент та потужність:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{2596,51 \cdot 125}{2 \cdot 100} = 1620 \text{ Нм}$$

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1620 \cdot 121}{1020 \cdot 60} = 3,2 \text{ кВт}$$

Тоді розрахуємо силу зажиму за методикою викладеною в [30]

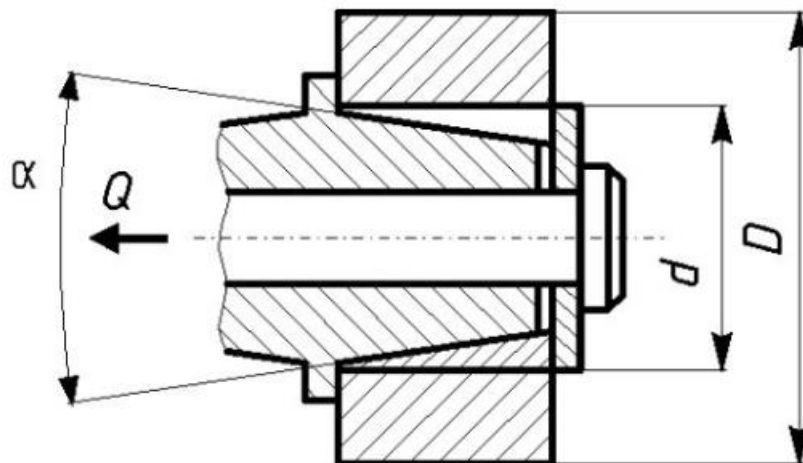


Рисунок. 4.11 - Схема установки оправки з розрізною втулкою[30]

$$Q = K \frac{P_z \cdot D}{f \cdot d} \left[\operatorname{tg} \left(\frac{\alpha}{2} + \varphi \right) + f \right]$$

Де, $K=1,5$ — коефіцієнт запасу; D – діаметр заготовки, d — внутрішній діаметр в місці закріплення ; f — коефіцієнт тертя між заготовкою і оправкою (при закріпленні заготовок гладкою оправкою $f=0,15$, α – кут конусу; $\varphi = 0,4$ коефіцієнт тертя з торцевою поверхнею оправки

$$Q = 1,5 \frac{2596,51 \cdot 315}{0,15 \cdot 60} \left[\operatorname{tg} \left(\frac{8,13}{2} + 0,4 \right) + 0,15 \right] = 5,19 \text{ кН}$$

Розділ 5 Перевірка торцевої фрези на міцність

Вихідні дані :

Матеріал оброблюваної заготовки – 40Х

Межа міцності заготовки σ_B –980, МПа

Ширина оброблюваної поверхні заготовки $B=225$ мм

Довжина оброблюваної поверхні заготовки $L = 600$, мм

Тип верстату – вертикально фрезерний HAAS VF-6/50

5.1 Розрахунок сили різання при обробці цією фрезою

При обробленні заготовки/деталі інструментом, виникають сили різання (сили тиску і сили тертя), які діють на різальну частину. Всі сили зводяться до однієї, рівнодіючої сили. Для розрахунків використовують складові рівнодіючої сили, які діють по трьох осях: P_z – вертикальна складова сили різання, діє в площині різання; P_y – радіальна складова сили різання, діє в горизонтальній площині; P_x – осьова складова сили різання, діє вздовж осі X, паралельно до заготовки. Для того, щоб визначити як на інструмент впливають сили різання, проведемо аналіз напружено-деформованого стану,. Під час аналізу розглянемо основний випадки напружено-деформованого стану:

Сила різання розраховується за наступною формулою

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n_d^w} \cdot K_{mp}$$

Де $C_p = 825$; $t = 8$ мм ; $S_z = 0,3$; $x = 1.0$; $B = 225$; $y = 0.4$; , $u = 0,2$; $z = 14$ - ; $D = 315$ мм ; $q = 1.3$, $n_d = 37.64$; $w = 0$; $K_{mp} = 0.6$; [32]

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 8^1 \cdot 0.3^{0.4} \cdot 225^{0.2} \cdot 14}{315^{1.3} \cdot 37.64^0} \cdot 0.6 = 571.87 \text{ Н}$$

Крутний момент на шпинделі [32]

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000} = \frac{571,87 \cdot 315}{2000} = 90 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Ефективна потужність різання [32]

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{571,87 \cdot 37,23}{1020 \cdot 60} = 3,47 \text{ кВт}$$

Потужності верстата HAAS VF-6/50 становить 22 кВт, а отже, даний режим різання може буде реалізований за допомогою цього верстату.

5.2 Аналітичний розрахунок міцності інструменту

Для спрощення розрахунків, представимо фрезу під час роботи як жорстко закріплену балку з одного кінця, а з іншого боку, прикладемо головну силу різання P_z

$$P_f = 686 \text{ Н}$$

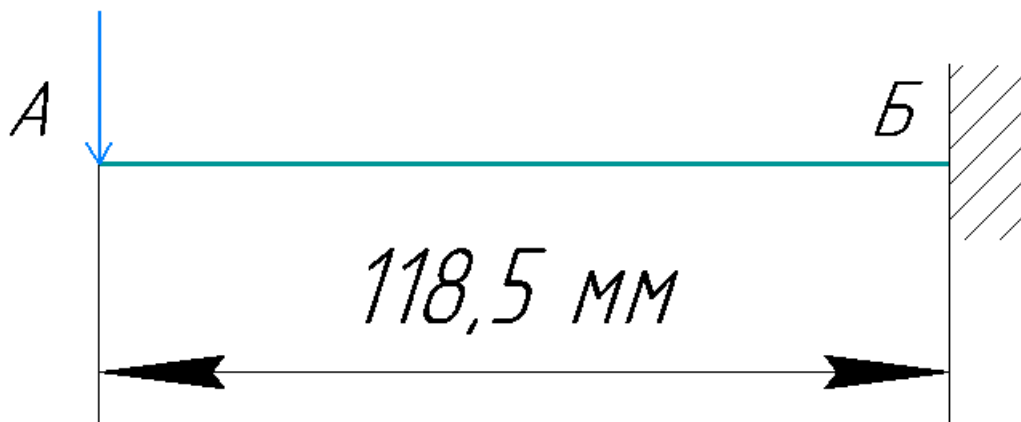


Рисунок 5.1 - Схема навантаження балки

Для безпечного використання фрези, необхідно щоб виконувалася наступна умова :

$$\sigma_{оп} = k_{зап} \frac{M_{пр}}{W} \leq [\sigma] = 1660 \text{ МПа}$$

Де, $M_{пр}$ – момент, що діє на інструмент ;

W – момент перерізу.

$K_{\text{зап}}$ – коефіцієнт запасу, 1.5

Розрахуємо момент за наступним співвідношенням :

$$M_{\text{пр}} = \sqrt{M_{\text{зг}}^2 + M_{\text{кр}}^2}$$

Де, $M_{\text{зг}}$ – згинаючий момент;

$M_{\text{кр}}$ – крутний момент.

Згинаючий момент знаходиться за наступним співвідношенням :

$$M_{\text{зг}} = P_l l_{\text{рч}}$$

Де, P_r – сила різання;

$l_{\text{рч}}$ – довжина робочої частини

Силу різання знаходимо за наступним співвідношенням :

$$P_r = 1.2 P_z = 1.2 \cdot 571.87 = 686.24 \text{ Н}$$

Перевірку на міцність будемо проводити у аналітичним методом по методиці викладеній в [36]

Тоді

$$M_{\text{зг}} = 686,24 \cdot 0,1185 = 81,31 \text{ Нм}$$

Отримаємо,

$$M_{\text{пр}} = \sqrt{81,31^2 + 90^2} = 121,29 \text{ Нм}$$

Далі розрахуємо момент опору перерізу за формулою :

$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{3,18 \cdot 16^2}{6} = 135.68 \text{ мм}^3$$

Отже,

$$\sigma_{\text{оп}} = k_{\text{зап}} \frac{M_{\text{пр}}}{W} = 1139 \text{ МПа} \leq [\sigma] = 1660 \text{ МПа}$$

Умова міцності виконується, а отже, фреза витримає задане навантаження без руйнування твердосплавної пластини.

Висновки

В результаті виконання дипломного проєкту було розроблено конструкцію збірної торцевої фрези для оброблення прямокутних уступів деталей з легованих сталей профілю. Вона складається з корпусу, 14-ти твердосплавних трьох граних пластин та кріпильних винтів. В якості матеріалу корпусу було обрано сталь 40Х, а різальні елементи, які кріпляться в корпусі. Спроектовано технологічний процес виготовлення корпусу фрези з використанням сучасного металорізального обладнання та технологічне пристосування – ділильна головка. Виконані перевірочні розрахунки на міцність фрези під час обробки сталі 20Х.

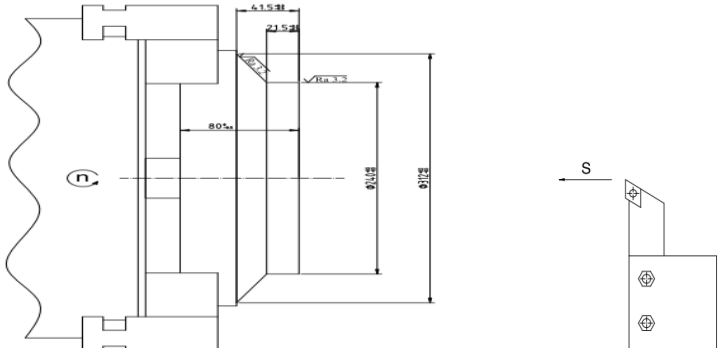
Список використаних джерел

1. https://stud.com.ua/161777/tehnika/metodi_obrobki_ploskih_poverhon
2. Родин П.Р. Основы проектирования режущих инструментов – К. :
Выща шк., 1990-424 с.
3. Аршинов В.А., Алексеев Г.А., М., «Машиностроение», 1967, 500 с.
4. <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/knowledge/milling/pages/face-milling.aspx>
5. <https://classroom.google.com/u/1/c/MTUyODUxMzkxMzg0/m/MTUyODYyMTIwMTEy/details>
6. <https://www.zccct-europe.com/ru/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%8B-%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%B8/%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%86%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B5-%D1%84%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5/>
7. <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/knowledge/milling/pages/up-milling-vs-down-milling.aspx>
8. <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/knowledge/milling/pages/shoulder-milling.aspx>
9. <http://www.skif-m.org/articles/2860-monolitnye-frezy.html>
10. http://www.skif-m.org/uploads/posts/2014-12/1418336515_fotos_img_13_5139_5frezyizagotovk.jpg
11. [https://www.rinscom.com/articles/vidy-kontsevykh-frez/]
12. <https://www.rezec.in.ua/plastiny-napajnye>
13. https://www.alibaba.com/product-detail/Brazed-Carbide-Face-Milling-Cutter_50041489951.html
14. https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/coromill_345/pages/assortment.aspx?tpcleaf=MILF_IND_COR
15. <https://catalog.korloy.com/app/itemGroupList.do>

16. [<https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/knowledge/milling/pages/how-to-choose-cutter-pitch.aspx>]
17. Фельдштейн Е.Э. М.А. Корниевич Металлорежущие инструменты. Справочник конструктора. 2009 1039с
18. <https://metinvest-smc.com/ua/steel/stal-40kh/>
19. http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=32
20. ГОСТ 26595-2014 (ISO 26595-2014) Фрезы торцовые с механическим креплением сменных многогранных пластин
21. ГОСТ 3882-74 Сплавы твердые спеченные. Марки.
22. <https://docs.cntd.ru/document/1200009338>
23. ГОСТ 19043-80 Пластины режущие сменные многогранные твердосплавные трехгранной формы
24. <https://docs.cntd.ru/document/1200009409>
25. Основи формоутворення поверхонь різанням [Електронний ресурс]: підручник для студентів технічних спеціальностей / В.І. Солодкий, Д.О. Красновид, О.А. Плівак. – Електронні текстові дані (1 файл 14,3 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 440 с.
26. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. Справочник технолога-машиностроителя -4-е изд., перераб. И доп. – М. : Машиностроение, 1986. 656.
27. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений . Учебное пособие для учащихся техникумов - 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. Школа, 1980 -240 с.
28. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%96%D0%BB%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B0
29. <http://bcpl.pto.org.ua/index.php/dopomoga/itemlist/category/329-13-frezerni-roboti-z-vikoristannyam-dililnikh-golovok>
30. Проектування та технологічне забезпечення інструментальних систем інженерного дизайну [Електронний ресурс] : Навчальний посібник для

- студентів технічних спеціальностей / В. І. Солодкий, Ю. І. Адаменко, В. В. Вовк, Н. В. Мініцька : КПП ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 9,6 Мбайт). – Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 225 с.
31. <https://thepresentation.ru/informatika/metod-konechnyh-elementov-v-cae-sistemah-1>
32. Безъязычный В.Ф., Аверьянов И.Н., Кордюков А.В. Расчет режимов резания. Учебное пособие – Рыбинск : РГАТА, 2009. – 185 с.
33. https://docs.steinerelectric.com/Sandvik_5742861_Catalog_1.pdf
34. <http://obrobka.pp.ua/143-frezeruvannya-ustupv-pazv.html>
35. <https://ocean.biz.ua/frezy-smennye-plastiny/frezy-koncevye/freza-smoxh-st90-xd11-d26-w25-l150-z03-h>
36. Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський; За ред. Г.С. Писаренка. - 2-ге вид., допов і переробл. - К.: Вища шк., 2004 - 655 с

Додатки

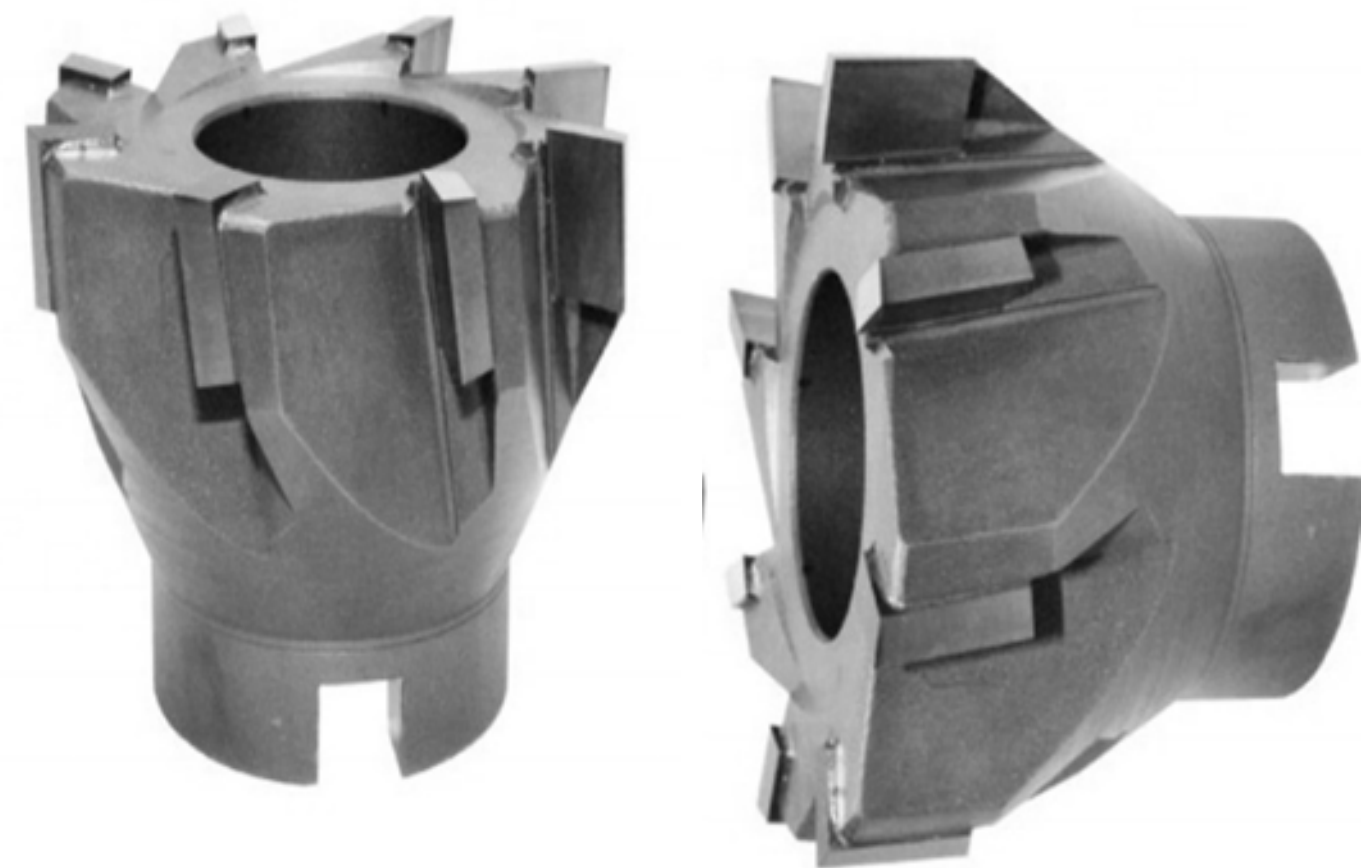
Розробив	Фаринич												
Перевірів	Парненко												
				Інструмент									
				Найменування операції				Матеріал					
				Токарна з ЧПК				Сталь 40Х ГОСТ 1055-88					
				Твердість		ЕВ		Профіль і розміри		МЗ		КОИД	
				Устаткування, пристрій ЧПУ				Позначення програми					
				Двохшпindelний токарний верстат									
				То		Тв		Тп.з.		Гшт		СОЖ	
				1,96									
Р		ПИ	D чи В , мм	L, мм	t, мм	i	S, мм/об	n, Об/хв	v, м/хв				
O01	1.Встановити, закріпити												
T02	Трикулачковий патрон												
O03	2.Точити як показано на ескізі												
T04	Токарний збірний прохідний різець з механічним кріпленням твердоспальной пластини												
T06			20,84	55,5	6	1	0,8	100	96,76				
O07													
T08													
P09													
T10													
OK													

[illegible]

[illegible]

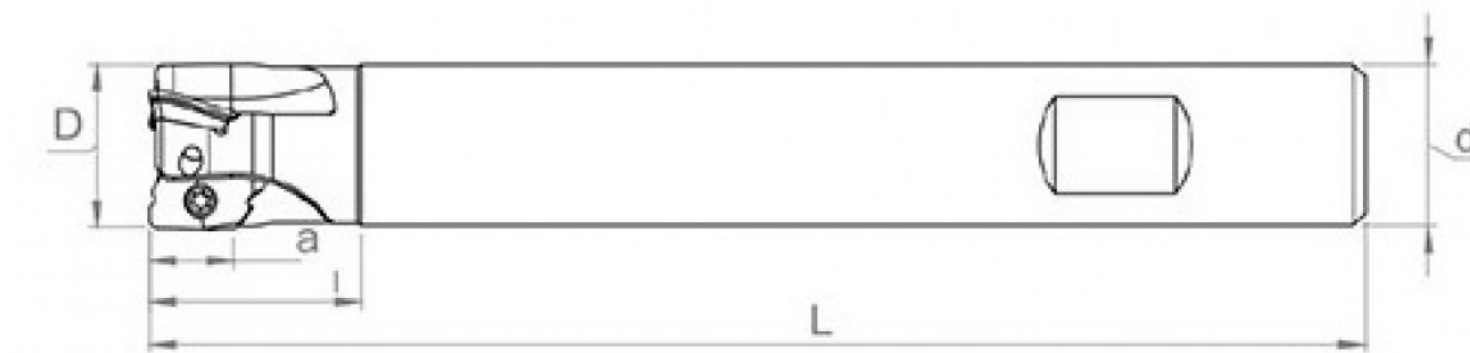
АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ЗБІРНИХ ФРЕЗ

Фреза торцева з напайними пластинами



- незручність зміни пластин
- малий діаметр фрези < 100 мм
- + 90 градусів кут в плані дозволяє обробляти уступ

Фреза кінцева зі змінними пластинами



- + гвинтове кріплення пластин
- + кут в плані 90 градусів
- + висока продуктивність
- малі габарити фрези для поставленого завдання

Способи кріплення пластин

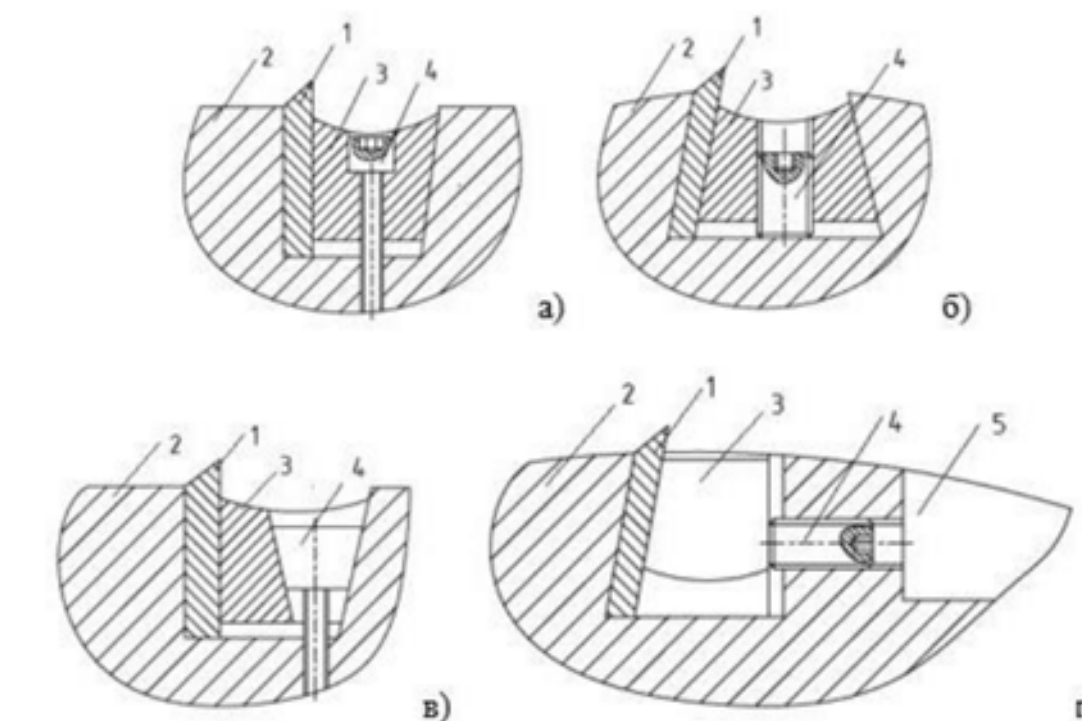
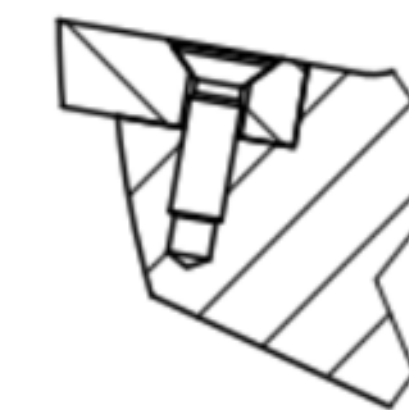
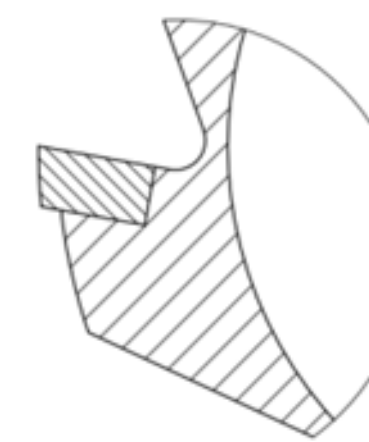
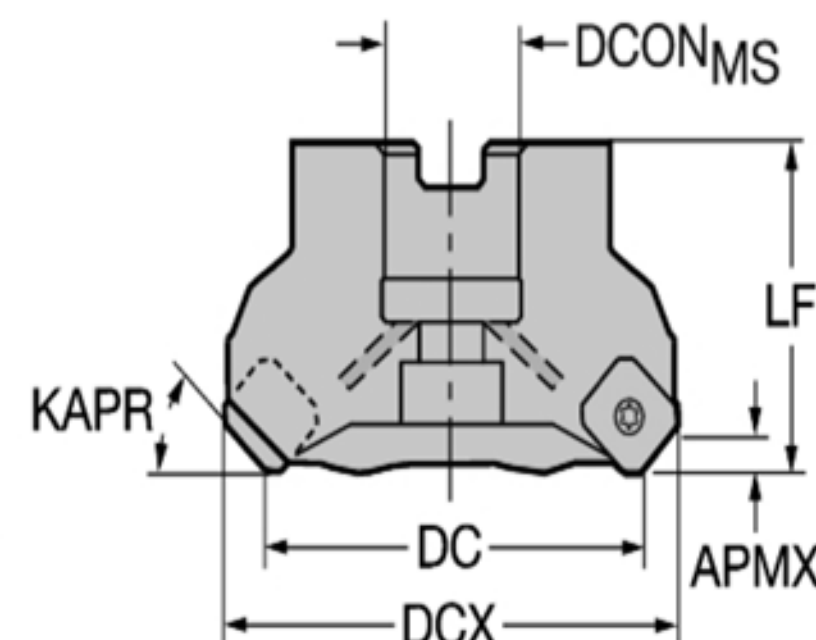


Схема кріплення за допомогою напайвання

Схема кріплення гвинтом

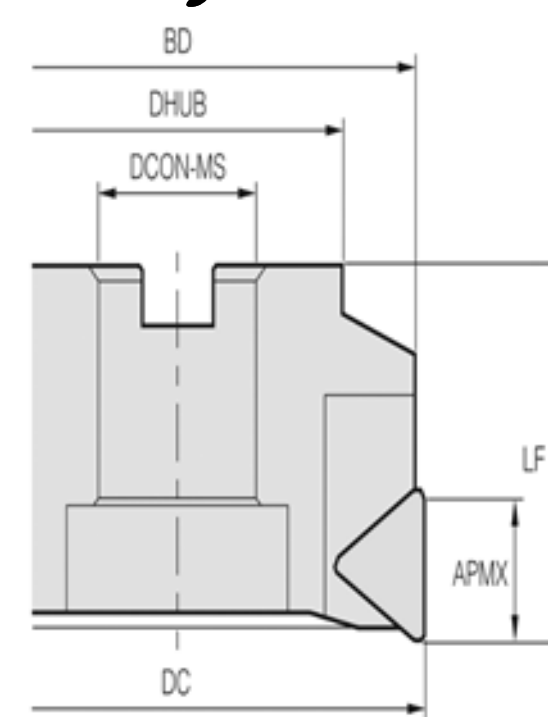
Можливі варіанти закріплення клином

Фреза торцева Sandvik Coromill 345



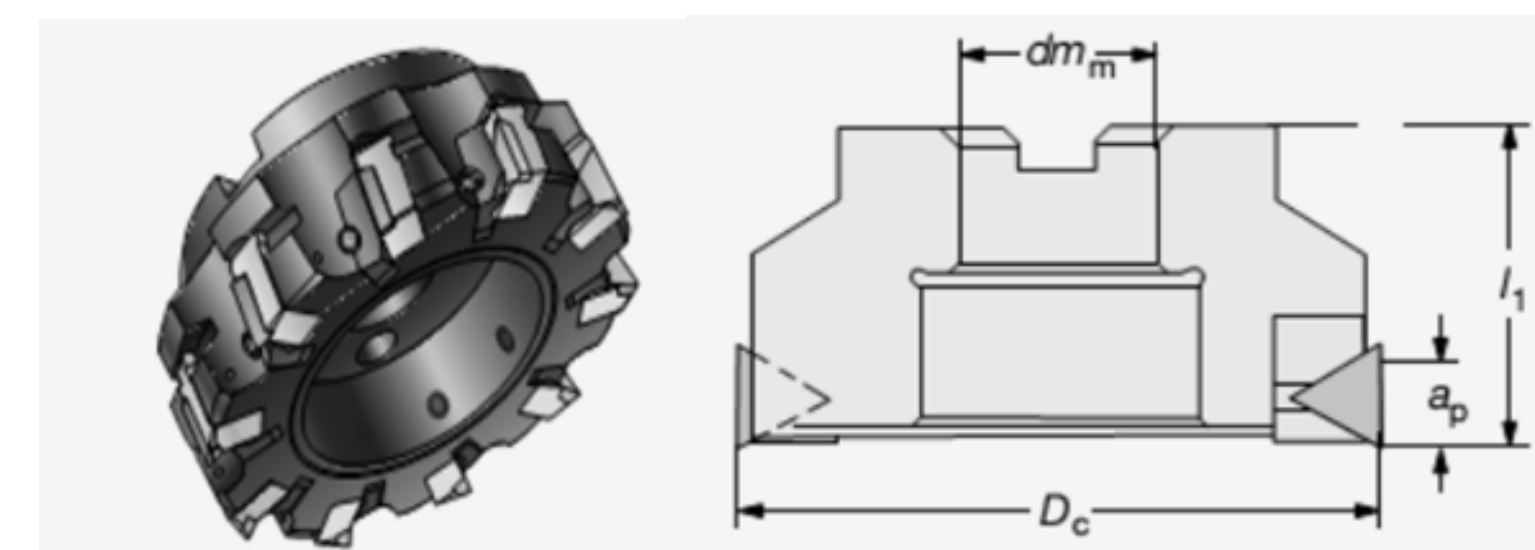
- кут в плані 45 градусів не дозволяє фрезерувати уступ
- + висока продуктивність
- + легко змінні пластини
- + універсальність

Фреза торцева Korloy MaxMill



- + кут в плані 90 градусів дозволяє фрезерувати уступ
- + механічне кріплення пластин клином
- + висока глибина різання 15 мм
- замалий діаметр фрези

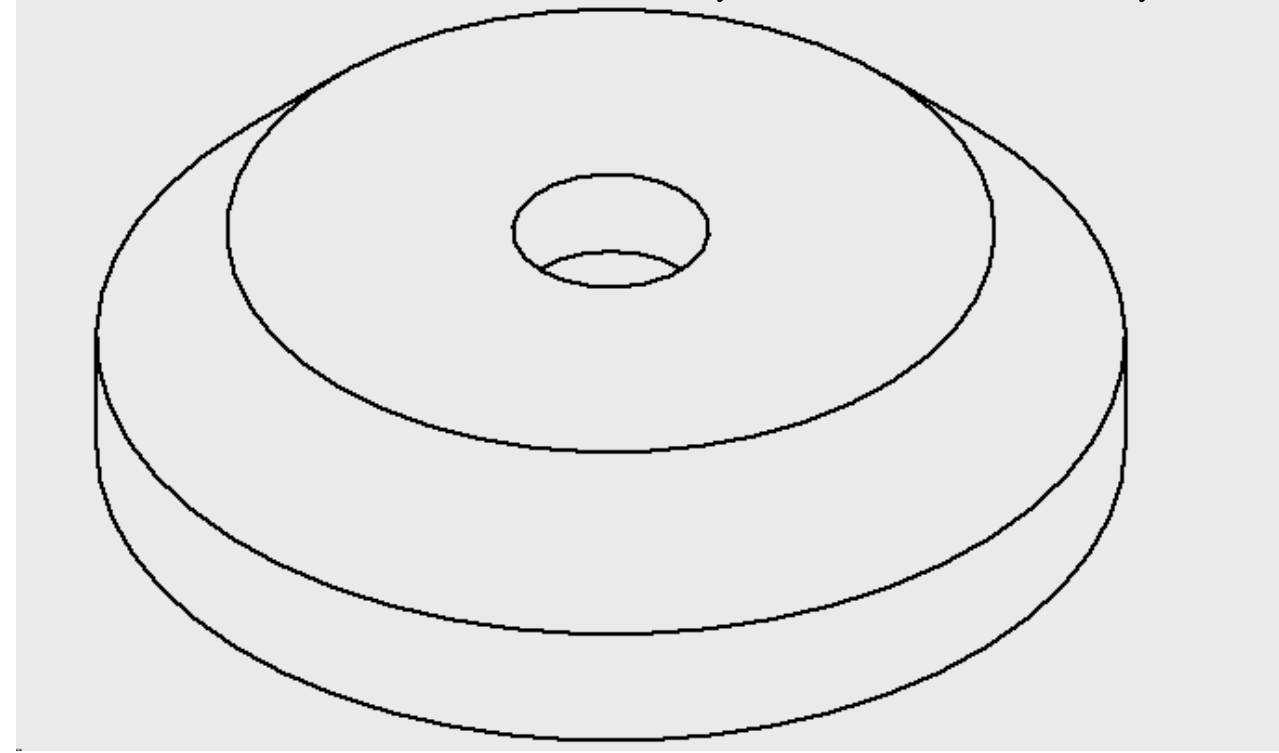
Запропонована конструкція



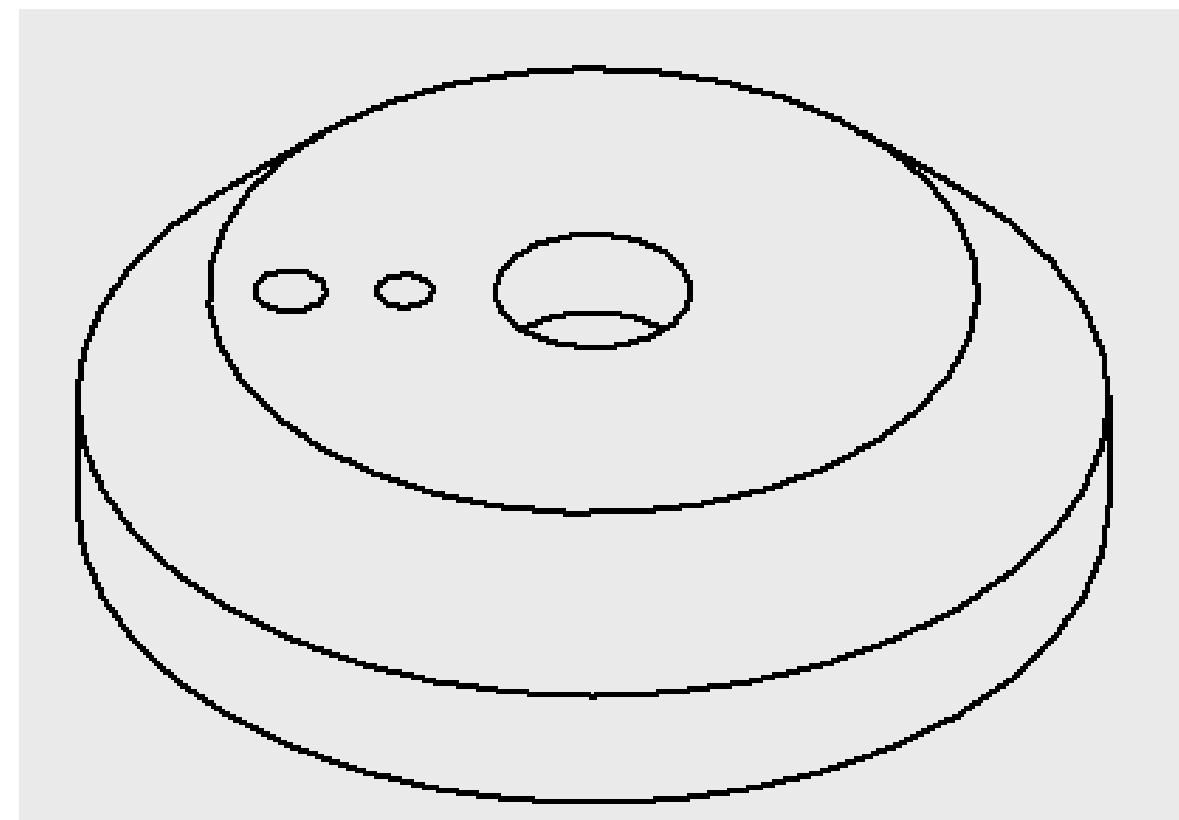
Запропонована конструкція аналогічна до фрез лінійки Sandvik ModulMill з головним кутом в плані рівним 90 градусам, трьохгранною пластиною, діаметром 315 мм та 14 зубами чудово підійде для фрезерування уступу шириною 220 мм

Побудова 3D моделі корпусу торцевої фрези

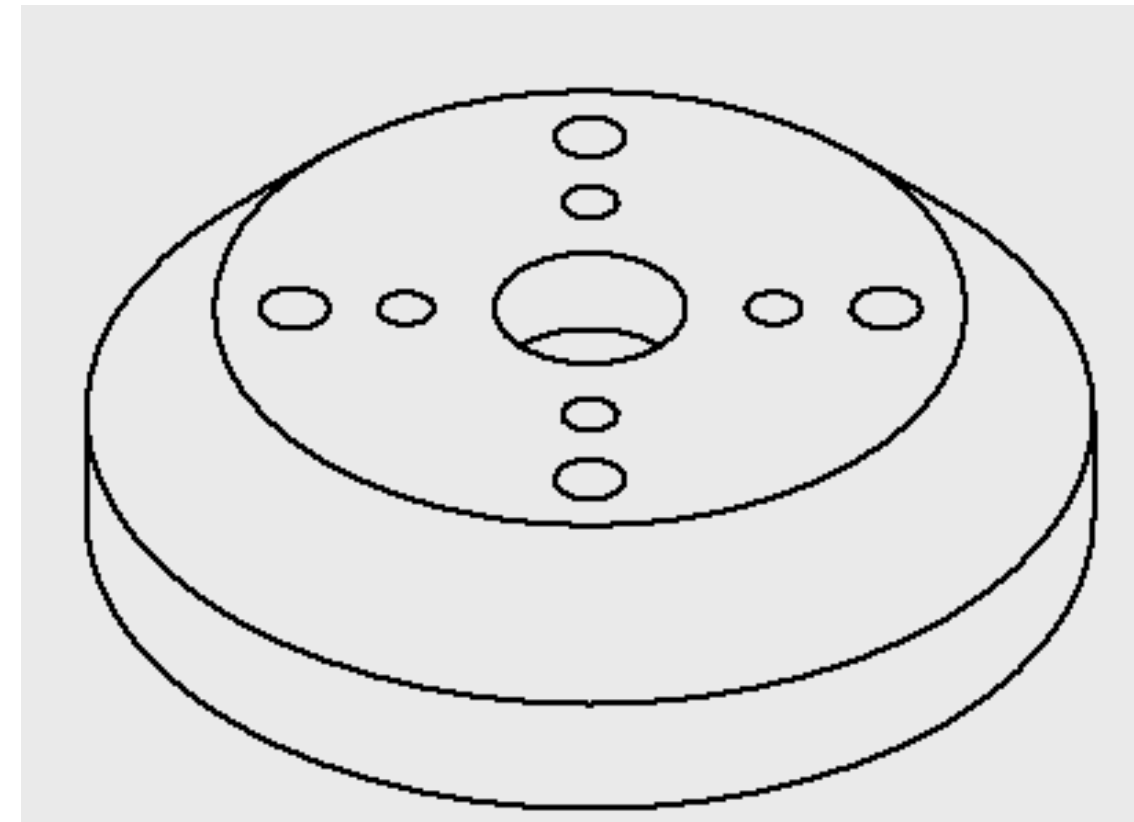
1. За допомогою обертання створимо заготовку



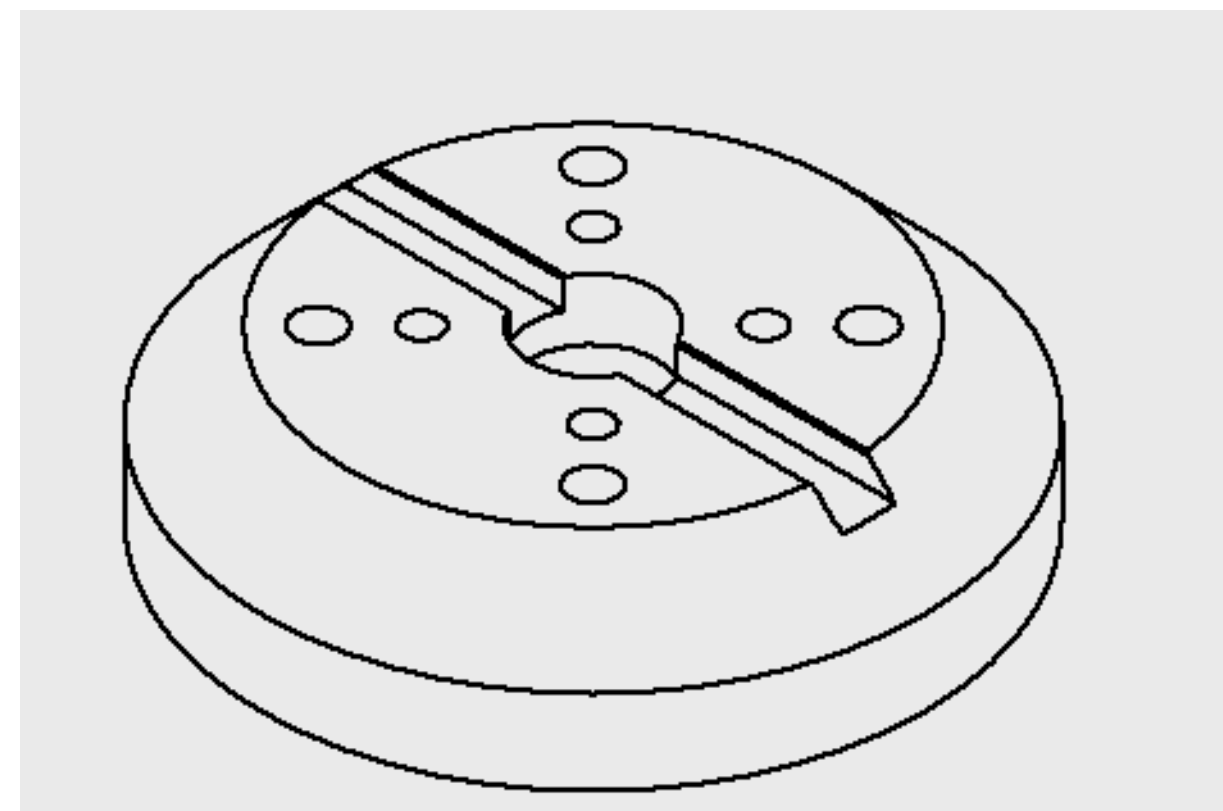
2. Створення наскрізних отворів різних діаметрів



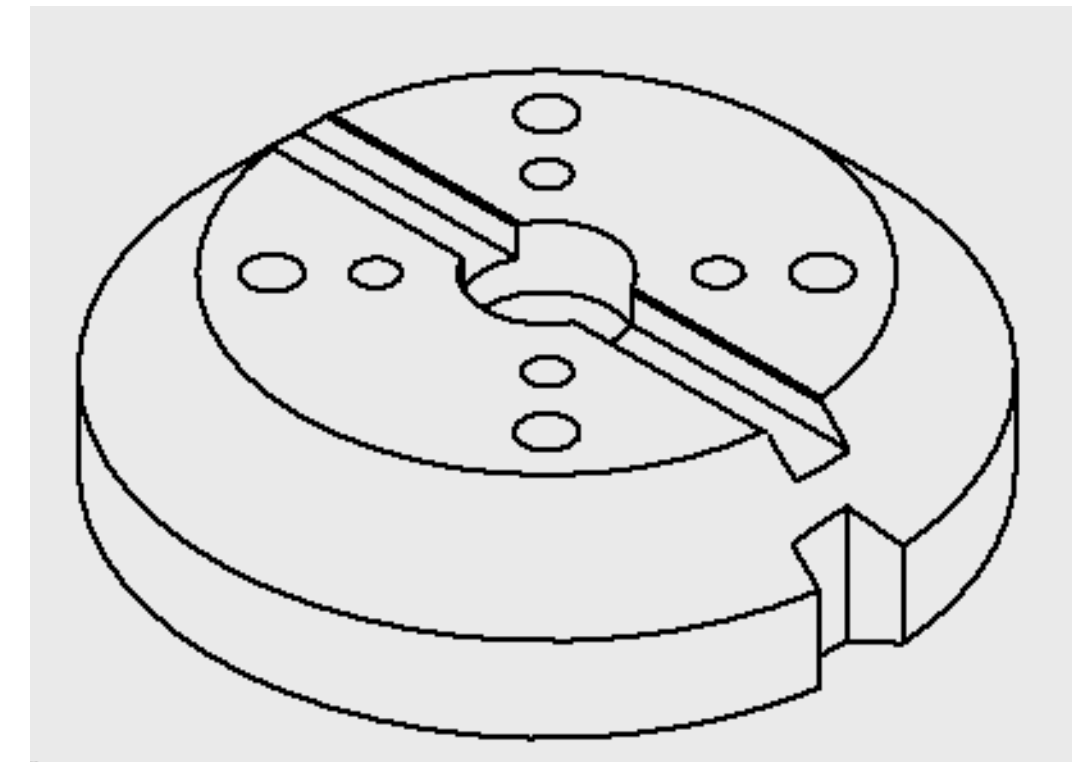
3. Створення масиву отворів з кроку №2



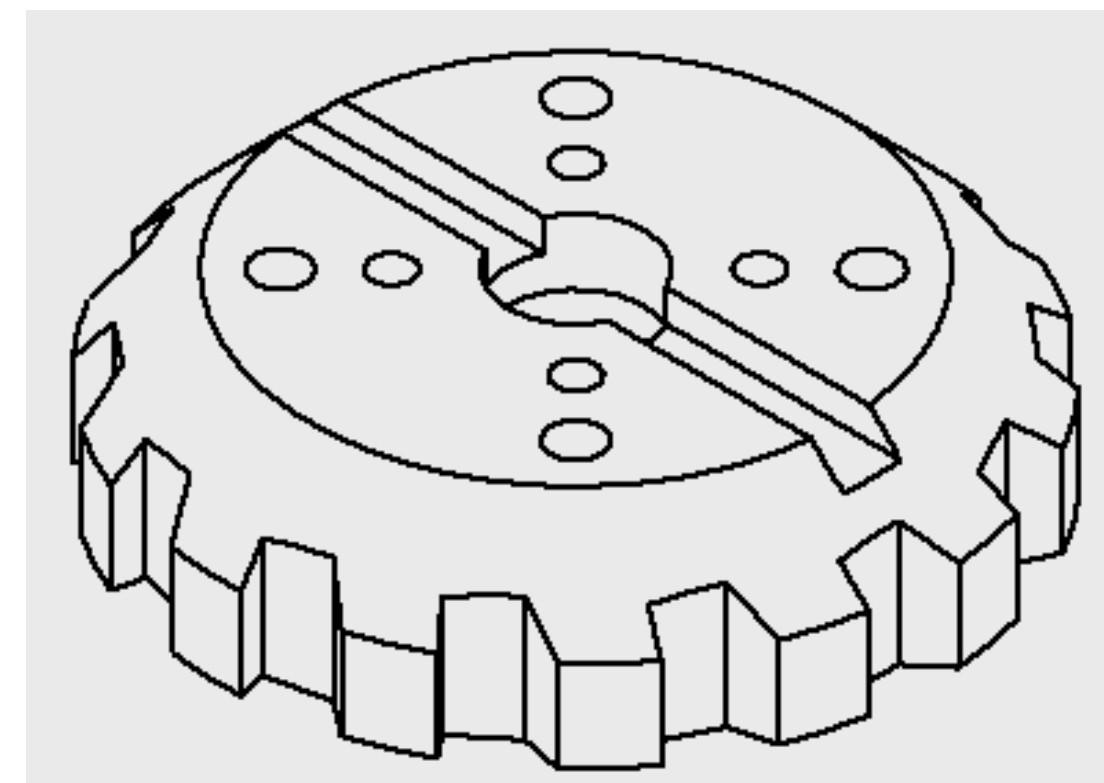
4. Створення пазу видавлюванням



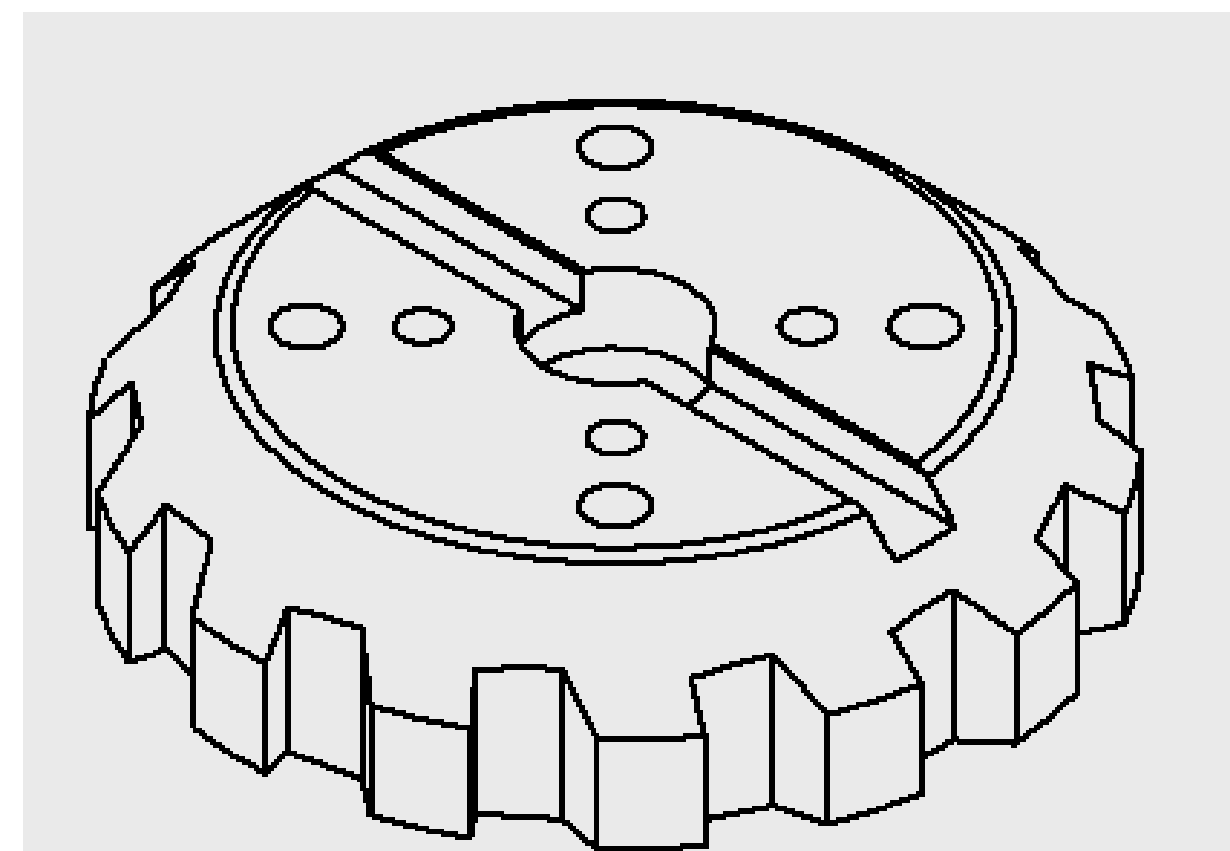
5. Видавлювання канавки



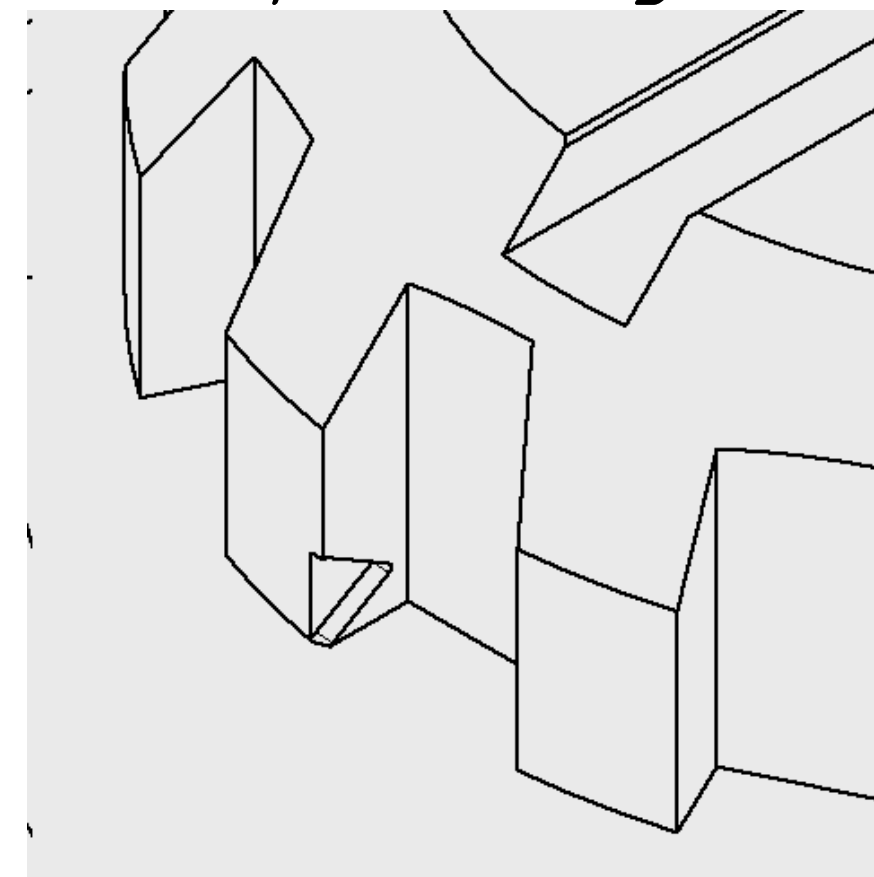
6. Створення масиву з 14-ти канавок



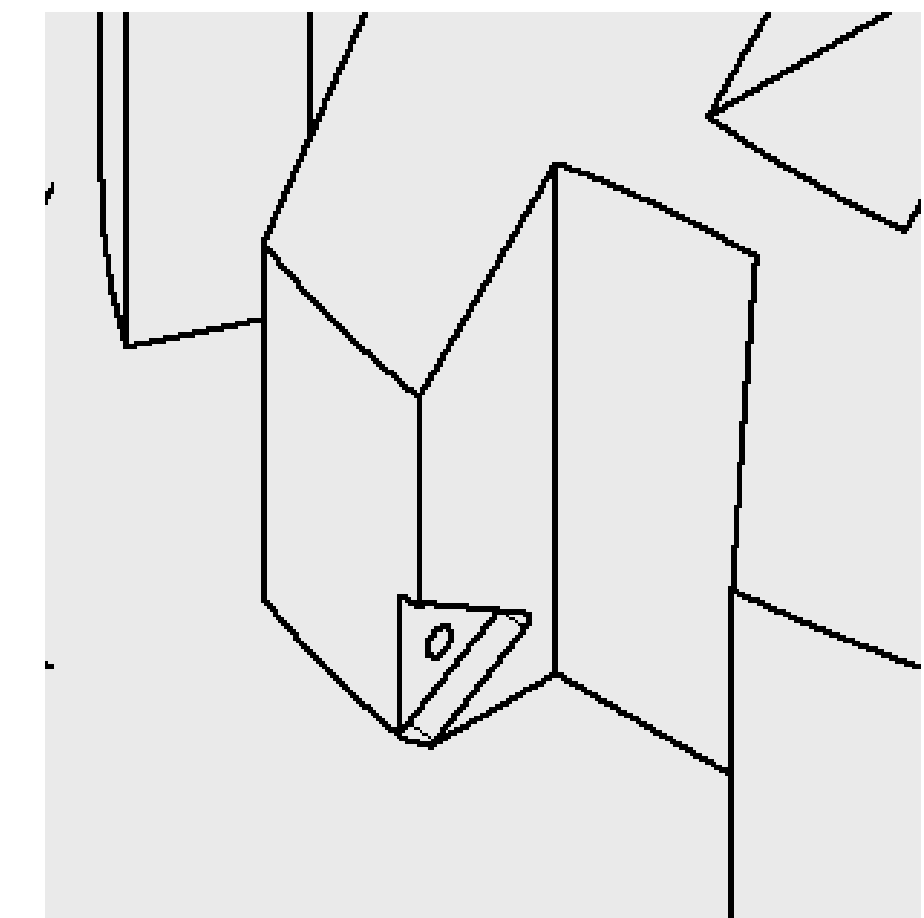
7. Фаски



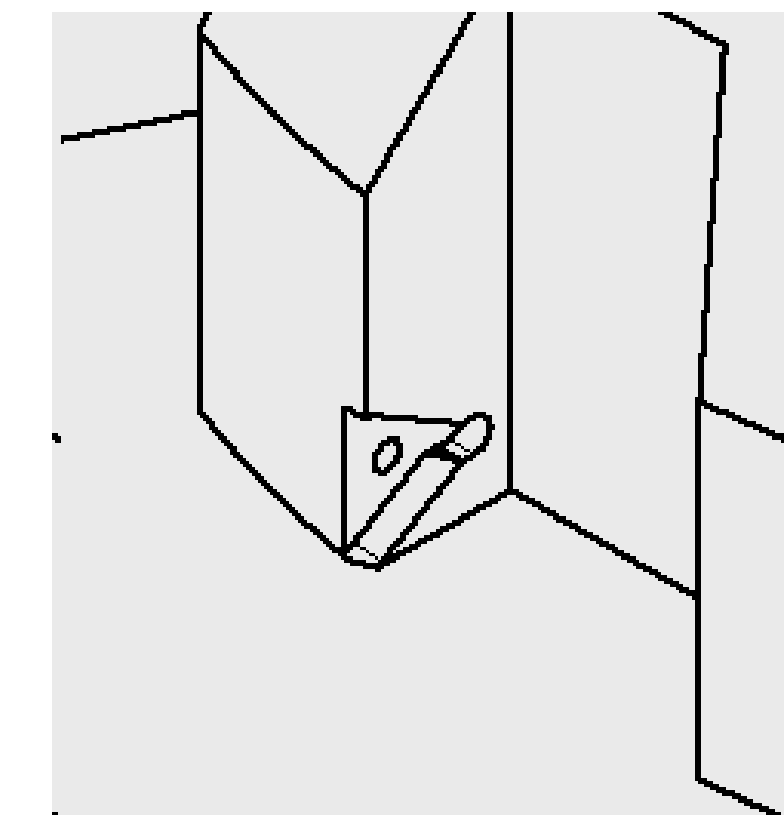
8. За допомогою "комбінування" видавлюємо паз під твердосплавну пластину



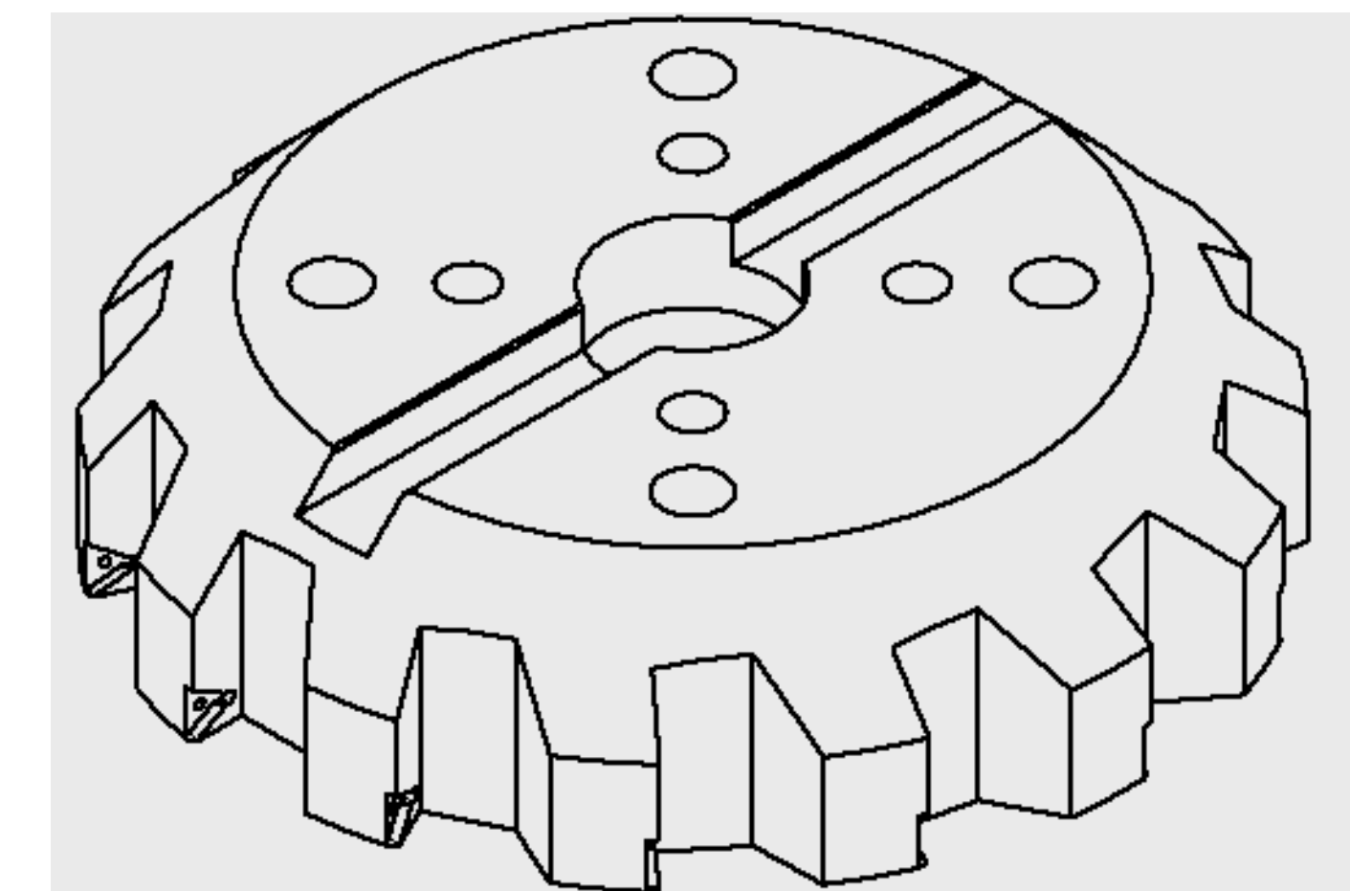
9. Видавлюємо отвір з різьбою M4



10. Видавлюємо отвір для виходу фрези

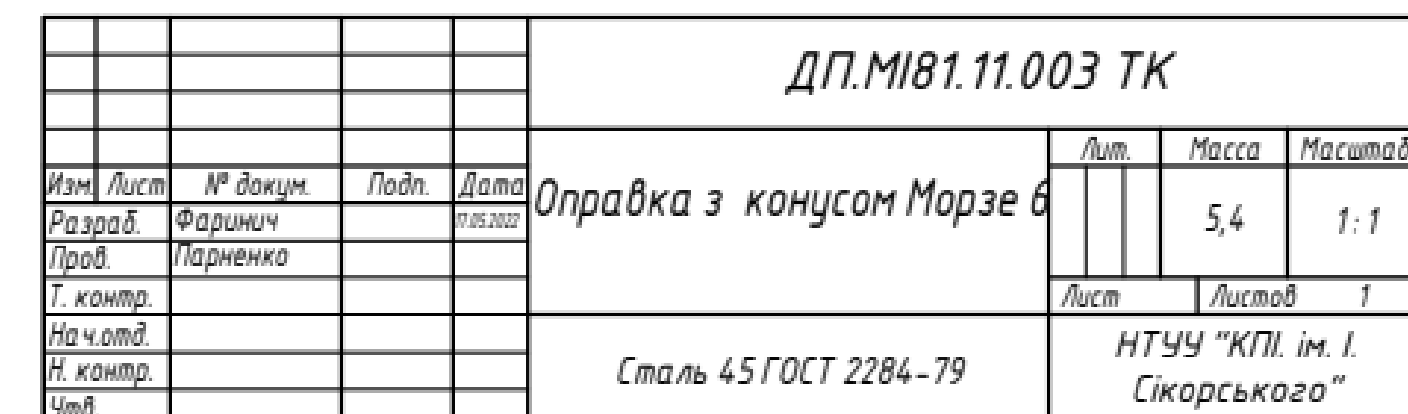


11. Створюємо масив з пазів і отворів
Модель корпусу готова

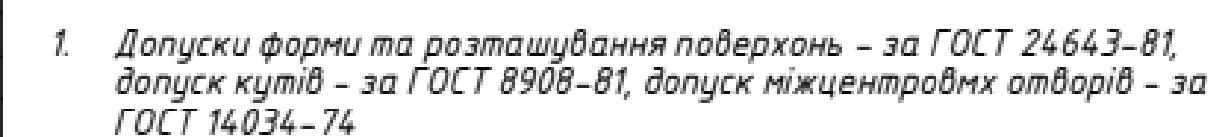


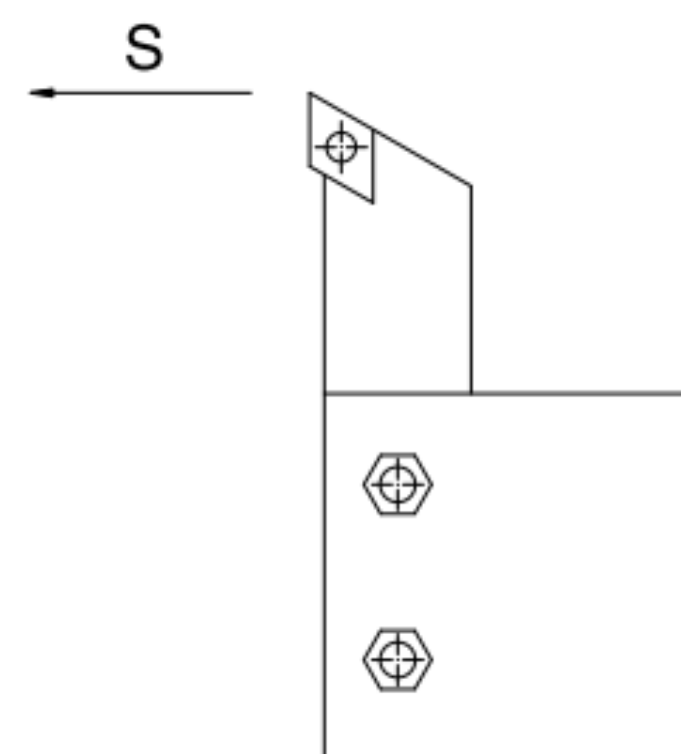


မူရင်း N_0 ကုဏ္ဍိက	ကွက်စဉ် n ကုဏ္ဍိက	ဒီဇင်ဘာ n မှ $n+1$ N_n	N_{n+1} နှစ်စဉ်	ကွက်စဉ် n စီမံကဏ္ဍ

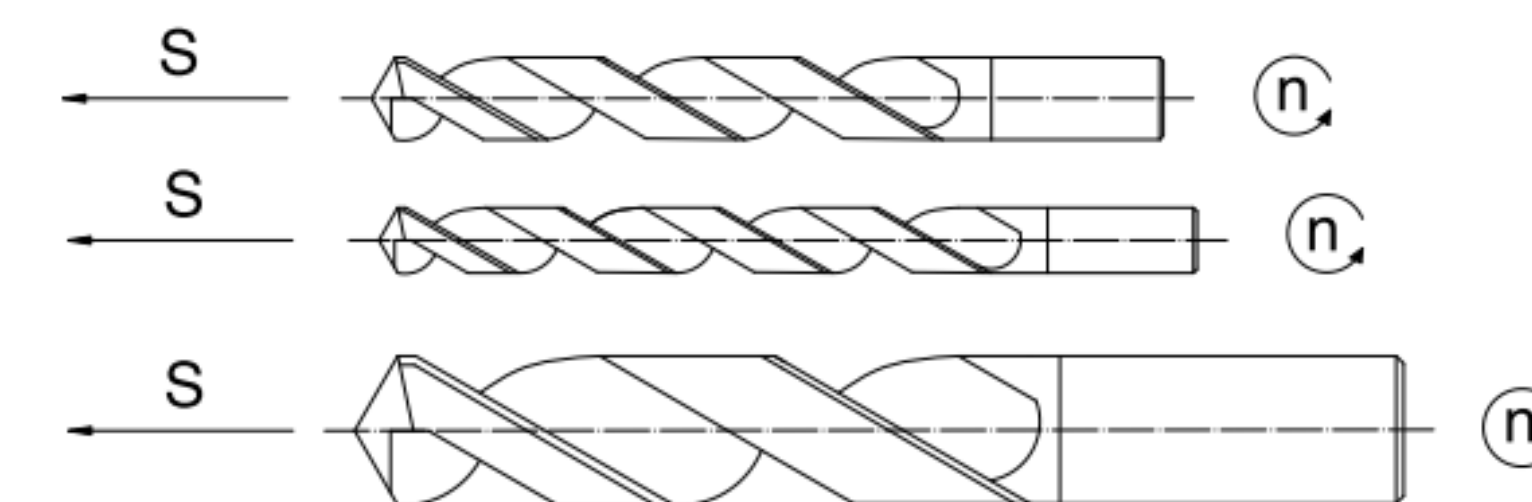
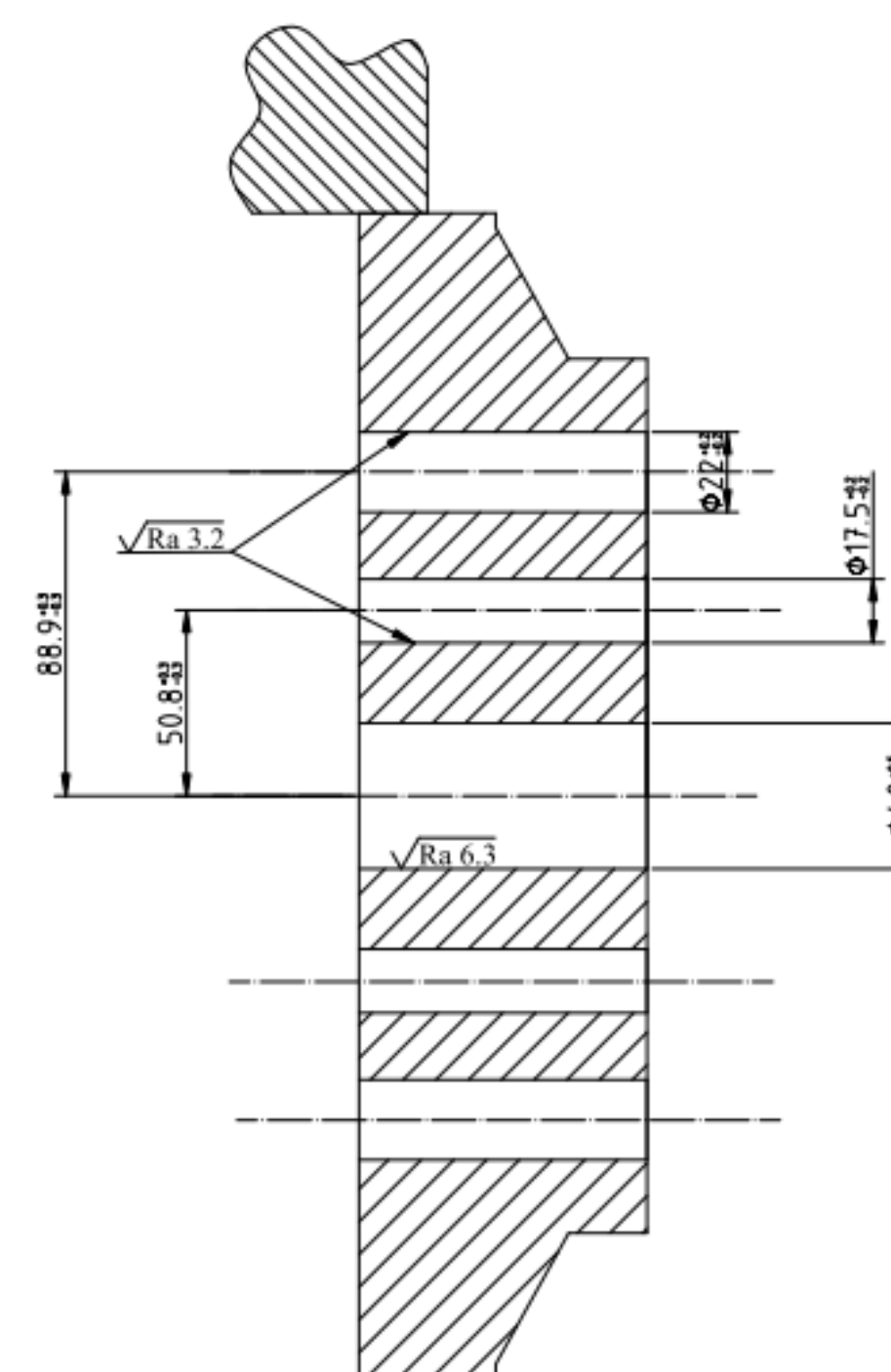
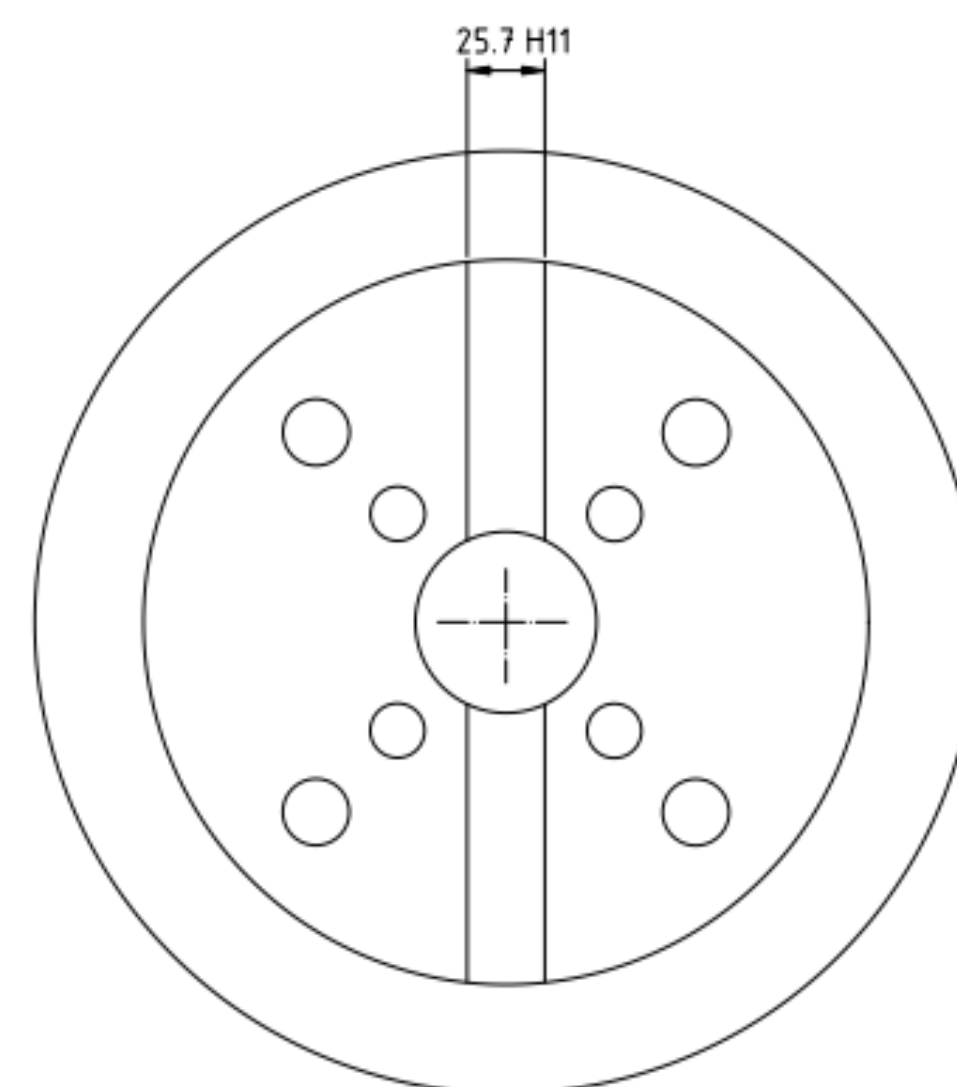


ДП.МІ81.11.002 ТП				
м.п. 2022	Фреза торцева зі змінними пластинами	Лист	Маса	Масштаб
			3,9	1:2
		Лист	Листов	1
		НТУУ "КПІ ім. І.Сікорського"		

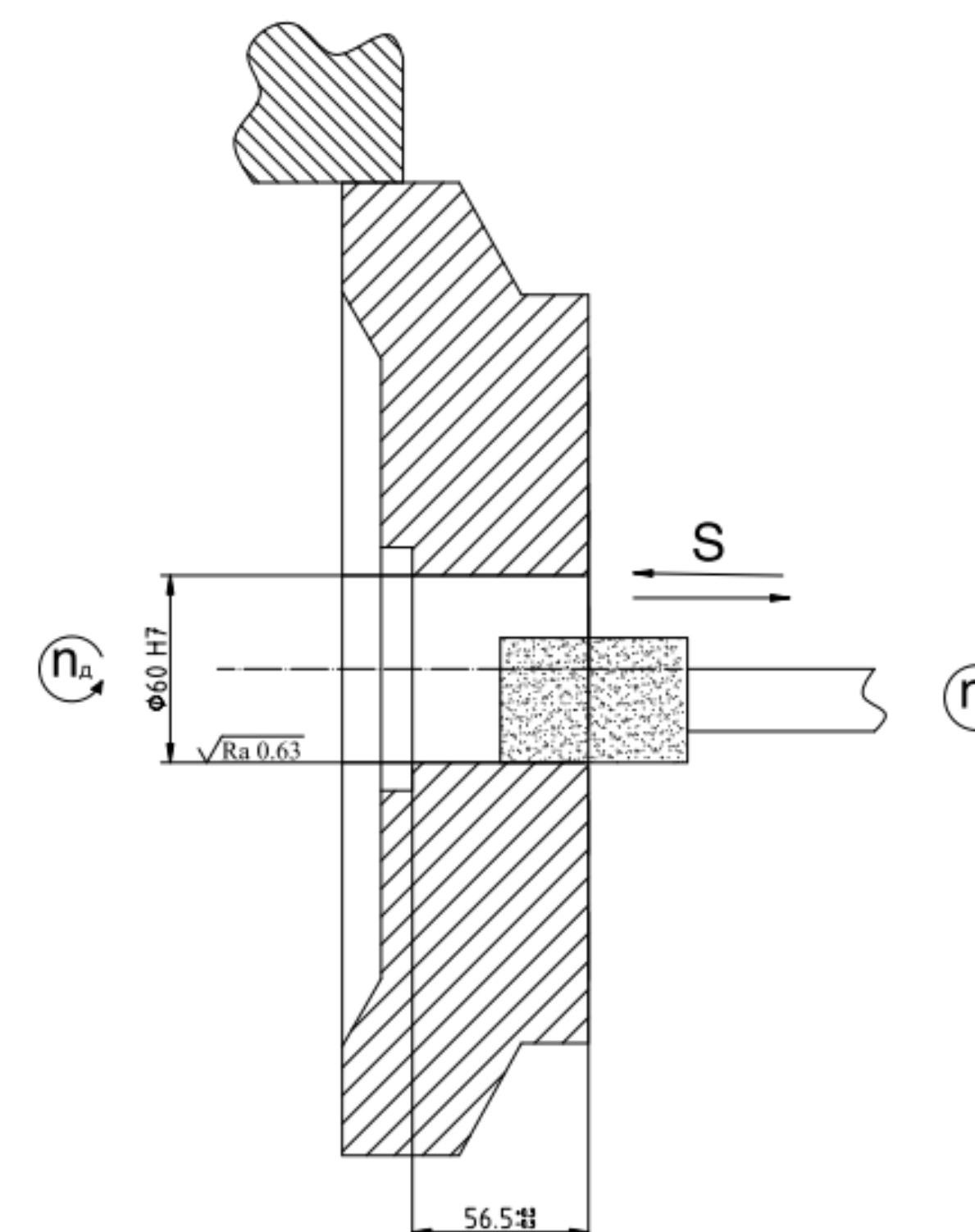
[illegible]



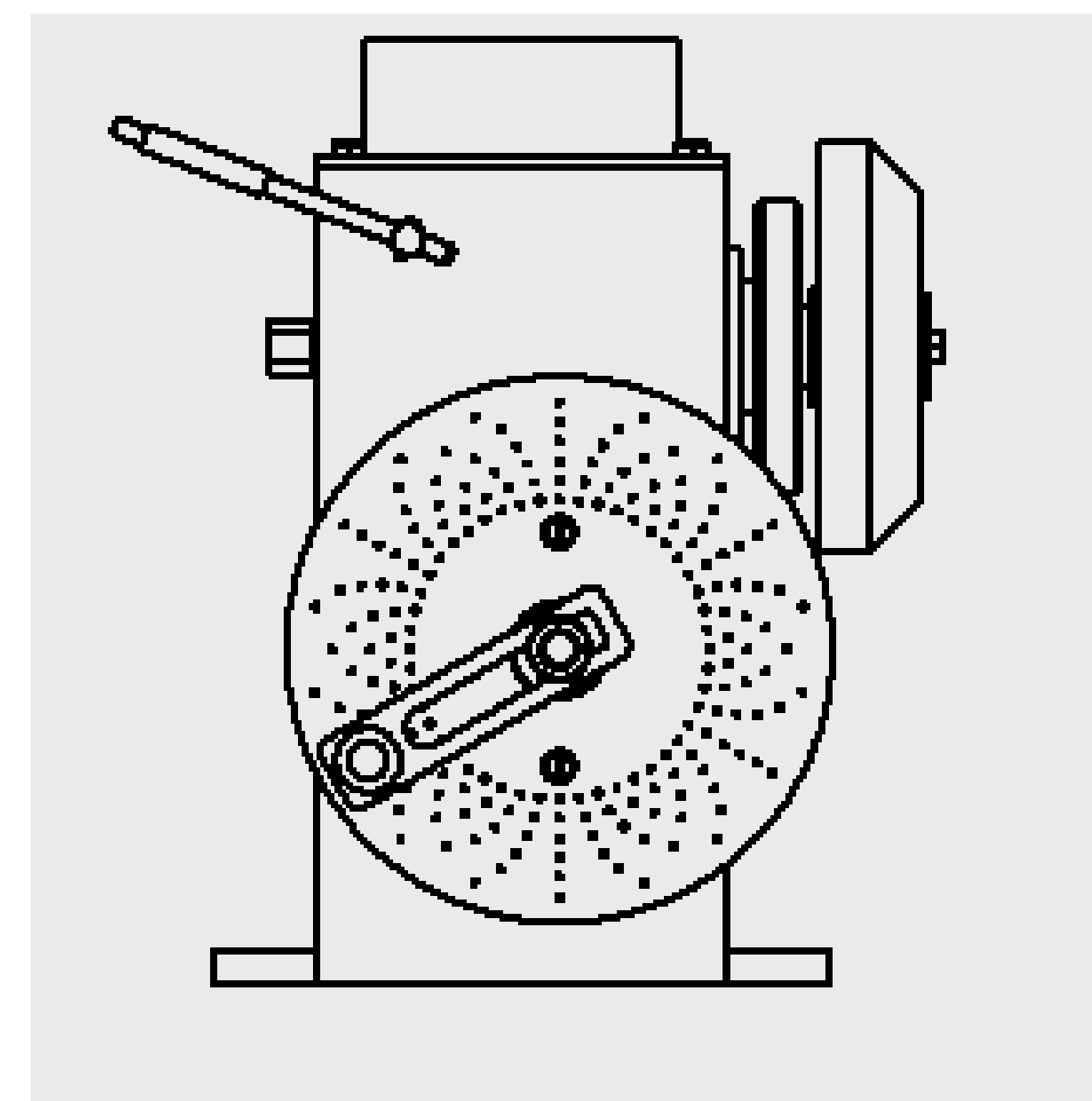
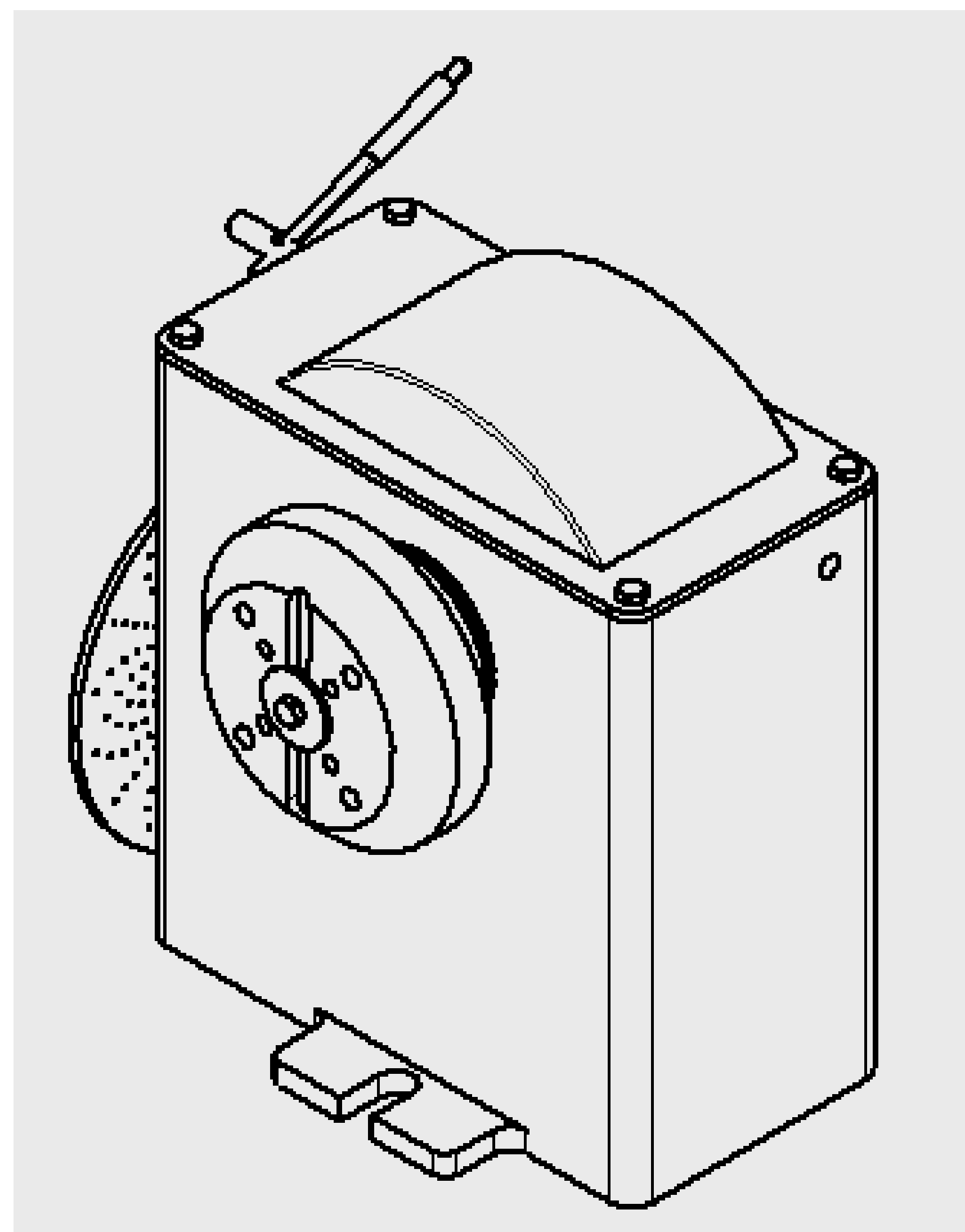
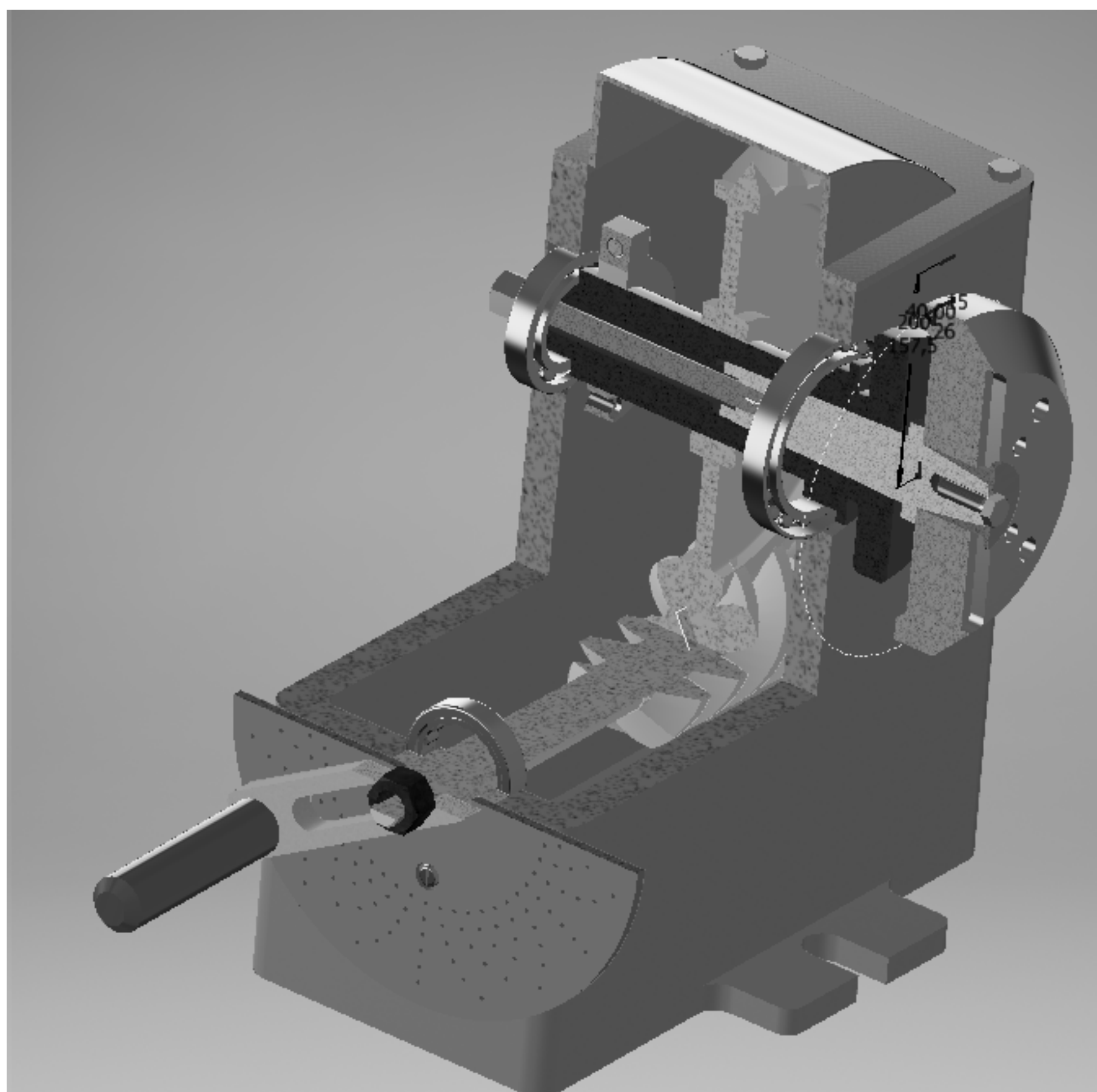
					ДП.МІ81.11.010 ТК					
					010 Точіння	Лист		Маса	Настійка	
Умт	Лист	№ докум.		Подп.		Дата				1:2
Разраб	Фаринич Д.О.									
Пробв	Парченко В.С.									
						Лист		Листов		
						НТУУ "КПі ім. І. Сікорського"				

[illegible]

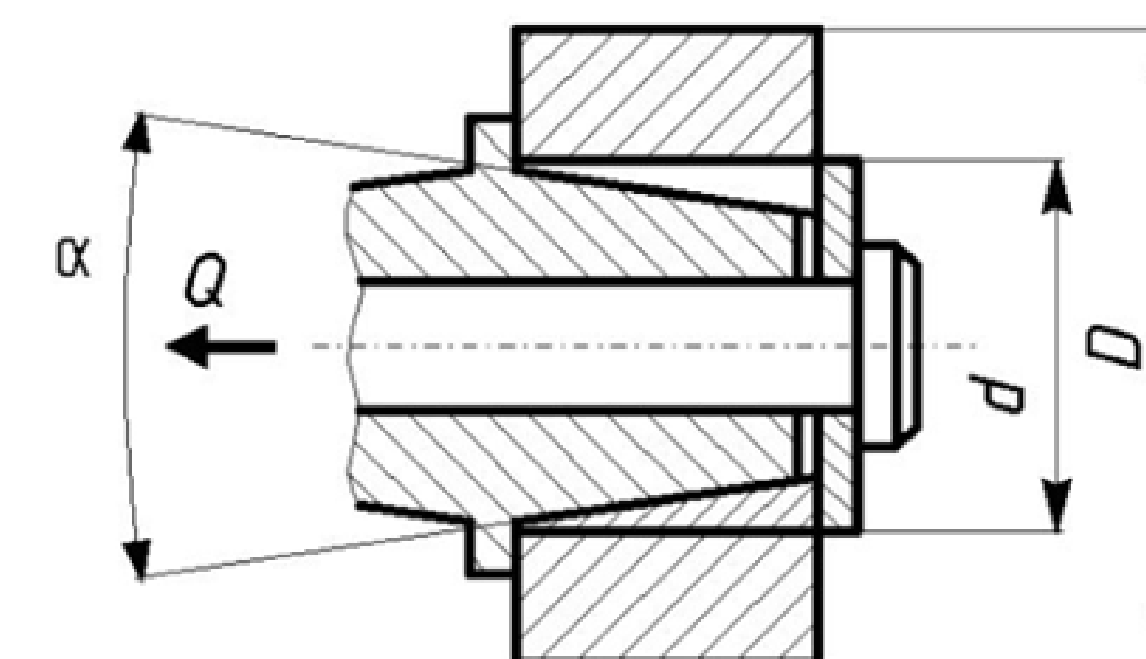
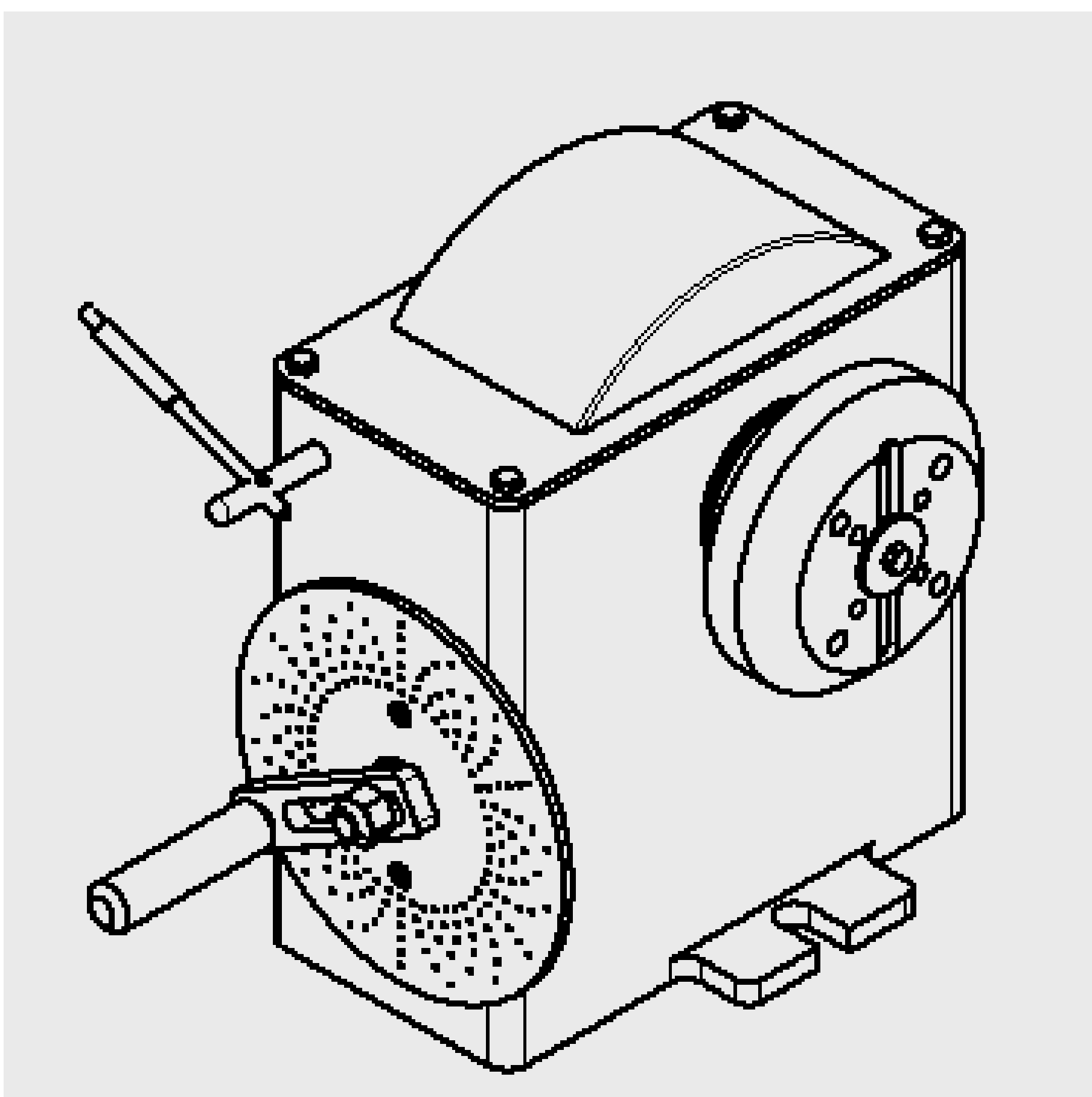
					ДП.МІ81.11.009 ТК				
					025	Лист	Масса	Начисл.	
Изн Лист	№ докум.	Подп.	Дата						1:2.5
Разраб.	Фаринич Д.О.								
Проб.	Парненко В.С.				Фрезерування				
						Лист	Листов		
						НТУУ "КПІ ім. І. Сікорського"			

[illegible]

Конструкторський розділ



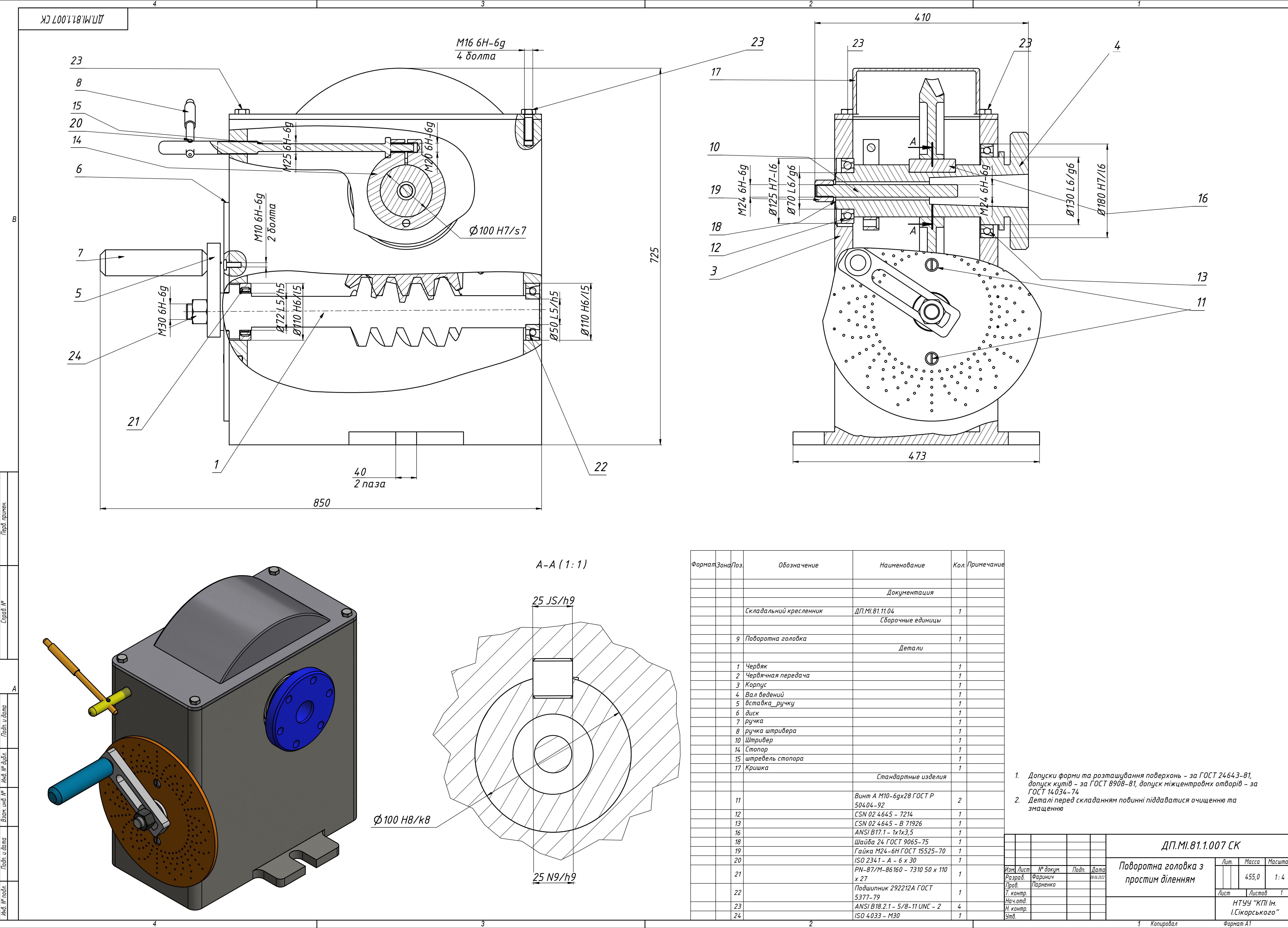
Розрахуємо силу зажиму заготовки



$$Q = K \frac{P_z \cdot D}{f \cdot d} \left[\operatorname{tg} \left(\frac{\alpha}{2} + \varphi \right) + f \right]$$

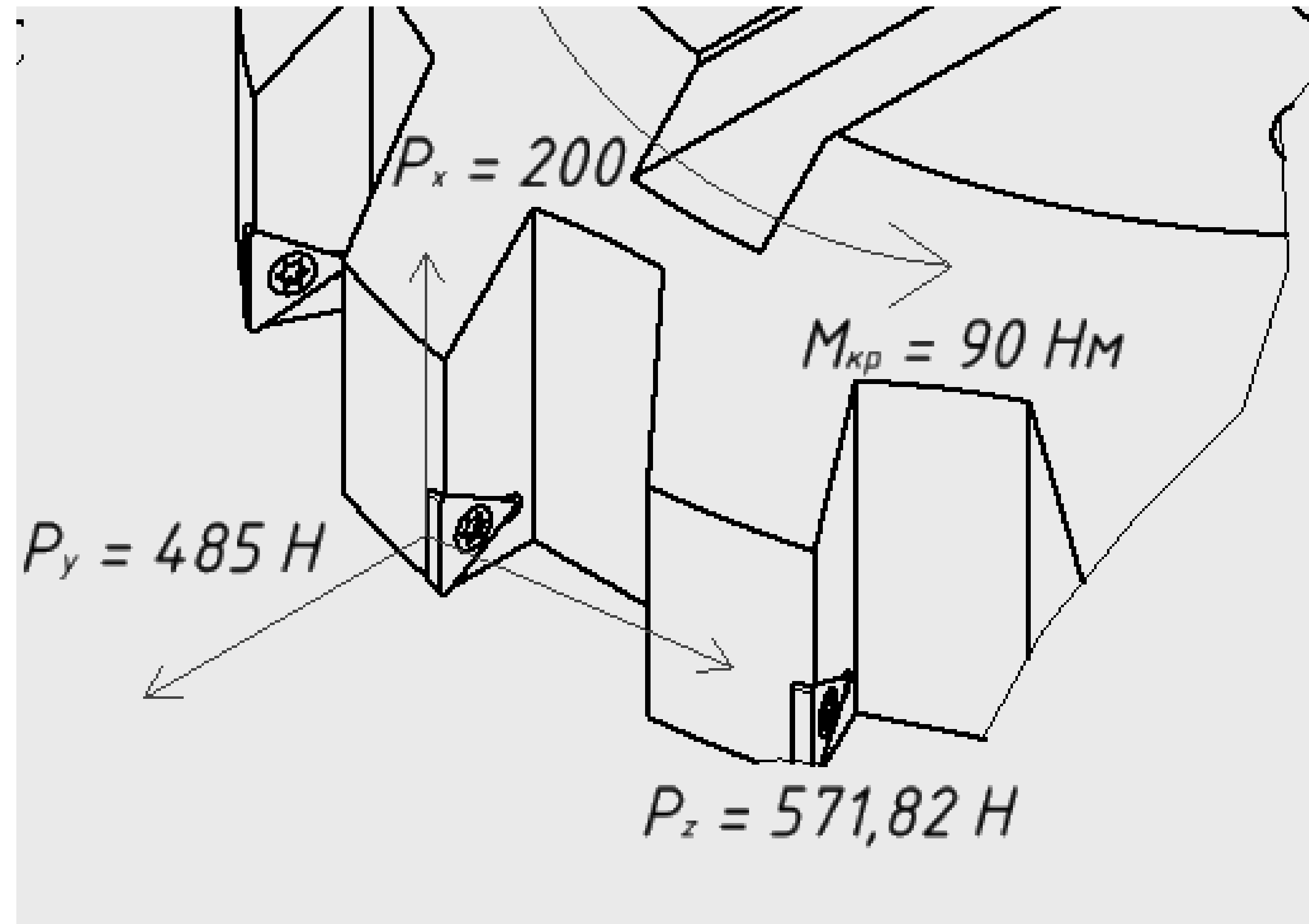
Де, $K=1,5$ — коефіцієнт запасу; D — діаметр заготовки; d — внутрішній діаметр в місці закріплення; f — коефіцієнт тертя між заготовкою і оправкою (при закріпленні заготовок гладкою оправкою $f=0,15$, α — кут конусу; $\varphi = 0,4$ коефіцієнт тертя з торцевою поверхнею оправки

$$Q = 1,5 \frac{2596,51 \cdot 315}{0,15 \cdot 60} \left[\operatorname{tg} \left(\frac{8,13}{2} + 0,4 \right) + 0,15 \right] = 5,19 \text{ кН}$$

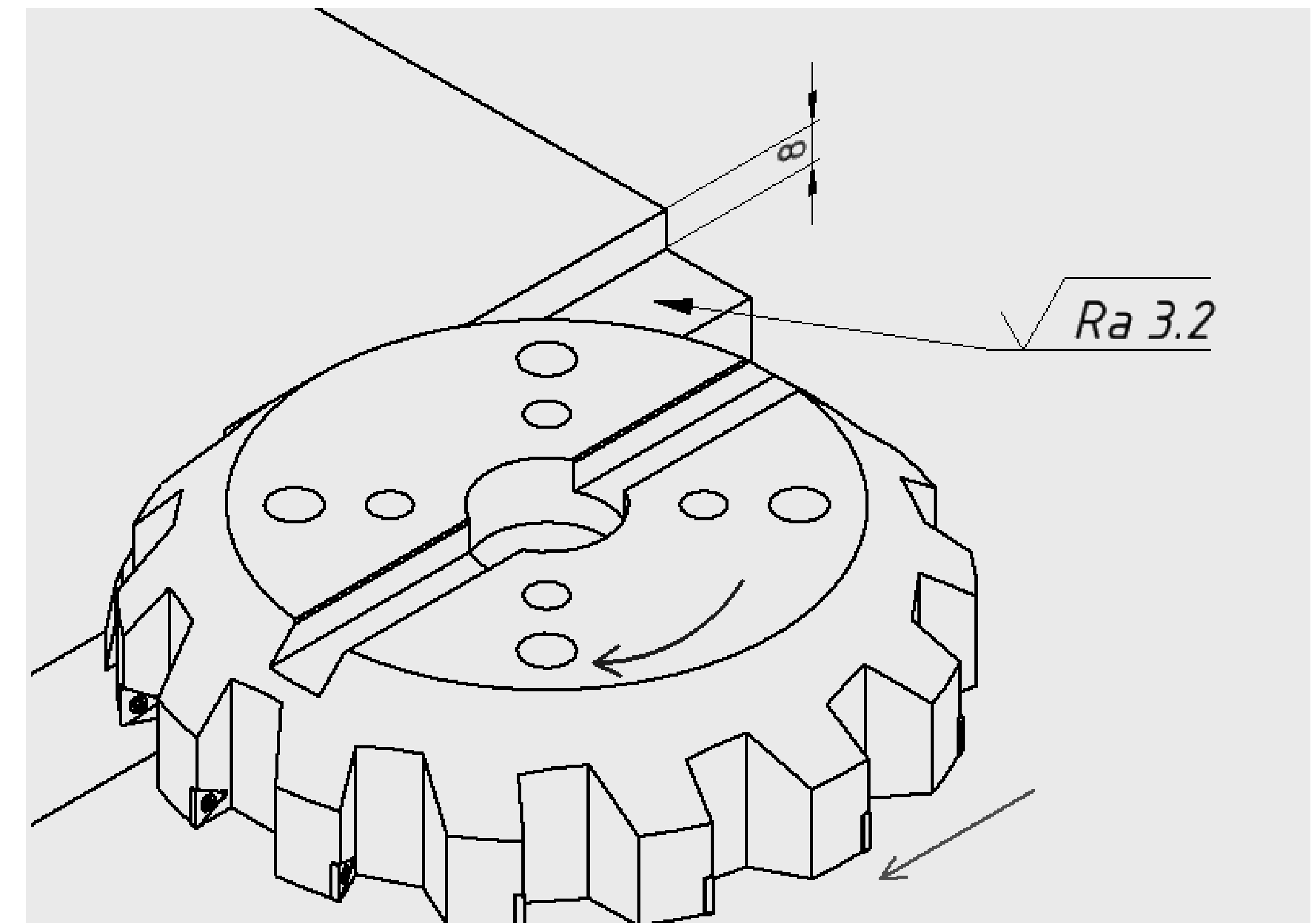


Розрахунок на міцність торцевої фрези зі змінними твердосплавними пластинками

Сили, що діють під час фрезерування



Ескіз операції з використанням торцевої фрези
зі змінними твердосплавними пластинками



Глибина різання	Подача на зуб	Швидкість різання	Оберти шпинделю	Тангенціальна сила
8 мм	0,3	37 м/хв	38	571 Н

$$\sigma_{оп} = 1139 \text{ МПа} \leq [\sigma] = 1660 \text{ МПа}$$

Умова міцності виконується

