

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

Навчально-науковий механіко-машинобудівний інститут

Кафедра конструювання машин

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ **Юрій ДАНИЛЬЧЕНКО**

«___» _____ 2023 р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

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

спеціальності 131 «Прикладна механіка»

на тему: «Фреза збірна для оброблення фасонного профілю»

Виконав:

студент IV курсу, групи МІ-91

Балаєв Руслан Ровшанович

Керівник:

доцент, к.т.н.

Слободянюк Іванна Валентинівна

Рецензент:

доцент, к.т.н.

Холявік Ольга Віталіївна

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

Студент

Київ – 2023

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

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма «Інструментальні системи інженерного дизайну»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **Юрій ДАНИЛЬЧЕНКО**

«__» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Балаєву Руслану Ровшановичу

1. Тема проєкту «Фреза збірна для оброблення фасонного профілю», керівник проєкту Слободянюк Іванна Валентинівна, к. т. н., доцент, затверджені наказом по університету від «25» травня 2023 р. №1951-с.
2. Термін подання студентом проєкту 12 червня 2023 року.
3. Вихідні дані до проєкту оброблюваний профіль відповідно до технічного завдання підприємства, матеріал оброблювальної деталі дуб, тип інструменту – фреза збірна, кріплення пластин – механічне, матеріал корпусу – Сталь 40Х, матеріал різальної пластини – твердий сплав.
4. Зміст пояснювальної записки аналіз оброблювальної поверхні та синтез інструменту; проектування корпусу фрези, розроблення технологічного процесу виготовлення корпусу фрези, розроблення конструкції пристосування, профілювання ножа.
5. Перелік графічного матеріалу: 1. Синтез конструкції різця. 2. Розроблення 3D моделі та робочого кресленника корпусу, ножа та клину. 3. Технологічні операції виготовлення корпусу фрези. 4. Складальний кресленик пристосування. 5. Профілювання ножа.
6. Дата видачі завдання 17 квітня 2023 року.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1.	Аналіз геометрії та матеріалу оброблювальної поверхні.	21.03.2023	
2.	Проектний розрахунок різального інструменту.	28.04.2023	
3.	Розроблення 3D моделі та робочого креслення корпусу фрези.	05.05.2023	
4.	Розроблення технологічного процесу виготовлення корпусу фрези.	05.05.2023	
5.	Підготовлення графічного зображення технологічного процесу. Розрахунок режимів різання та припусків на механічне оброблення.	26.05.2023	
6.	Розроблення 3D моделі та креслення пристосування.	31.05.2023	
7.	Оформлення записки та креслеників	12.06.2023	

Студент

Руслан БАЛАСЬ

Керівник

Іванна СЛОБОДЯНЮК

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Юрій ДАНИЛЬЧЕНКО
"___" _____ "2023 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ ДО ПРОЕКТУ	
Тема проекту	Фреза збірна для оброблення фасонного профілю
Зміст проекту	Розробити конструкцію та технологію виготовлення збірної фрези для оброблення фасонної поверхні
Технічні умови до проекту	Матеріал оброблювальної деталі – дуб; Форма оброблювальної поверхні відповідно до технічного завдання підприємства; Тип фрези – збірна; Матеріал корпусу – Сталь 40Х; Тип кріплення ножів – механічне; Матеріал пластини – твердий сплав
Особливі вимоги	Середовище проектування – Autodesk Inventor

ЛИСТ	ЗМІСТ ІЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРІАЛУ
СП	Аналіз оброблюваної поверхні Синтез конструкції збірної фрези
ОП	1. Складальний кресленик фрези збірної 2. 3D – модель фрези 3. Робочий кресленик корпусу фрези 4. Робочий кресленик ножа 5. Робочий кресленик клину
ТС	Ескізи технологічних операцій 1. Токарна з ЧПК 2. Внутрішньо-шліфувальна 3. Плоско-шліфувальна
КС	Пристосування для фрезерування пазів у корпусі інструменту – ділильна головка
СС	Профілювання змінних ножів
ДС	Розроблення керуючої програми на верстат з ЧПК
Студент _____ Руслан БАЛАСВ "17" квітня 2023 р Керівник _____ Іванна СЛОБОДЯНЮК "17" квітня" 2023 р	
Прийняті позначення: СП – стан питання ОП – об'єкт проектування ТС – технологічна складова КС – конструкторська складова СС – спеціальна складова ДС – дослідницька складова	

АНОТАЦІЯ

Дипломний проєкт присвячений розробленню конструкції збірної фрези для оброблення фасонних поверхонь з деревини дуб. За результатами аналізу форми фасонної поверхні, яка обробляється та різноманітних конструкцій фрез прийнята збірна конструкція фрези зі змінними твердосплавними ножами, що дозволить виконувати їх швидку зміну. Виконано профілювання ножа за технічним завданням. Розроблено конструкцію корпусу фрези під змінні ножі. Виконано робочі кресленики: корпусу фрези, різального ножа та клину.

Розроблено технологію виготовлення корпусу фрези на верстатах з числовим програмним керуванням.

В спеціальній частині проєкту вдосконалено конструкцію пристосування для фрезерування пазів у корпусі інструменту. Зроблено складальний кресленик ділильної головки та робочий кресленик оправки для закріплення корпусу фрези для відповідної операції.

Ключові слова: фрезерування, фасонна поверхня, фреза, дуб, збірна конструкція.

SUMMARY

Diploma project is devoted to the development of the construction of a prefabricated milling cutter for processing shaped surfaces from oak wood. According to the results of the analysis of the shape of the shaped surface that is processed and various designs of cutters, a prefabricated design of the cutter with replaceable hard alloy knives was adopted, which will allow them to be quickly changed. The profiling of the knife according to the technical task has been completed. The design of the cutter body for replaceable knives has been developed. The working drawings of the milling cutter body, cutting knife and wedge have been made.

The technology of manufacturing the cutter body on numerically controlled machines has been developed.

In a special part of the project, the design of the device for milling grooves in the tool body was improved. An assembly drawing of the dividing head and a working drawing of the mandrel for fixing the cutter body for the corresponding operation were made.

Keywords: milling, shaped surface, milling cutter, oak, prefabricated structure.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1. АНАЛІЗ ОБРОБЛЮВАНОЇ ПОВЕРХНІ.....	10
1.1 Аналіз профілю оброблюваної деталі	10
1.2 Вибір матеріалу для заготовки плінтуса	11
1.3 Класифікації видів фрезерування	12
1.4 Конструкція фрез для оброблення фасонних поверхонь	14
1.5 Типи кріплення змінних ножів	17
2. ПРОЕКТУВАННЯ ФРЕЗИ	22
2.1 Матеріал різальної частини фрези.....	22
2.2 Геометричні параметри різальної частини фрези.....	22
2.3 Профілювання ножів.....	23
2.4 Конструювання корпусу фрези	28
2.4.1 Вибір матеріалу корпусу фрези	29
2.4.2 Вибір кількості ножів	29
2.4.3 Проектування корпусу фрези.....	31
2.4.4 Збірна модель фрези	34
3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСУ ФРЕЗИ	37
3.1 Технічні вимоги виготовлення корпусу фрези	37
3.2 Маршрутний процес виготовлення корпусу.....	38
3.3 Розрахунок припуску при механічній обробці	43
3.4 Розрахунок режиму різання	45
4. ПРОЕКТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСУ ФРЕЗИ	48
4.1 Види ділильних головок та їх призначення	48
4.2 Конструювання ділильної головки прямого ділення	51
4.3 Розрахунок сили затиску заготовки на пристосування	55
5. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ НА ВЕРСТАТІ З ЧПК. 56	
ВИСНОВКИ	65
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	66
ДОДАТКИ	

ВСТУП

За технічним завданням від ТОВ "АРТ ВУД ПАРКЕТ" необхідним є розроблення фрези збірної конструкції зі змінними ножами для оброблення фасонної поверхні плінтусів. Плінтус відіграє важливу роль у інтер'єрі та захищає краї підлоги від пошкоджень та зносу. Для досягнення високої якості та бажаної геометричної форми поверхні плінтуса слід використовувати сучасне обладнання та відповідний інструмент.

Дипломний проєкт спрямований на аналіз фасонної поверхні плінтуса та розробку спеціалізованої фрези для досягнення оптимальних результатів. Метою проєкту є розроблення конструкції та технології виготовлення збірної фрези зі змінними твердосплавними ножами.

Для досягнення поставленої мети, проєкт необхідно вирішити наступні задачі: провести аналіз процесу фрезерування поверхні плінтуса, включаючи розгляд основних проблем, що виникають під час цього процесу, а також вивчення наявних методів та технологій обробки; спроектувати фрезу для оброблення поверхні плінтуса; виконати профілювання ножа; розробити технологічний маршрут виготовлення корпусу фрези; вдосконалити конструкцію пристосування для фрезерування пазів під змінні ножі.

Для вирішення поставлених задач використовувалися теоретичні та практичні знання з матеріалознавства, оброблення різанням, технології машинобудування, метрології, стандартизації та технічного вимірювання, та ін. В роботі використано практичні знання з CAD/CAM технологій.

Розроблена конструкція корпусу фрези може використовуватися для різних форм змінних ножів, які закріплюються механічно за допомогою клину. Використання, якого сприятиме подальшому розвитку технологій фрезерування та забезпечить оптимальні умови для виготовлення естетично привабливих та якісних плінтусів.

1 АНАЛІЗ ОБРОБЛЮВАНОЇ ПОВЕРХНІ

1.1 Аналіз профілю оброблюваної деталі

Важливим елементом оздоблення приміщень є підлогові плінтуси. Вони виконують важливу роль в оздобленні інтер'єру, як естетичну так і функціональну. В залежності від матеріалу з якого виготовляють поділяються на: дерев'яні, шпоновані, пластикові, МДФ, алюмінієві та поліуретанові. Найбільшого поширення набули дерев'яні, оскільки це екологічний матеріал, його виготовляють в широкому асортименті. До основних функціональних властивостей дерев'яних плінтусів належить:

- прикривання зазорів між стіною та підлогою;
- компенсація зазорів для приховання нерівностей стіни та підлоги;
- закривання додаткових комунікацій (кабелі та проводи);
- створення колірної гамми між стіною, підлогою та меблями.

Відповідно до технічного завдання від ТОВ "АРТ ВУД ПАРКЕТ" наведеному в Додатку А проведено аналіз профілю плінтуса. Заготовка має форму прямокутника із розміром 16x45 мм. Найбільша глибина профілю становить 11 мм, що визначає максимальну глибину фрезерування. При розробці профілю важливо враховувати не лише функціональні вимоги, але й естетичні аспекти. Зважаючи на відсутність конкретних розмірів у накресленні профілю, є можливість визначити власні розміри з урахуванням естетичного бачення. Задля кращого сприйняття і оцінки профілю, для замовника була побудована 3D-модель ділянки плінтуса (рис.1.1), яку потім було узгоджено.



Рисунок 1.1 – 3D-модель ділянки плінтуса

1.2 Вибір матеріалу заготовки для плінтуса

При виборі матеріали заготовки для плінтусу було розглянуто виключно натуральну деревину, таку як ясен, горіх, дуб, сосна тощо. До переваг дерев'яного плінтусу відносяться: висока міцність, гарний зовнішній вид, довговічність та екологічна безпека. Проаналізувавши запити клієнтів у відділі продажів було зроблено висновок, що найбільшим попитом серед клієнтів користується дуб. Це пояснюється багатьма факторами, які виділяють дуб серед інших видів деревини.

Перш за все, дуб має природну красу та витончений вигляд. Його природний візерунок і текстура (рис. 1.2) надають плінтусу особливого стилю, що впливає на естетичну привабливість інтер'єру.

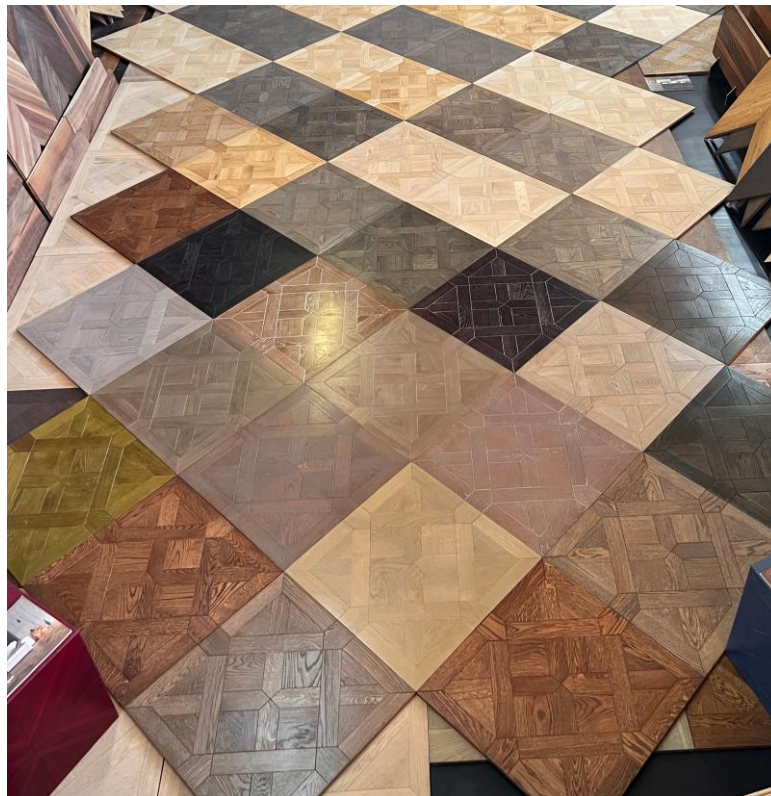


Рисунок 1.2 – Зовнішній вид паркет з дубу з різноманітним покриттям

Крім того, дуб є високоміцним матеріалом, що забезпечує довговічність плінтусу. Його твердість і стійкість до зношування дозволяють плінтусу довго зберігати свій первинний вигляд, не втрачаючи свою якість. Це особливо важливо для деталей, які часто піддаються фізичному зношуванню.

Важливим параметром також є ціна сировини. Дуб дешевший аніж горіх та інші коштовні види деревини.

Основні механічні властивості дубу [1]:

Питома вага складає 570-690 кг/м³ для практично сухої деревини.

Межа міцності – 55,9 МПа (при стисканні вздовж волокон) та 87,3 МПа (при статичному вигині).

Модуль пружності – 12,2 ГПа. Це найбільше значення серед деревини доступної цінової категорії.

Природна вологість – 60%. Через високу природну щільність самої деревини, пиломатеріал дубу відрізняється підвищеною масою в невисушеному стані. Після сушіння проводити роботи з деревом, зокрема транспортування, значно легше.

Хімічний склад – у неорганічну частину деревини, що залишається у вигляді золи після спалювання, входять лужні та лужноземельні елементи. У складі основної органічної частини матеріалу містяться целюлоза - 23-50%; дубильні речовини – 2-10%; смоли - 0,3-0,6%; геміцелюлоза - 17-30%; лігнін - 17-30%.

Твердість. Розрізняють кілька видів цього параметра. Торцева твердість дубу становить 57,3 Н/мм², радіальна – 48,2 Н/мм², а тангенційна – 52,8 Н/мм²

1.3 Класифікація видів фрезерування

Фрезерування – процес лезової обробки матеріалу з обертальним головним рухом різання при постійному радіусі його траєкторії та рухом подачі. При цьому припуск заготовки знімається шляхом послідовного зрізання окремих серпоподібних стружок. Рух подачі при фрезеруванні зазвичай спрямовані перпендикулярно до осі головного руху різання (на відміну від свердління, при якому рух подачі спрямований вздовж осі обертання різального інструменту).

Фрезерування застосовується для надання заготовкам заданої форми, розмірів та шорсткості. Методом фрезерування обробляють плоскі та профільні

поверхні, виконують пази, шипи, гнізда, здійснюють копіювання об'ємних деталей, подрібнюють деревину на тріску, стружку.

За принципом фрезерування працюють верстати фрезерні, фугувальні, рейсмусові, чотиристоронні поздовжньо-фрезерні, шипорізні, копіювальні, ланцюгово-довбальні та ін.

Види фрезерування класифікують за декількома ознаками. Залежно від напрямку головного руху різання щодо напрямку подачі розрізняють фрезерування зустрічне та попутне (рис 1.3) [2]. Зустрічне фрезерування найбільш поширене. В цьому випадку проекція вектора швидкості різання на напрямок подання направлена назустріч вектору швидкості подачі. При попутному фрезеруванні напрямок обертання лез у зоні різання збігається з напрямком подачі заготовки.

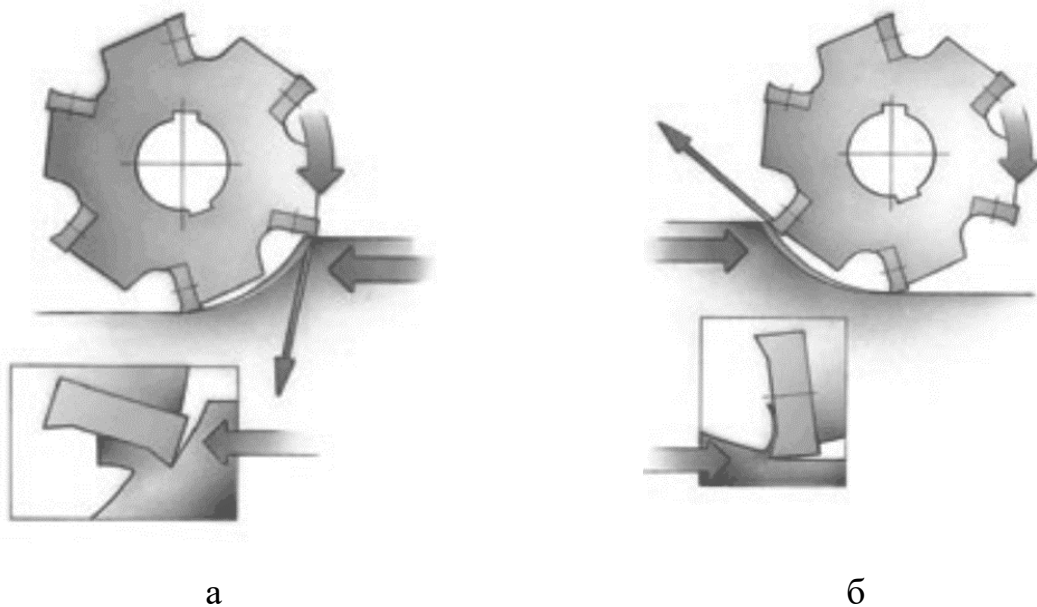


Рисунок 1.3 – Типи фрезерування [2]:

а – попутне фрезерування; б – зустрічне фрезерування

За положенням обробленої поверхні та напрямом швидкості головного руху щодо волокон деревини фрезерування може бути повздовжнім, поперечним, торцевим і змішаним (рис. 1.4).

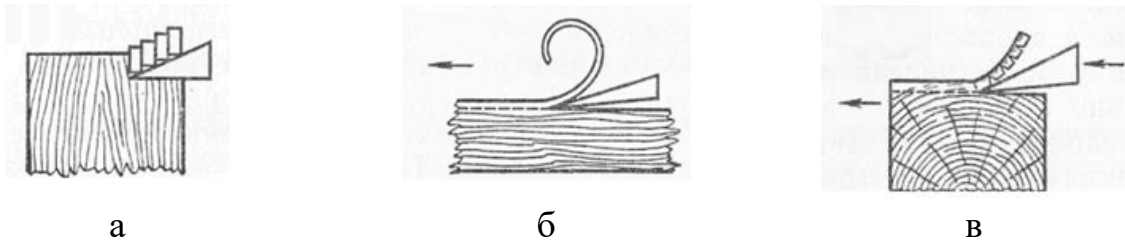


Рисунок 1.4 – Види фрезерування:

а – торцеве фрезерування; б – повздовжнє фрезерування; в – поперечне фрезерування

Залежно від розташування різальних кромок щодо осі обертання різального інструменту розрізняють фрезерування циліндричне, конічне, торцеве, ланцюгове та сферичне

За кількістю різальних кромок лез різального інструменту розрізняють фрезерування відкрите, напівзакрите та закрите. При відкритому фрезеруванні леза різального інструменту мають по одній різальній кромці, при напівзакритому – дві та при закритому – три різальні кромки. При відкритому фрезеруванні обробляються плоскі поверхні та профільні, при напівзакритому – чверті, а при закритому – пази, шипи.

Для обробки поверхні плінтуса обираємо наступні види фрезерування:

- За напрямом головного руху різання щодо напрямку подачі – зустрічне.
- За положенням обробленої поверхні – повздовжнє.
- За розташуванням різальних кромок щодо осі обертання інструменту – циліндричне.
- За кількістю різальних кромок – відкрите.

1.4 Конструкції фрез для оброблення фасонних поверхонь

Для оброблення дерев'яних плінтусів використовують фасонні фрези різних конструкцій: суцільні, комбіновані та збірні, а також насадні та кінцеві.

Суцільні фрези виконуються із однієї заготовки: різальна частина та корпус є одним цілим. Вони використовуються в малосерійному виробництві та багатопереточуванні. Виготовляються з інструментальної сталі [3]. Зовнішній вид цільної фрези наведено на рис. 1.5.

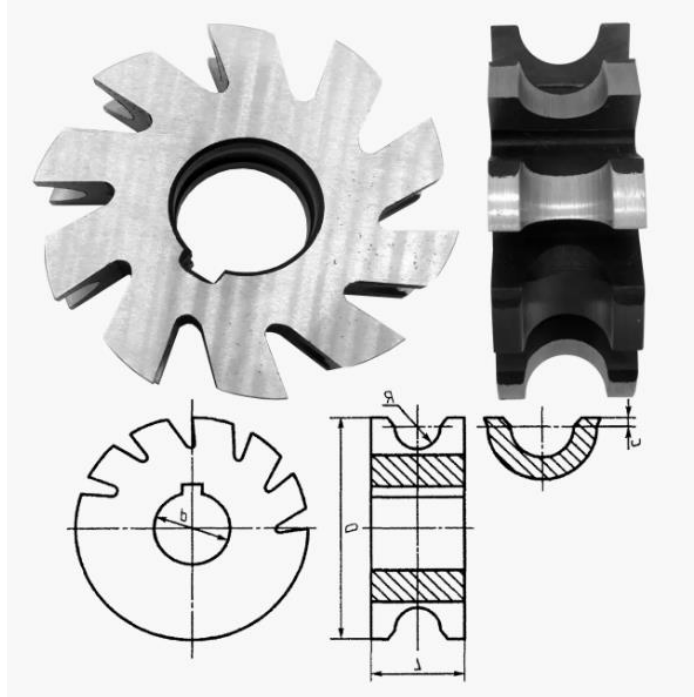


Рисунок 1.5 – Зовнішній вигляд цільної фрези [6]

Комбінована фреза складається з двох або більше цілісних фрез, з'єднаних в один блок (рис. 1.6). Дані фрези насаджуються на спеціальну оправку, фрези з різними профілями можна комбінувати і отримувати різні поверхні.



Рисунок 1.6 – Комбінована фреза

Збірна фреза (рис. 1.7) складається з корпусу, змінних різальних елементів (ножів) і деталей кріплення різальних елементів у корпусі. Збірну фрезу з різальними елементами у вигляді ножів називають ножовою головою. Корпус виготовляють з конструкційних сталей, а змінні ножі з твердого сплаву.



Рисунок 1.7 – Зовнішній вигляд збірної фрези

За способом кріплення фрезерного інструменту на шпинделі верстата розрізняють фрези насадні – з посадковим отвором у корпусі фрези (рис. 1.8 а) і кінцеві – з хвостовиком кріплення у патроні (рис 1.8 б).



а



б

Рисунок 1.8 – Типи фрез за способом кріплення на верстаті:

а – фрези насадні, б – фрези кінцеві

Оскільки відповідно до завдання необхідна підприємству фреза зі змінними різальними ножами, насадного типу. Перевага такої конструкції фрези над іншими – універсальність, можливість використання одного корпусу для ножів з різним профілем, також при затупленні ножів можна буде замінити їх на нові та продовжити роботу, що економить час на виробництві.

1.5 Типи кріплення змінних ножів

При обробленні натуральної деревини рекомендовано використовувати для матеріалу різальної частини твердий сплав, оскільки він має вищу стійкість та продуктивність в порівнянні з швидкорізальною сталлю. Різальні пластини кріпляться до корпусу фрези з використанням різних методів, таких як механічне кріплення та паяння.

Паяння різальних пластин створює міцне з'єднання між пластинами і фрезою (рис. 1.9). Це забезпечує високу стійкість та надійність під час фрезерування, при важких умовах обробки. Однак виникає проблема заміни пластин, оскільки необхідно переплавлення старого спаю та встановлення нових пластин. Цей процес займає багато часу та потребує відповідних навичок та обладнання.

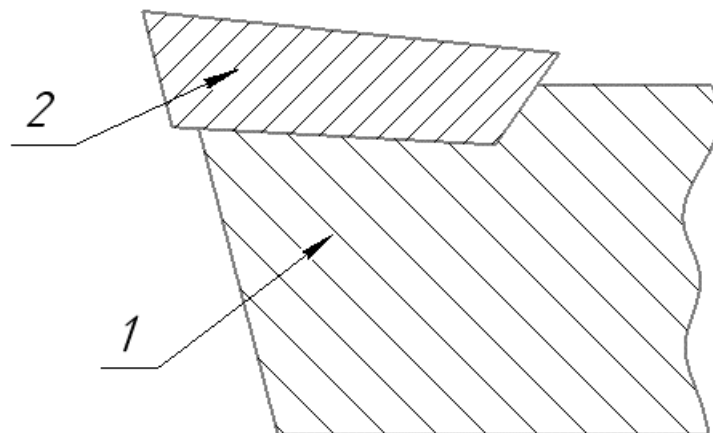


Рисунок 1.9 – Кріплення пластин паянням

Для оброблення поверхні плінтуса більше підходить збірна фреза із змінними ножами з механічним кріпленням. Корпус такої фрези можна

використовувати для оброблення поверхні із різним профілем, якщо відповідно змінювати різні ножі. Також заміна ножа не вимагає високої кваліфікації працівника, довгого часу та спеціальних інструментів, що є визначальною перевагою для підприємств.

Фрези з механічним кріпленням набувають все більшого поширення. Способи та елементи кріплення зазвичай використовуються такі ж як і в конструкціях торцевих фрез. Однак виникає ряд труднощів пов'язаних з тим що ножі мають невелику товщину і відповідно їх надійно слід розмістити в вузькому просторі. Механічне кріплення забезпечує стабільну фіксацію пластин і може бути досить надійним. За допомогою гвинтів, болтів або затискачів можна створити міцне з'єднання, яке забезпечує стійкість пластин при високих навантаженнях. Механічне кріплення дозволяє легко замінити зношені або пошкоджені різальні пластини. Однак може бути менш міцним, порівняно з паянням.

За способом механічного кріплення різальних елементів можна виділити декілька типів [22]. Найбільш поширені – це кріплення гвинтами та клином. Плоскі фасонні ножі, закріплені гвинтами (рис. 1.10), являють собою старий і небезпечний фасонний фрезерний інструмент зі змінними різцями. Фасонні плоскі ножі застосовуються для фасонної обробки невеликої кількості деталей, а також не особливо ретельної профільної обробки деталей.



Рисунок 1.10 – Фреза із плоскими ножами з гвинтовим з'єднанням [5]

Такий спосіб кріплення має ряд недоліків, таких як труднощі правильного заточування задньої профільної поверхні ножа; неточність установки, що впливає на якість обробки; невірноваженість; знижена швидкість обертання; небезпека в роботі.

Широко застосовується клинове кріплення. Найбільш надійне кріплення ножів здійснюється розпирним клином (рис. 1.11 а). Ніж 2 закріплюється в корпусі 1 за допомогою клину 3 з кутом заклинювання 20° і кріпильного гвинта 4. Регулювальний гвинт 5 служить для висування ножа. При обертанні фрези відцентрова сила прагне висунути клин, що має певну масу. Складова відцентрової сили притискає ніж та базову поверхню корпусу. При цьому чим більше частота обертання, тим більше зусилля притиску ножа.

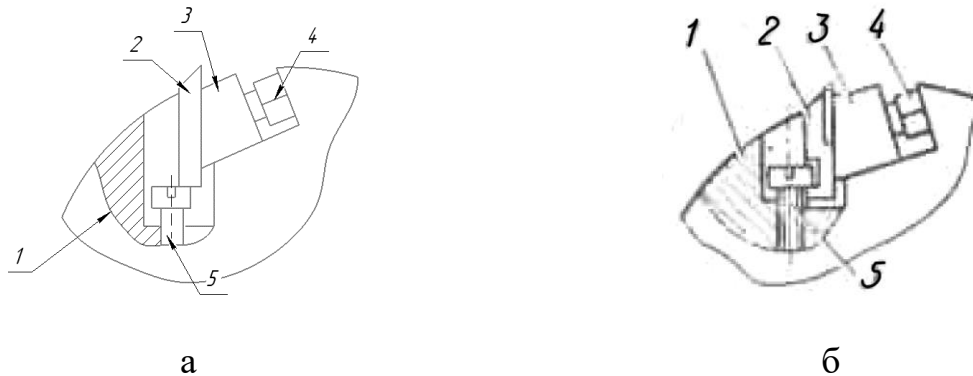


Рисунок 1.11 – Механічне кріплення ножів в корпусі фрези

а – кріплення клином; б – кріплення клином та регульованим гвинтом

Кріплення ножів до корпусу фрези (рис. 1.11 б) відрізняється від описаного вище тим, що регулювальний гвинт 5 входить головою в паз, який виконаний на ножі, що дозволяє проводити переміщення ножа у двох напрямках. Це рішення використовується у ножах, оснащених пластиною з твердого сплаву, але може бути застосовано і для ножів з інструментальної сталі.

Недоліком фрез з розпирним клином є те, що при затягуванні клину гвинтом кріплення можливе зміщення ножа вниз.

Фрези з вичавним клином також забезпечують надійне закріплення ножів (рис. 1.12). Кріпильний гвинт 4 спирається на нижню поверхню паза. При

обертанні гвинта за годинниковою стрілкою клин 3 переміщається вгору та заклинює ніж 2 у корпусі. Регулювання положення ножа по висоті здійснюється гвинтом 5, який через гайку 6 впливає на ніж.



Рисунок 1.12 – Кріплення ножів вичавним клином

Можливість примусового переміщення клину 8 у двох напрямках (затягування і віджим) досягається в конструкції (рис. 1.13) за рахунок того, що гвинт кріплення 4 пов'язаний з клином пружним кільцем. У ножових валах стружкових верстатів функції кріпильного гвинту виконує пружина. Для віджимання клину та звільнення ножа застосовується спеціальний механізм переміщення пружного клину.

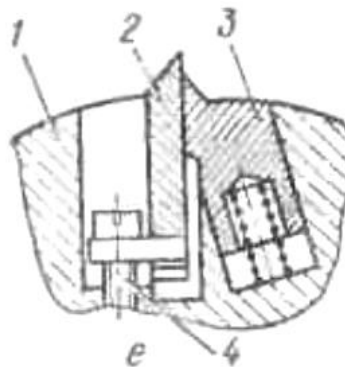


Рисунок 1.13 – Кріплення клином з пружним кільцем

Для фрез з вижимним клином характерно те, що при затягуванні клин за рахунок тертя прагне переміщення в тому ж напрямку. Тим самим порушується встановлення ножів на колі різання. Відомий варіант кріплення ріжучого елемента клином вижимним, роль якого виконує сам цей елемент (рис. 1.14). Можливість самовстановлення розміру повинна проводитися гвинтами 5 поза

фрезою на спеціальному пристосуванні, Систему «ніж-клин» у фрезах із затяжним клином утримує від вильоту гвинт, що є недостатньо. Тому кут клину приймають $5...6^\circ$ для забезпечення самогальмування. При цьому в конструкції звільнення ножа представляє певні труднощі.

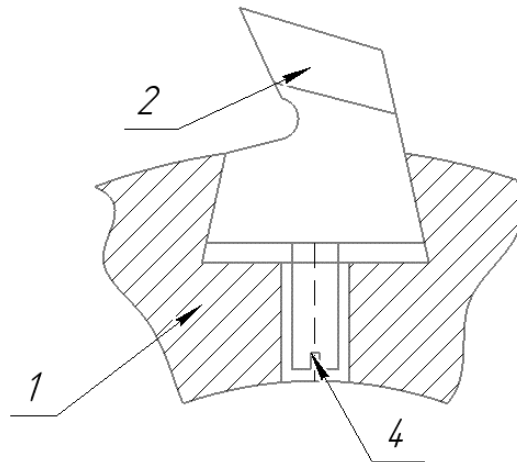


Рисунок 1.14 – Кріплення ножа клинової форми

В сучасних інструментах найбільш розповсюдженим кріпленням ножів у збірній фрезі є з використанням затяжного клину та елементів, що центрують ніж в корпусі. При даному кріпленні клин затягується гвинтами, що входять у різьбові отвори в корпусі фрези. Гвинти впираються у відповідні отвори в клині, та притискаються його до ножа. З боку ножа в корпусі фрези виконуються отвори під кріпильні елементи. Дані елементи виконують роль базування ножа, в якому виконуються відповідні отвори. З торця фрези додаються юстивувальні гвинти, що впирається в торець ножа.

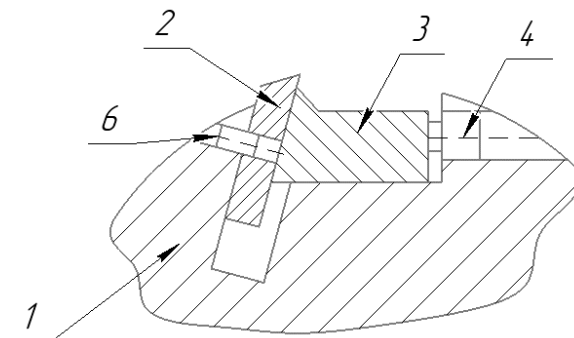


Рисунок 1.15 – Кріплення затяжним гвинтом із базуванням ножа по отворах

2 ПРОЕКТУВАННЯ ФРЕЗИ

2.1 Матеріал різальної частини фрези

Для обробки поверхні дубової дошки рекомендовано використовувати сплав з високою міцністю і стійкістю до зносу. Одним з найпопулярніших сплавів, які використовуються для різальних частин фрез, є вуглецевий сплав зі вставками з твердих сплавів (карбід та/або кобальтові сплави).

Карбід вольфраму є основним матеріалом для вставок фрез. Він володіє високою міцністю, твердістю і стійкістю до зносу, що робить його ідеальним для різальних операцій на твердих матеріалах, таких як дуб. Кобальтові сплави часто використовуються як зв'язковий матеріал для вставок з карбіду вольфраму, оскільки вони підвищують міцність і стійкість до ударів.

Таким чином, сплав з карбіду вольфраму і кобальтових сплавів є оптимальним вибором для різальної частини фрез при обробці поверхні дубової дошки. Тож для різальної частини фрези обираємо сплав марки BK15.

Фізико-механічні характеристики сплаву BK15 наведено в табл. 2.1 [7]

Таблиця 2.1 – Фізико-механічні характеристики сплаву BK15

Назва сплаву	BK15
Вміст WC, %	85
Вміст Co, %	15
Твердість HRA	86
Коефіцієнт лінійного розширення в 1°C	$4,5 \times 10^{-6}$
Густина, г/см ³	13,9-14,4
Межа міцності при вигині, Н/мм ²	862

2.2 Геометричні параметри різальної частини фрези

Для якісної обробки деревини та деревних матеріалів для лез фрез експериментально встановлені цілком конкретні значення кута різання. Кут загострення зуба β впливає на міцність леза. Щоб уникнути викрашування

різальної кромки він повинен бути не менше 40° для сталевих та 50° для твердосплавних зубів фрез [3].

Для обробки дубу вздовж волокон рекомендована величина кута різання для твердосплавних пластин складає $70...75^\circ$.

Передній кут різання рекомендується обирати у межах $20-30^\circ$, задній кут у межах $10-15^\circ$, кут загострення у межах $60-70^\circ$.

Обираємо кути різання:

- Кут різання 70°
- Передній кут різання 20°
- Кут загострення 60°
- Задній кут різання 10°

У профільних ножових головках використовуються товсті та широкі ножі. Товщина такого ножа $t = 8...10$ мм. Ніж виступає з корпусу головки на величину, що дорівнює глибині профілю, що обробляється. При цьому в процесі фрезерування деревини виникають великі сили різання і, якщо ніж буде тонким, він може зламатися та вилетіти зі верстата.

2.3 Профілювання ножів

Профілювання різального інструменту є важливим процесом, що дозволяє створювати інструменти зі специфічними профілями, які відповідають конкретним потребам обробки матеріалів. Цей процес полягає в створенні спеціальної форми різальної кромки, що дозволяє здійснювати різання, фрезерування, свердління або інші операції з максимальною точністю та ефективністю.

Через наявність кутів різання профіль різця не збігається з профілем деталі. Визначення необхідного профілю різальної частини називається профілюванням. Воно може бути виконане наступними методами:

1. Графічним.
2. Аналітичним.

3. За допомогою програм САПР.

Графічний метод простий та наочний, але характеризується низькою точністю. Аналітичний метод має вищу точність, проте є більш складним. Профілювання за допомогою програм САПР поєднує в собі переваги обох методів, тож для профілювання фрези було обрано саме цей метод.

Схема фрезерування фасонної поверхні включає швидке обертання фрези навколо власної осі та прямолінійно-поступальний рух подачі S уздовж твірних поверхонь деталі.

Вихідними параметрами для профілювання фасонного інструменту є:

- Геометрія оброблюваної деталі (профіль плінтуса, який потрібно обробити);
- Геометричні параметри різальної частини фрези (передній та задній кути різання, кут загострення);
- Конструктивні параметри фрези (діаметр)

Алгоритм профілювання фасонної фрези складається з наступних пунктів:

1. Побудова вихідної інструментальної поверхні.
2. Знаходження різальної кромки в передній площині.
3. Утворення задньої поверхні.

Системи автоматизованого проектування (CAD-системи), дозволяють виконувати профілювання складних інструментів з високою точністю використовуючи можливості 3D-проектування. Розвиток 3D моделювання покращив та розширив можливості графічного моделювання, дозволив застосовувати алгоритми графічного профілювання інструменту другого порядку по об'ємним моделям різальної частини інструменту.

Профілювання буде виконано в середовищі Autodesk Inventor.

Для профілювання ножів спершу на площині креслимо ескіз профілю плінтуса (рис. 2.1)

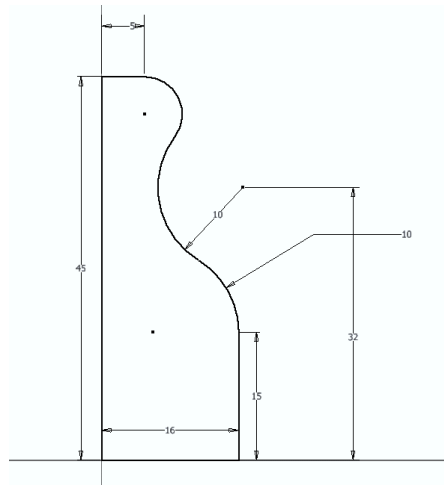


Рисунок 2.1 – Ескіз профілю плінтуса

Далі створюємо ескіз обертової поверхні (рис. 2.2) та обертову поверхню профілю (рис. 2.3), радіус по найглибшій точці різання ставимо 150 мм.

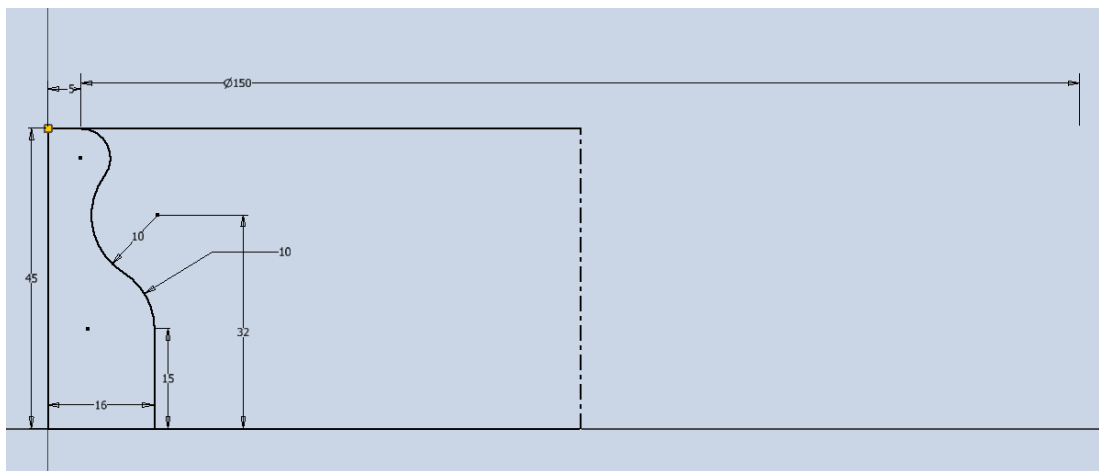


Рисунок 2.2 – Ескіз обертової поверхні

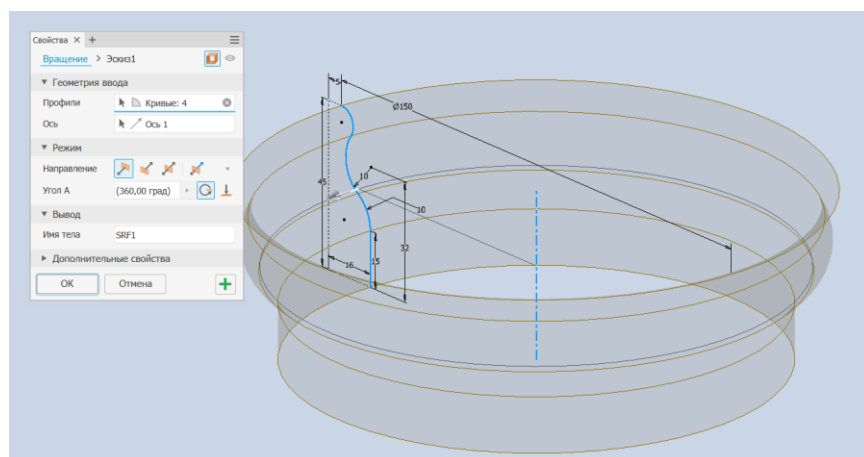


Рисунок 2.3 – Обертова поверхня профілю плінтуса

З центру циліндричної поверхні проводимо радіус під кутом до осі x , кут 20° дорівнює передньому куту різання. В точці перетину поверхні ставимо точку (рис.2.4). Через дану точку проводимо площину паралельну до площини xu .

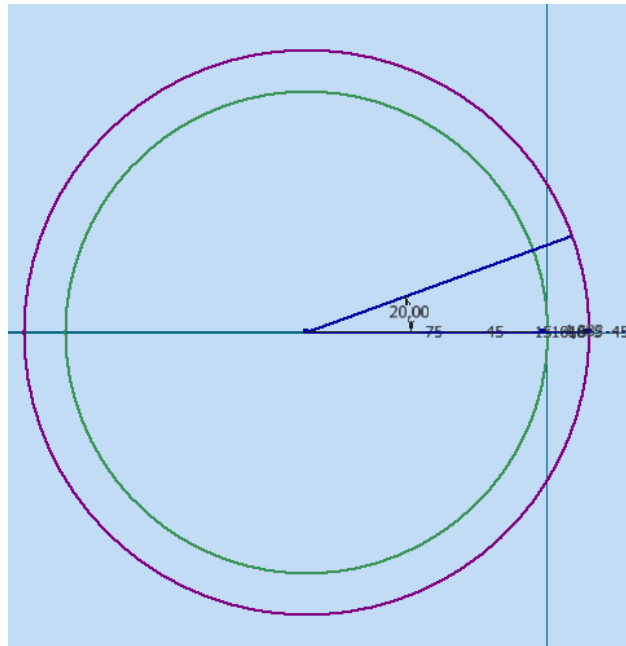


Рисунок 2.3 – Допоміжний ескіз для площини профілювання

На створеній площині будуємо ескіз. Проектуємо ребра циліндричної поверхні. Отриманий перетин і є профілем ножа (рис. 2.4) для наших параметрів різання.

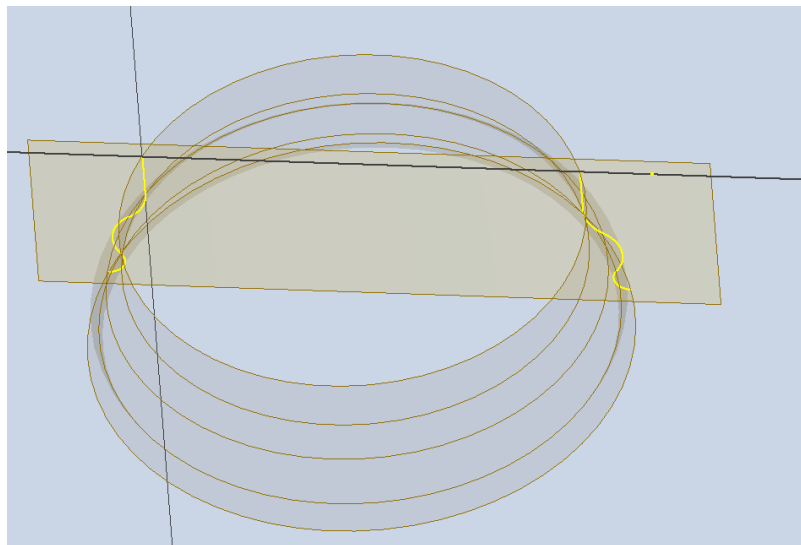


Рисунок 2.4 – Отриманий профіль ножа

Докреслюємо необхідні розміри для ножа, за технічними вимогами після створення фасонної поверхні необхідно додати 4-5 мм тіла. Товщина ножа складає 8 мм, створюємо модель елементом «видавлювання» (рис. 2.5).

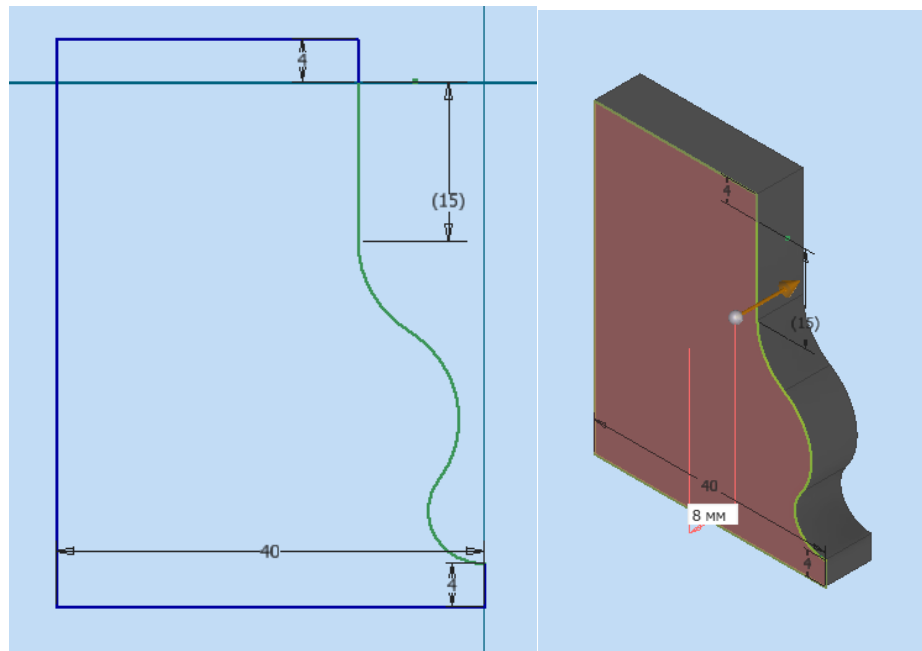


Рисунок 2.5 – 3D модель ножа

Наступним кроком створюємо посадкові отвори під штифти. Креслимо ескіз із розміченими отворами та видавлюємо їх. Після утворення отворів додаємо фаски (рис. 2.6).

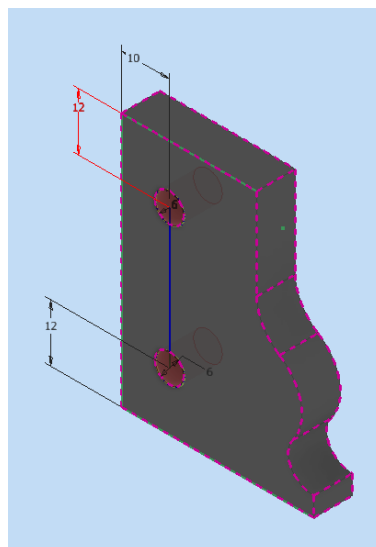


Рисунок 2.6 – Створення отворів під штифти

Створюємо загострення ножа інструменту за допомогою операції «Здвиг». Будуємо ескіз заточки та заточуємо по траєкторії різальної кромки (рис. 2.7).

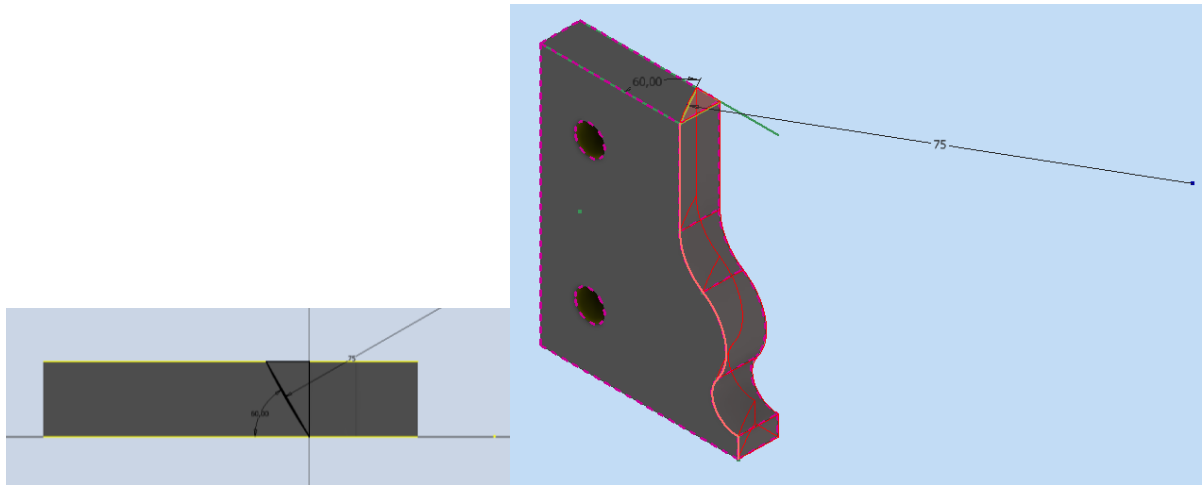


Рисунок 2.7 – Загострення ножа

За результатами моделювання отримуємо модель фасонного ножа зовнішній вид представлено на рис. 2.8. Робочий кресленик ножа представлено в додатку.

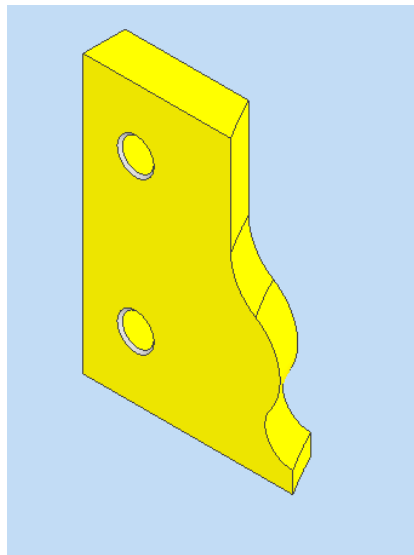


Рисунок 2.8 – Зовнішній вид моделі фасонного ножа

2.4 Конструювання корпусу фрези

Згідно завдання, необхідно спроектувати профіль корпусу фрези виходячи з профілювання ножа та можливості швидкої зміни різальних елементів. Корпус повинен містити відповідну форму пазу з механічним кріпленням за допомогою

клинового притискання. Також передбачити на зовнішньому діаметрі місця під базування інструменту на верстаті.

2.4.1 Вибір матеріалу корпусу фрези

Матеріалом для виготовлення корпусу корпусу фрези служить якісна конструкційна сталь і легована конструкційна сталь. Так, для деталей, які мають малі зусилля, застосовується сталь марки 30. Для таких деталей високопродуктивних верстатів, як ножові вали, корпуси фрез, застосовуються якісні конструкційні сталі Ст. 45 або легovanі конструкційні сталі Ст. 40Х з відповідною термічною обробкою. Матеріалом для виготовлення корпусу фрези було обрано конструкційну сталь Ст. 40Х. Основні фізико-механічні характеристики сталі 40Х наведено в табл. 2.2 [8]

Таблиця 2.2 – Фізико-механічні характеристики сталі 40Х

Назва сплаву	Сталь 40Х
Межа плинності, МПа	785
Тимчасовий опір, МПа	980
Мінімальне відносне подовження, %	10
Хімічний склад	С – 0.36-0.44 Si – 0.17-0.37 Mn – 0.5-0.8 Ni – 0.3 Cr – 0.8-1.1 Cu – 0.3 P – 0.035 S – 0.035
Густина, кг/м ³	7820
Термічна обробка	Загартування від 860°C, відпуск при 500°C

2.4.2 Вибір кількості ножів

Для обробки деталей на фрезерних верстатах з ручною подачею доцільно застосовувати фрези з кількістю ножів 2...4. Застосування таких фрез особливо зручно при фасонній обробці деталей на фрезерному верстаті по кільцю в пристосуванні (цулазі), оскільки радіуса різання не змінний і не потрібно

регулювання пристосування або підбору кілець на шпинделі. Фрези з більшою кількістю вставних різців 6...8 зазвичай застосовуються на стругальних верстатах. Тож для нашого випадку було обрано кількість зубців $z = 4$.

Посадковий отвір і зовнішній діаметр фрези

Зовнішній діаметр збірної фрези для верстату з ручною подачею заготовки рекомендовано обирати в межах 120..150 мм. Прийнято рішення обрати діаметр 150 мм.

Посадковий отвір було вирішено обрати 32 мм за діаметром шпинделя заданого верстату, також присутній шпонковий паз для закріплення фрези під час виготовлення.

2.4.3 Проектування корпусу фрези

Тіло фрези створюємо за допомогою елемента «Обертання». Для цього будуємо ескіз фрези (рис. 2.9) в перерізі навколо вже існуючої осі. Діаметр фрези становить $\varnothing 120\text{мм}$, діаметр посадкового отвору – $\varnothing 32\text{мм}$. Висота фрези разом із буртиками складає 57мм.

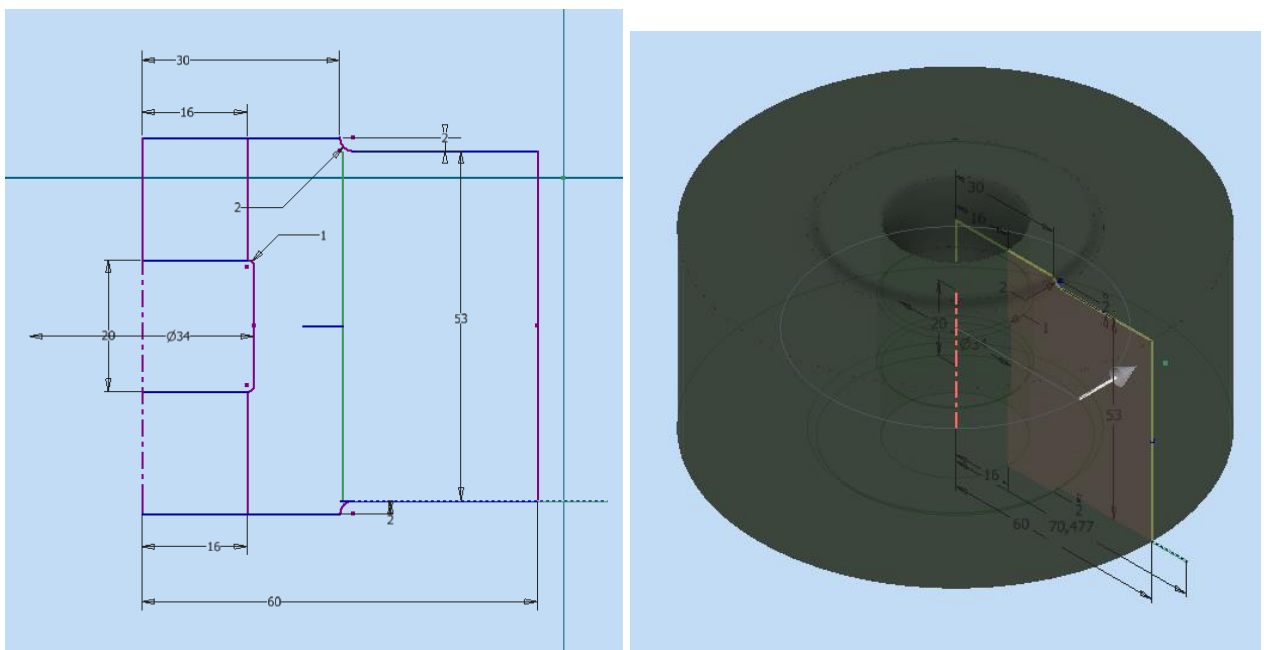


Рисунок 2.9 – Створення моделі корпусу фрези

Наступним кроком є побудова ескізу пазу для клинового з'єднання та видавлювання його в тілі фрези (рис. 2.10).

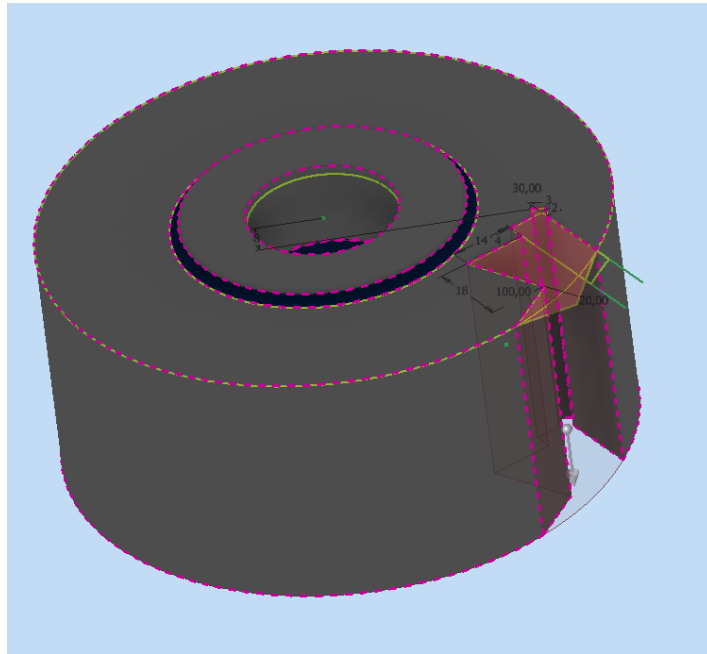


Рисунок 2.10 – Створення пазу під клинове з'єднання

В тілі фрези видавлюємо отвори під штифти, перед цим розмічені так само, як і на ножі (рис. 2.11).

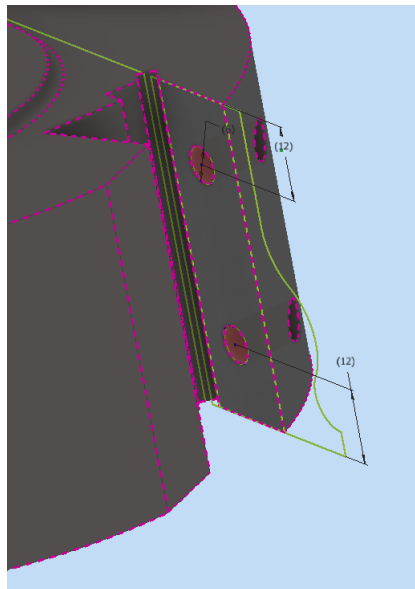


Рисунок 2.11 – Створення отворів під штифти у корпусі фрези

Наступним кроком створюємо отвори для кріпильних гвинтів, які затискають клин. Для цього розмічуємо та видавлюємо отвори (рис. 2.12 а), після чого утворюємо пази для доступу ключа до гвинтів (рис. 2.12 б). Далі нарізаємо необхідну різьбу в отворах (рис. 2.12 в).

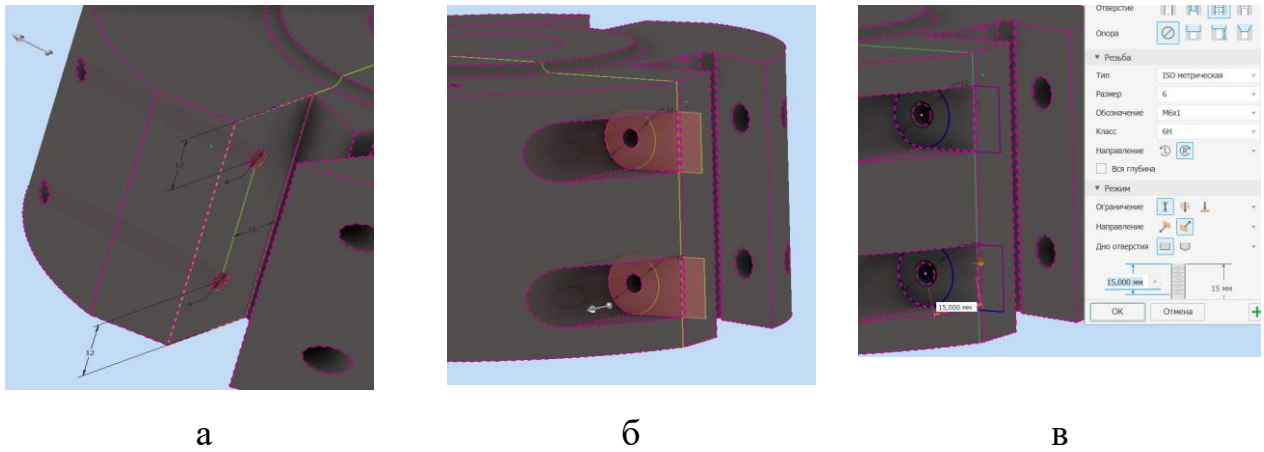


Рисунок 2.12 – Створення отворів під гвинти: а – отвори для кріпильних гвинтів, б – пази для доступу до гвинтів, в – нарізання різьби для кріпильних гвинтів

Множимо раніше створені елементи за допомогою опції «Масив» навколо осі деталі. В необхідних отворах утворюємо фаску $0,5 \times 45^\circ$. Зовнішній вид корпусу фрези після відповідної операції (рис. 2.13).

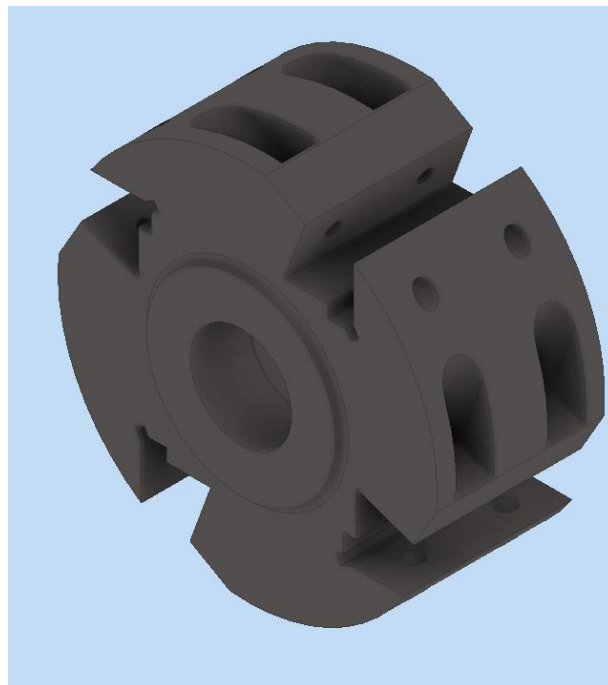


Рисунок 2.13 – Корпус фрези після множення елементів

Далі розмічуємо та утворюємо отвори під юстивувальні гвинт, розміщенні на торці корпусу. Отвір має різьбу М6х1 (рис. 2.14).

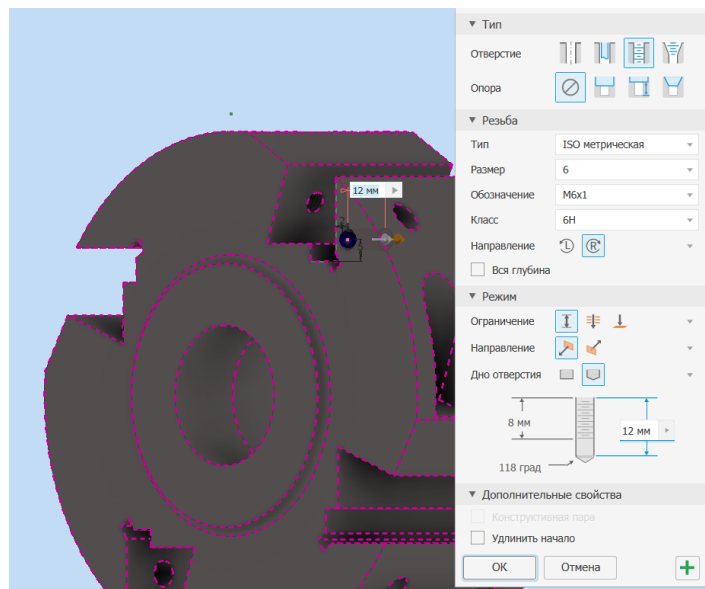


Рисунок 2.14 – Створення отворів під юстивувальні гвинти

За результатами моделювання створено робоче креслення корпусу фрези наведено в Додатку.

Наступним елементом фрези є клин. Він вставляється у паз корпусу фрези, затягується гвинтами та притискає ніж. Після побудови ескізу видавлюється тіло клину, обирається параметр «створити нове тіло» (рис. 2.15).

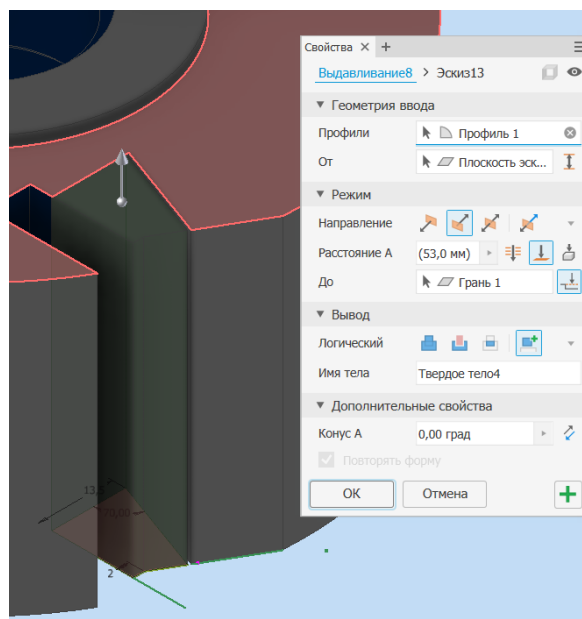


Рисунок 2.15 – Створення клину

Далі в клині будуюмо ескіз отворів діаметром 6,5 мм, що співпадає із отворами на корпусі фрези, і видавлюємо їх на довжину 4мм (рис. 2.16).

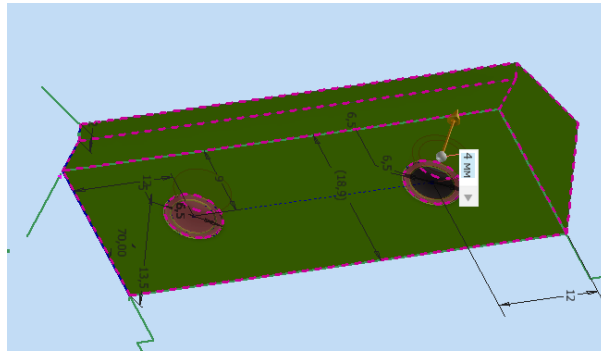


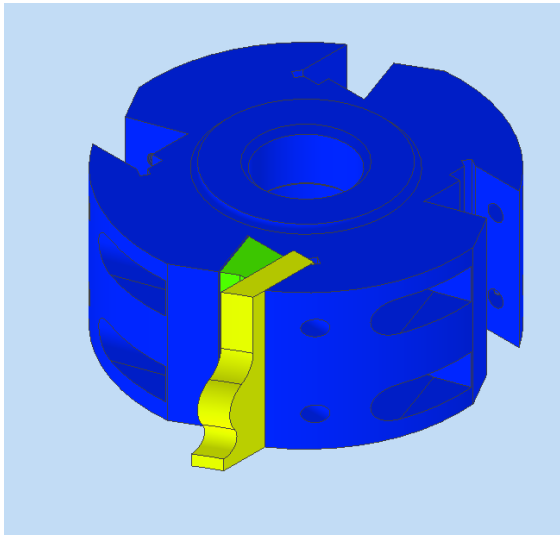
Рисунок 2.16 – Створення отворів у клині

Додаємо фаски та зберігаємо елементи фрези окремими файлами. За результатами проектування створено робоче креслення клину наведено в Додатку.

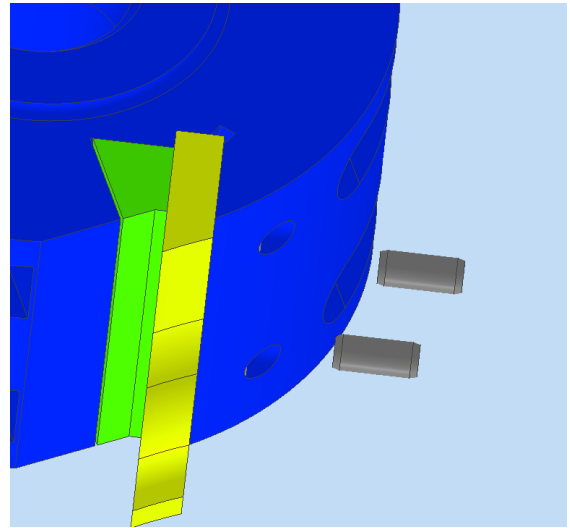
2.5 Збірна модель фрези

Для візуалізації при виготовленні збірної фрези, її прототипу та створення об'ємної анімації доцільним є використання 3D моделювання. Це дозволить оцінити фізичні та технічні особливості готового виробу ще до його виготовлення в дійсних розмірах, з заданих матеріалів і у відповідній комплектації. Створену модель в подальшому можна використовувати для створення керуючих програм на верстатах з ЧПК та пришвидшити процес складання та дозволить виконувати симуляцію процесу оброблення для редагування режимів різання.

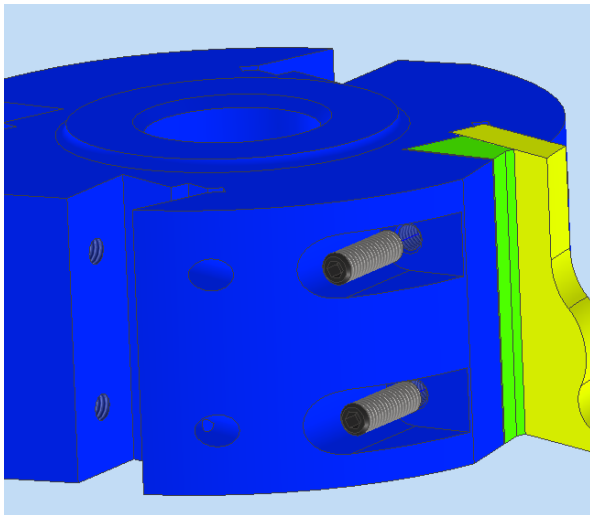
Створюємо нову збірку, додаємо компоненти фрези та призначаємо необхідні зв'язки (рис. 2.16 а). Додаємо штифти для кріплення ножів. Використовуємо стандартні кріпильні елементи з бібліотеки Autodesk Inventor – Штифти 6x14 ISO 8734 (рис. 2.16 б). Додаємо затискні гвинти. Ці гвинти входять у різьбу корпусу та затискають клин своїм торцем – гвинти M6x20:1 ISO 4029 (рис. 2.16 в). Після цього додаємо юстивувальні гвинти M6x8:1 ISO 1580. Вони розташовуються на торці фрези і підпирають ножі знизу (рис. 2.17 г).



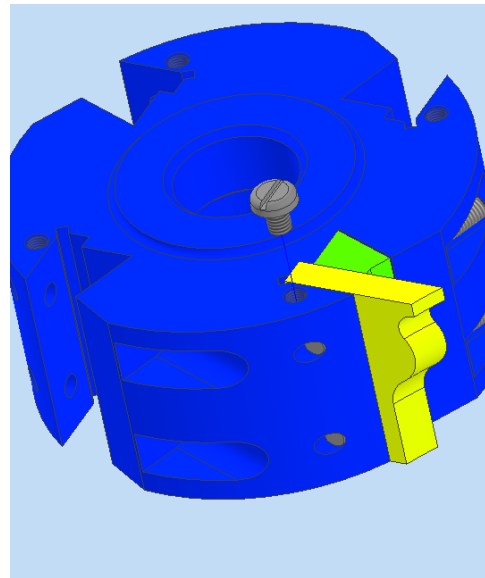
а



б



в



г

Рисунок 2.17 – Створення збірки фрези: а – базування ножа та клину в корпусі фрези; б – додавання штифтів для кріплення ножів; в – додавання затискних гвинтів; г – додавання юстивувальних гвинтів

Створюємо масив з компонентів та утворюємо схему збірки фрези із всіма компонентами (рис. 2.18). За результатами проектування розроблено складальний кресленик наведений в Додатку.

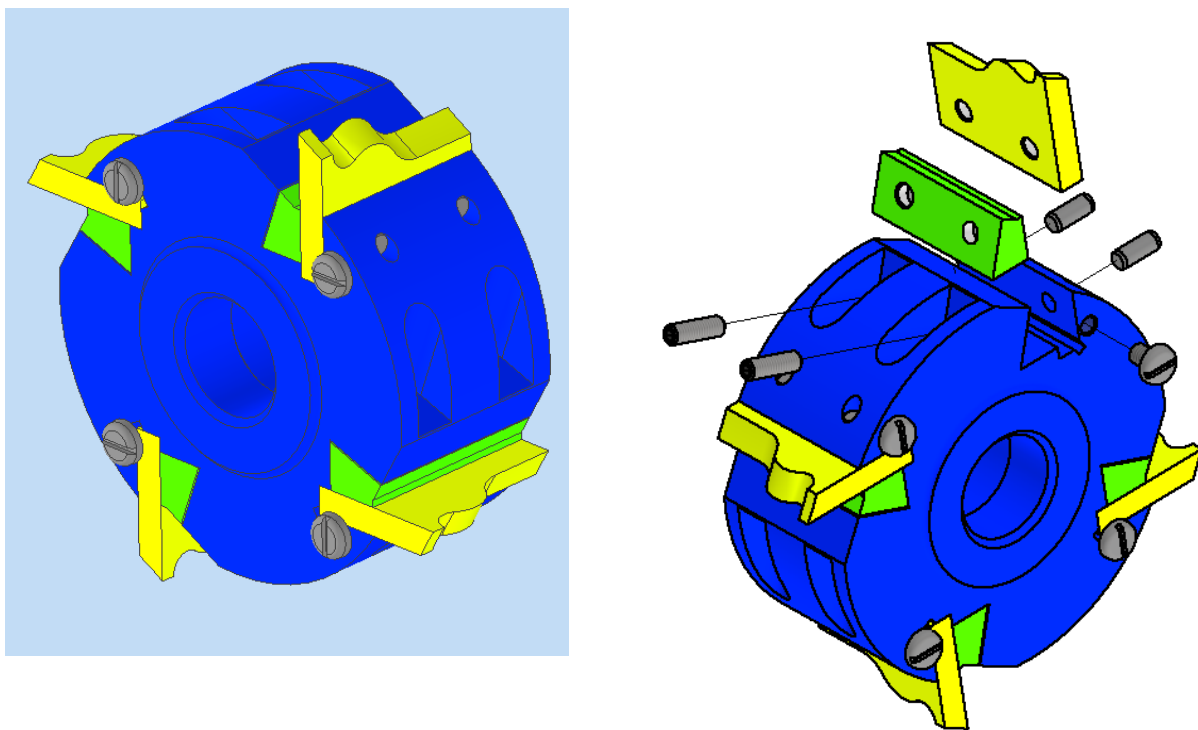


Рисунок 2.18 – Схема збірки фрези

3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСУ ФРЕЗИ

3.1 Технічні вимоги виготовлення до корпусу фрези

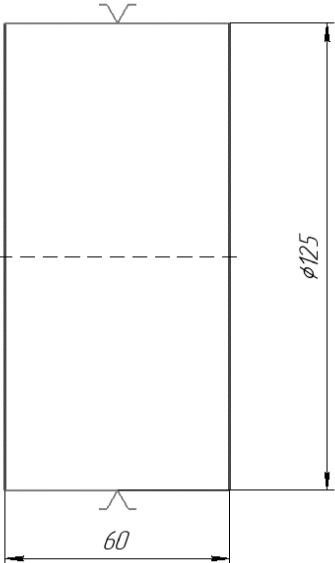
Технічні вимоги до виготовлення корпусу фрези визначаємо за ГОСТ20329-74 [1]:

- 1) Сталь для корпусу марка 40Х за ДСТУ ISO 7808:2015 [2].
- 2) Твердість корпусу фрези 41...51 HRCe.
- 3) На робочій поверхні фрези не має бути знеуглецевих місць.
- 4) Шорсткість поверхонь фрези за ГОСТ 2789-73 [3].
- 5) На поверхні не має бути тріщин, викришень, задирок, а також слідів корозії.
- 6) Крайні відхилення розмірів фрези в мм не повинні перевищувати наступних значень: а. Зовнішнього діаметра- h16 б. Діаметр посадкового отвору - Н7
- 7) Допуск радіального биття різальних кромek зубів відносно осі отвору не має перевищувати 0,06 мм.
- 8) Допуск торцевого биття фрез не повинно перевищувати 0,15 мм.
- 9) Поверхні корпусів, окрім посадочного отвору, опорних торців, деталі кріплення і регулювання ножів повинні мати захисне покриття за ГОСТ 9.301.
- 10) Параметри шорсткості поверхонь фрез за ГОСТ 2789 повинні бути, мкм, не більше: посадочних отворів фрез, які дотикаються до поверхонь цанг і корпусів фрез поверхонь укорочених цанг – Ra 1,25; зовнішніх поверхонь корпусів, опорних торців корпусів для фрез з безпосередньою посадкою на шпиндель, опорних і торцевих поверхонь ножів, оснащених пластинами із твердого сплаву – Ra 2,5; дотичні поверхні корпусів і клинів з ножами – Rz 20; інші поверхні – Rz 40.
- 11) Корпуса фрез повинні бути урівноважені. Допустимий остаточний дизбаланс повинен бути не більше 50 г·мм

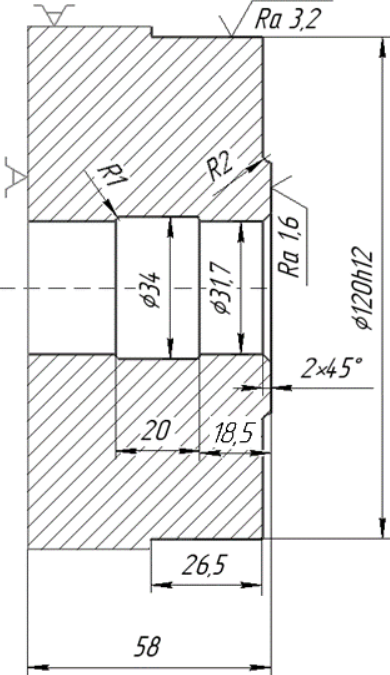
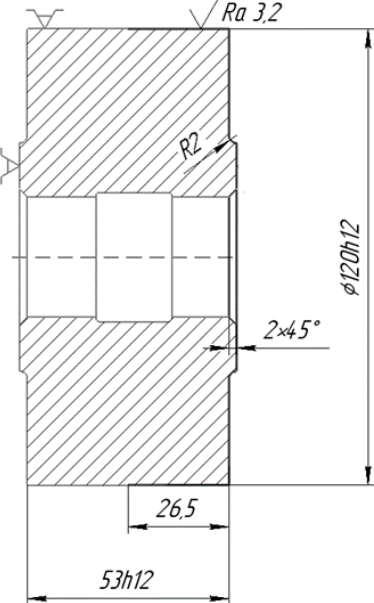
3.2 Маршрутний процес виготовлення корпусу

Розроблений технологічний процес виготовлення корпусу фрези на верстатах з ЧПК та використанням сучасного оснащення та інструменту наведено в табл. 3.1.

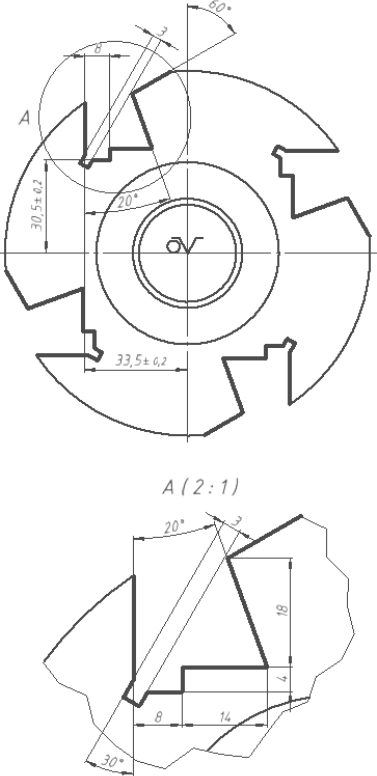
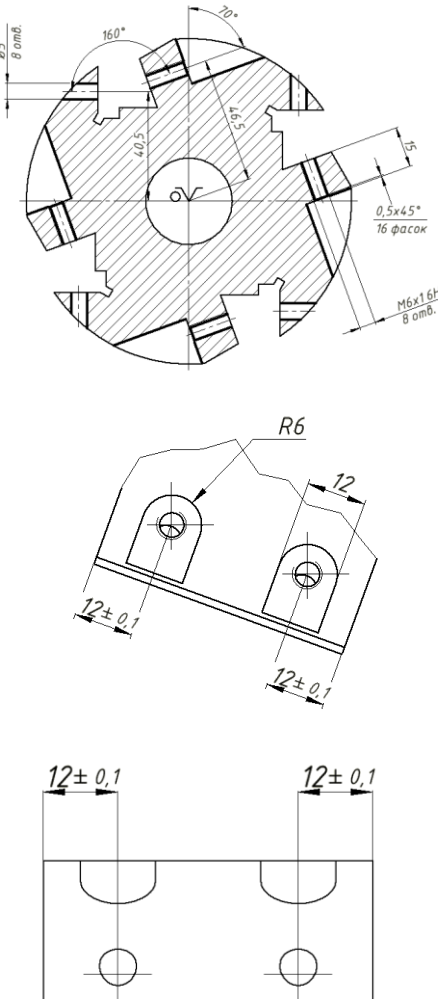
Таблица 3.1 Технологія виготовлення корпусу фрези

Назва і зміст операції	Ескіз	Інструмент	Версат, пристрій
1	2	3	4
005. Заготівельна. - відрізати заготовку (діаметр 125мм та довжина 60мм)		Пилка стрічкова ГОСТ 53924-2010	Стрічковий верстат, лещата 6546-160 Bison-Bial

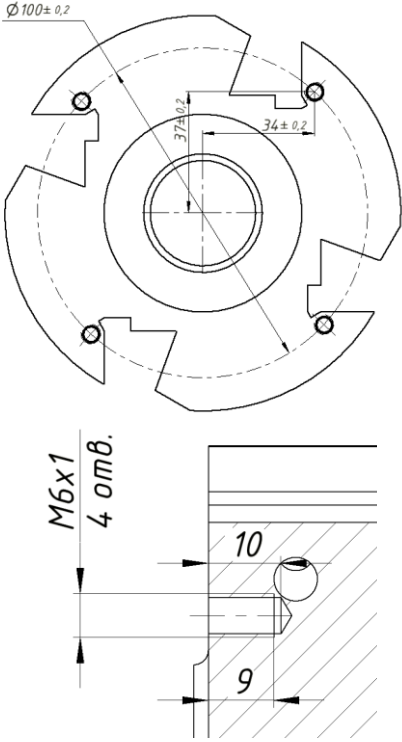
Продовження табл. 3.1

1	2	3	4
010. Токарна з ЧПК - підрізати торець; - точити буртик $\varnothing 60$ мм; - свердлити отвір центрувальний; - свердлити отвір $\varnothing 30$ мм; - розточити отвір $\varnothing 31,7$ мм; - розточити отвір $\varnothing 34$ мм; - точити фаску в отворі $\varnothing 31,7$ мм; - точити зовнішню поверхню $\varnothing 120$ мм		Різець Sandvik прохідний MCLNR 2020K12 Свердло центрувальне 2317-0107 ГОСТ 14952-75 Свердло 2300-0068 ГОСТ 886-77 Різець Sandvik розточний ISO A20S-STFCL 11HP-RB1	Токарний верстат HAAS TL-1 патрон 3-х кулачковий
015. Токарна з ЧПК - підрізати торець; - точити буртик $\varnothing 60$ мм; - точити фаску в отворі - точити зовнішню поверхню $\varnothing 120$ мм		Різець Sandvik прохідний MCLNR 2020K12	Токарний верстат HAAS TL-1 патрон 3-х кулачковий

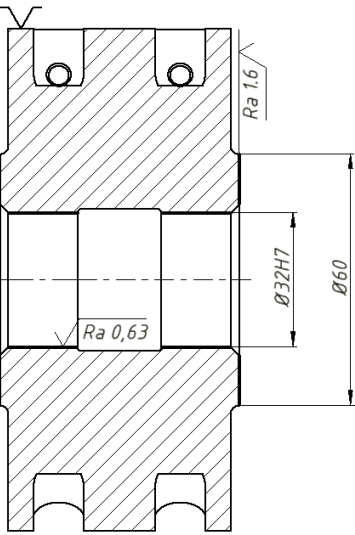
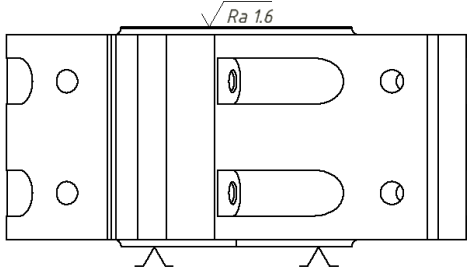
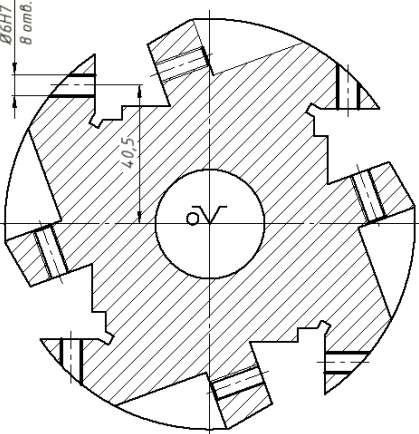
Продовження табл. 3.1

1	2	3	4
020. Фрезерна -фрезерування пазу товщиною 8мм; -фрезерування пазу кутовою фрезою 70° -фрезерування стружкової канавки - фрезерування канавки товщиною 3 мм		Фреза дискова VRDF-D100x8- d32-Z12 Фреза кутова 60x13x22 70° Пила дискова 355x2.2x1,8x25,4 мм 80z Фреза кутова 150x18x40 мм 60° Z=36 P6M5	Фрезерний верстат 6Т82 Ділильна головка, оправка
025. Фрезерна - свердління центрувальних отворів (п. 1,2) - свердління отворів Ø5 мм (п1,2) - фрезерування пазів кінцевою фрезою (п.1) - зенкування фасок (п. 1,2) - нарізання різьби М6х1(п.1)		Свердло центрувальне 5.0 мм VULKAN HSS-TiN Свердло 5.0 мм P6M5 DIN 338 LT 100-050 Мітчик М6х1,0 DIN376В 6h HSSE Свердло 6.0 мм P6M5 DIN 338 LT 100-060 Фреза кінцева 12x55x12x150- 4F	Фрезерний верстат СФ- 40 Ділильна головка, оправка

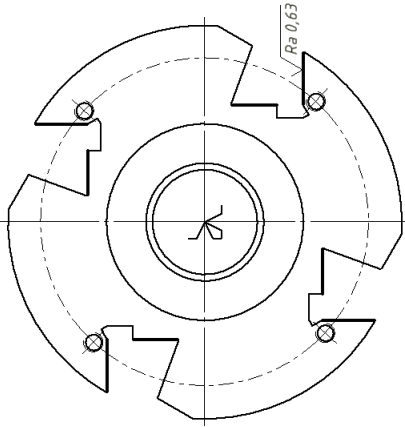
Продовження табл. 3.1

1	2	3	4
030.Фрезерна з ЧПК - свердління отворів $\varnothing 5$ мм - нарізання різьби М6х1		Свердло центрувальне 5.0 мм VULKAN HSS-TiN Свердло 5.0 мм P6M5 DIN 338 LT 100-050 Мітчик М6х1,0 DIN376В 6h HSSE	Фрезерний верстат СФ- 40 Патрон 3-х кулачковий
035. Термічна - гартувати; - відпустити;- - очистити від окалини; - - контролювати розміри корпусу	При температурі 840° С протягом 30хв ГОСТ1050-88		Піч з висувним полом «Накал» ПВП 300

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4
040. Внутрішньо-шліфувальна - шліфувати внутрішній отвір -шліфувати торець		Шліфувальна головка AW 32x32x10 білий електро-корунд	Внутрішньо-шліфувальний верстат 3K227 патрон для шліфування
045. Плоскошліфувальна - шліфувати торець		Шліфувальний круг 250x32x76 25A	Плоско-шліфувальний верстат CORMAK Магнітний стіл
050. Фрезерна -розвернути отвори під штифти		Розгортка слюсарна 6H7	Фрезерний верстат СФ-40 Ділильна головка, оправка

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4
055. Шліфувальна Шліфування пазу під пластину і клин		Круг 120x13x32 електрокорунд білий 25А Круг шліфувальний конічний 1V1 100x6x5x30 x31,75	Загострю- вальний верстат Ділильна головка, оправка
060. Слюсарна - відновити різьби		Мітчик М6х1,0 DIN376В 6h HSSE	
065. Хімічне оксидування - нанести хімічне окисне покриття	При температурі 350° С		Муфельна піч СНОЛ
070. Маркувальна - маркувати АWP СМ 120х32х4			Лазерний верстат GLMaster 3020 40 Вт Лещата

3.3 Розрахунок припуску при механічній обробці

Для чорнового та чистового оброблення зовнішнього діаметру 120 мм корпусу фрези необхідно розрахувати припуски. Для цього скористуємось методикою, наведеною в довіднику [10]:

Мінімальне значення припуску розраховують за наступною формулою:

$$2z_{min} = 2(R_{zi-1}h_{i-1}\sqrt{p_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2})$$

де R_{zi-1} - висота мікронерівностей поверхні на попередньому проході;

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

p^2_{i-1} - сумарне значення просторових відхилень взаємопов'язаних поверхонь, які залишилися після попереднього проходу;

Визначення припуску для чорнового проходу. За табл. Б.1 [11]:

$$Rz = 150 \text{ мкм}, h = 250 \text{ мкм}$$

За табл. В.14 [11] кривизна

$$\rho = 0,4\%L$$

Тоді:

$$\rho = 0,4\% \cdot 120 = 0,48 \text{ мм} = 480 \text{ мкм}$$

Значення ε розраховуємо за формулою (2.39) [7]:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\sigma}^2 + \varepsilon_3^2}$$

За табл. Д.2 [11] похибка закріплення при установці заготовки в трикулачковому самоцентрувальному патроні становить:

$$\varepsilon_3 = 280$$

Похибка базування враховуючи для поверхні обертання:

$$\varepsilon_{\sigma} = 0$$

Отже

$$2z_{min} = 2 \left(150 + 250 + \sqrt{480^2 + 280^2} \right) = 1760 \text{ мкм}$$

Допуск після обробки h_{15}

Визначення припуску для чистового проходу

Згідно з табл. Б.16 [11]:

$$Rz = 120 \text{ мкм}, h = 120 \text{ мкм}$$

Кривизна після чорнового точіння:

$$\rho_2 = \rho_{\text{чорн}} = 0,06 \cdot \rho = 0,06 \cdot 480 = 28,8 \text{ мкм}$$

Згідно з формулою (2.40) [8] похибка установки дорівнює:

$$\varepsilon_2 = K_y \cdot \varepsilon_1 = 0,06 \cdot 280 = 16,8$$

$$K_y = 0,06$$

де K_y - коефіцієнт зменшення початкової похибки при виконанні попереднього проходу.

Тоді:

$$\varepsilon_2 = 0,06 \cdot 280 = 16,8 \text{ мкм}$$

Отже

$$2z_{\min} = 2 \left(120 + 120 + \sqrt{28,8^2 + 16,8^2} \right) = 546 \text{ мкм}$$

Допуск після обробки h_{12}

3.4 Розрахунок режиму різання

Проведемо розрахунок режимів різання для токарних операцій з ЧПК. Для цього скористуємось методичними вказівками з довідника [12]. Операції виконуються на верстаті HAAS TL-1.

Загальний припуск на обробку:

$$\delta = \frac{D - d}{2}, \text{ мм}$$

де $D = 125$ мм – діаметр заготовки;

$d = 120$ мм – діаметр деталі.

$$\delta = 2,5 \text{ мм}$$

Рекомендується знімати припуск за один прохід інструменту, за умови якщо це дозволяє міцність інструменту, який обробляє заготовку.

При чорновій обробці глибина різання t дорівнює:

$$t = 1 \text{ мм}$$

За [12] призначаємо подачу $S_0 = 0,55$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання V_1 м/хв

$$V_1 = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S_0^y} K_V, \text{ м/хв}$$

де $T = 60$ хв – середнє значення стійкості різця;

$C_V = 350$ – коефіцієнт пропорційності ;

$m = 0.2, x = 0.15, y = 0.2$ – показники степенів

K_V – коефіцієнт, що враховує умови різання:

$$K_V = K_{mV} \cdot K_{nV} \cdot K_{iV}$$

де $K_{mV} = 0,6$ – коефіцієнт якості оброблюваного матеріалу

$K_{nV} = 0,9$ – коефіцієнт стану поверхні заготовки;

$K_{iV} = 1$ - коефіцієнт, який враховує якість матеріалу інструменту.

$$V_1 = 94 \text{ м/хв}$$

Швидкість обертання шпинделя розраховується за формулою

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi D} = \frac{94 \cdot 1000}{120\pi} \approx 249 \text{ об/хв}$$

Розрахуємо значення складника сил різання для нашої фрези використовуючи формулу:

$$P_{z,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_0^y \cdot V_1^n \cdot K_p, \text{ Н}$$

де $C_p = 300$ – коефіцієнт;

$n = -0.15, x = 1, y = 0.75$ – показники степенів.

K_V – коефіцієнт, який враховує конкретні умови обробки:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{tp}$$

де $K_{Mp} = 1.57$ – коефіцієнт, який враховує вплив якості матеріалу заготовки;

$K_{\varphi p} = 0.98, K_{\gamma p} = 1, K_{\lambda p} = 1, K_{tp} = 0.87$ – коефіцієнти, які враховують геометричні параметри інструменту;

Отже підставимо всі вищезазначені значення:

$$K_p = 1.57 \cdot 0.98 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.87 = 1.338582;$$

Округлюємо значення до сотих і отримуємо: $K_p = 1.34$;

Тоді

$$P_{z,x} = 10 * 300 * 1 * 0.55^{0.75} * 94^{-0.15} * 1.34 = 1298.75996 \text{ Н},$$

Округлюємо значення та приймаємо

$$P_{z,x} = 1299 \text{ Н}.$$

4 ПРОЕКТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСУ ФРЕЗИ

4.1 Види ділильних головок та їх призначення

Ділильна головка – це пристрій, який забезпечує рівномірний поділ круглої заготовки на однаково віддалені частини, наприклад під час різання шліців, нарізання зубів шестерень, фрезерування канавок у мітчиках і розгортках, рознесення отворів на колі.

Типи ділильних головок. Існує чотири типи ділильних головок:

- Звичайна ділильна головка;
- Універсальна ділильна головка;
- Оптична ділильна головка;
- Ділильна головка із ЧПК.

Звичайна ділильна головка (рис. 4.1) є найпростішою з усіх типів ділильних головок. Звичайна ділильна головка поділяється на два типи. Перший тип має індексну пластину, встановлену безпосередньо на його шпинделі, і тут не використовуються черв'як і черв'ячне колесо. Вказівна пластина має 12-36 рівновіддалені отвори по периферії. Деталь утримується між двома центрами, тобто одним на шпинделі ділильної головки, а іншим на задній бабці.

Для фіксації шпинделя в його положенні використовується ручний важіль або фіксатор. Пластину разом зі шпинделем можна обертати за допомогою руків'я, яке розташовано з лівого боку ділильної головки.

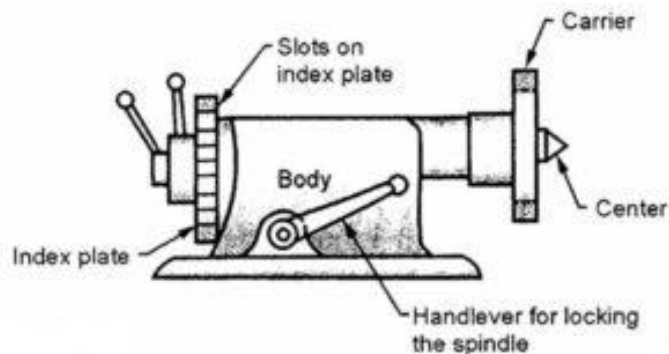


Рисунок 4.1 – Зовнішній вид звичайної ділильної головки першого типу [16]

Другий тип простої ділильної головки (рис. 4.2) використовує черв'як і черв'ячний механізм. У цьому індексуванні рух пластини забезпечується черв'яком, який обертається вручну.

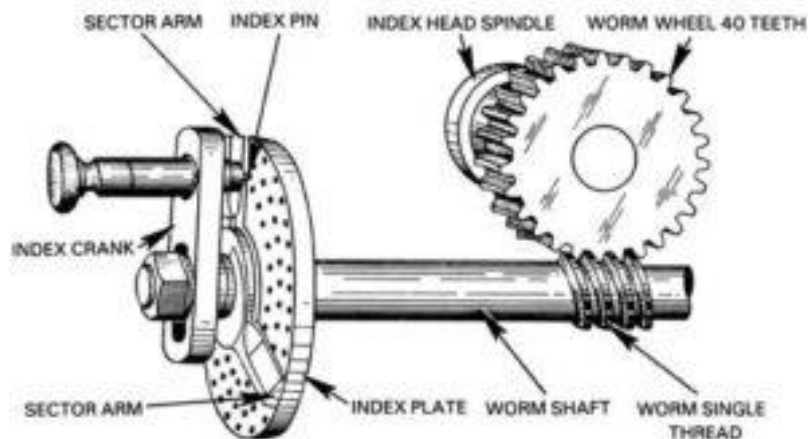


Рисунок 4.2 – Зовнішній вид звичайної ділильної головки другого типу [16]

Звичайна ділильна головка зазвичай використовується в операціях, де потрібна середня точність, таких як мітчики для рифлення, розгортки, фрезерування прямокутників, квадратів, шестикутників тощо.

Універсальна ділильна головка (рис. 4.3) складається з нерухомого корпусу 1, на підставі якого розташовані два пази, призначені для закріплення головки на столі верстата, а також дві шпонки для орієнтації головки по пазу столу. У centruючих виточках корпусу встановлена поворотна частина головки 2, всередині якої знаходиться пустотілий шпиндель 3.

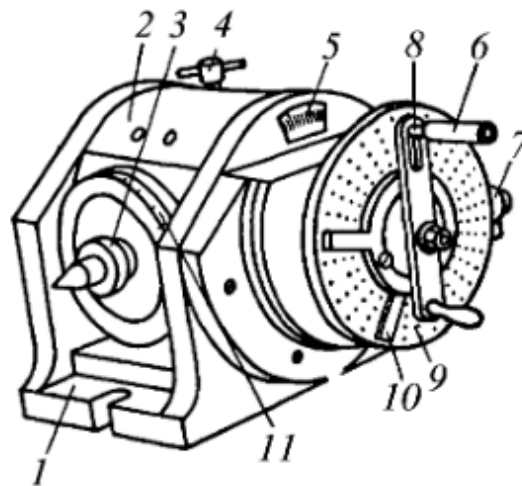


Рисунок 4.3 – Внутрішній механізм універсальної ділильної головки [17]

Деякі ручні ділильні головки оснащені силовим приводом. Це дозволяє підключати обертання ділильної головки до подачі столу фрезерного верстата замість використання ручного кривошипу. Передбачено набір перемикачів передач для вибору співвідношення між подачею столу та обертанням. Ця установка дозволяє обробляти спіральні або косозубі елементи, такі як спіральні шестерні, черв'яки або деталі гвинтового типу, оскільки деталь одночасно обертається і переміщається в горизонтальному напрямку.

Ділильні головки з ЧПК (рис. 4.4) по конструкції аналогічні ручним варіантам, за винятком того, що вони мають серводвигун, з'єднаний зі шпинделем, замість ручного кривошипа та ділильних пластин. Серводвигун управляється електронікою, щоб індексувати роботу до необхідного становища. Управління може бути простою клавіатурою для оператора, або повністю керованим ЧПК.

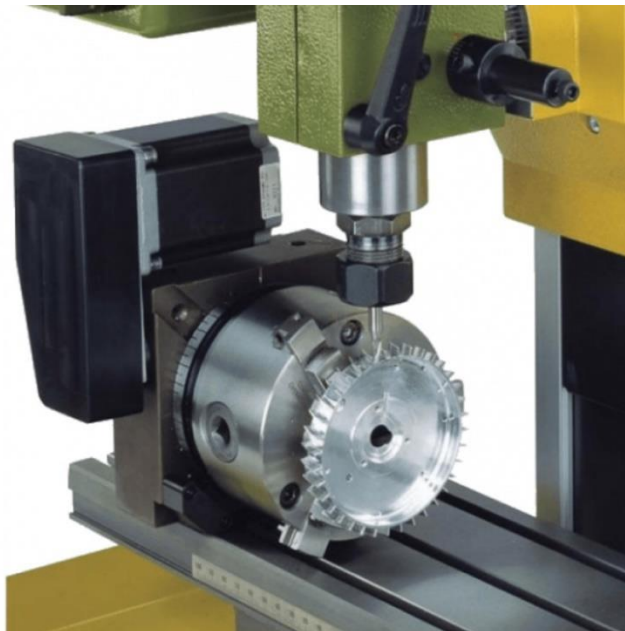


Рисунок 4.4 – Ділильна головка з ЧПК [18]

Ділильними головками з ЧПК можна керувати у двох різних режимах. Найпростіший метод роботи використовує прості функції управління, вбудовані в ділильну голівку. Для цього не потрібний верстат із ЧПК. Оператор вводить потрібний кут блок управління, прикріплений до ділильної голівки, і він

автоматично повертається в потрібне положення і фіксується на місці для обробки. Це простіше, ніж налаштування ручної ділильної головки, тому що немає необхідності міняти місцями індексні пластини або обчислювати, яке положення отворів використовувати. Це також швидше для операцій, що повторюються, тому що заготовка може бути проіндексована простим натисканням кнопки, що усуває необхідність підраховувати обертання рукоятки або певні положення отворів на індексній пластині. Ділильна головка з ЧПК може використовуватися як на звичайних, так і верстатах з ЧПК.

Більшість ділильних головок з ЧПК також можуть функціонувати як повноцінна вісь ЧПК та можуть бути підключені до управління верстатом з ЧПК. Це дозволяє головному контролеру ЧПК верстата управляти ділильною головкою так само, як і іншими осями верстата. Це може бути використане для обробки складних 3D-форм, спіралей з непостійним кроком та подібних складних деталей. Цей режим роботи не можна використовувати на ручному верстаті, оскільки для роботи потрібно повний контролер ЧПК.

4.2 Конструювання ділильної головки прямого ділення

Для фрезерування пазів у корпусі фрези було обрано звичайну ділильну головку першого типу. Для виготовлення корпусу фрези потрібна головка із кроком повороту рівному 10° . Розрахуємо кількість поділок на ділильному диску головки за наступною формулою:

$$n = \frac{360^\circ}{10^\circ} = 36 \text{ поділок}$$

Даний диск дозволяє здійснювати поділ деталі на 2, 3, 4, 6, 9, 12 і 18 частин. Основні конструктивні елементи пристосування обрані за посібником [19]. Проектування ділильної головки починається із шпинделя. Дана деталь всередині має отвір під інструментальний конус Морзе №5. Шпиндель має форму ступінчастого валу. Він обертається всередині двох підшипників – конічного спереду і циліндричного ззаду (рис. 4.5).

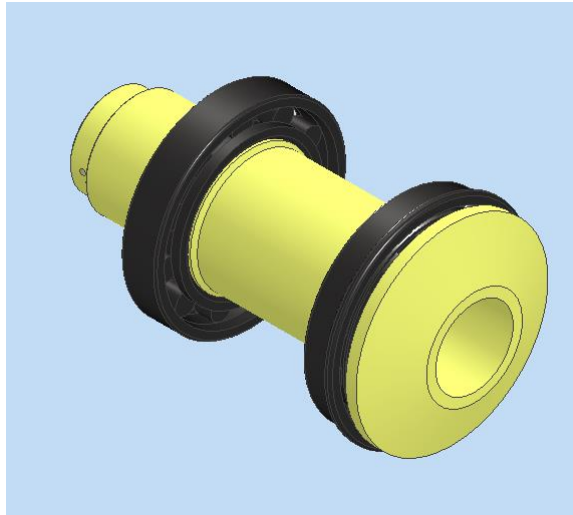


Рисунок 4.5 – Шпиндель ділильної головки із підшипниками

До оправки з задньої частини кріпиться ділильний диск (рис. 4.6), що має 36 отворів діаметром $\varnothing 6$ мм. На зовнішній частині отворів зроблені фаски. Ділильний диск можна змінювати залежно від потреб – єдиною умовою є зберігання товщини диску, діаметру отворів, діаметру диску, та відстань до отворів від осі. Диск кріпиться штифтами до шпинделю і обертається разом з ним.

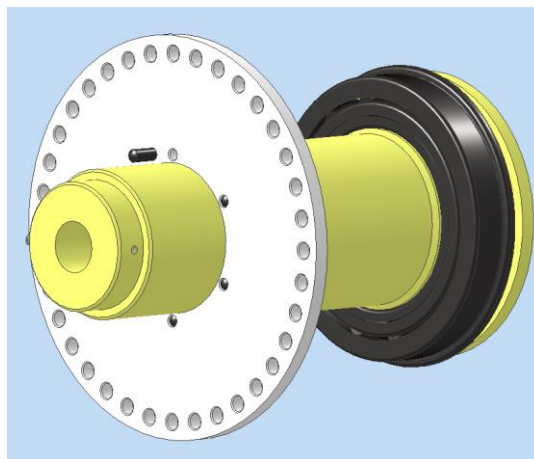


Рисунок 4.6 – Ділильний диск та кріплення до шпинделя

Наступним конструктивним елементом ділильної головки є руків'я (рис. 4.7). Воно складається із насадки на шпиндель та самого руків'я, що має власну різьбу та кріпиться до насадки. Сама насадка кріпиться гвинтами до шпинделю, та має внутрішній шестигранний паз. В цей паз входить болт, яким

затягується оправка. Для конусу Морзе №5 потрібен болт із різьбою М20 (ГОСТ 25557-82, [20]). Затягування відбувається шляхом обертання шпинделю, оправка із заготовкою при цьому тримається нерухомо.

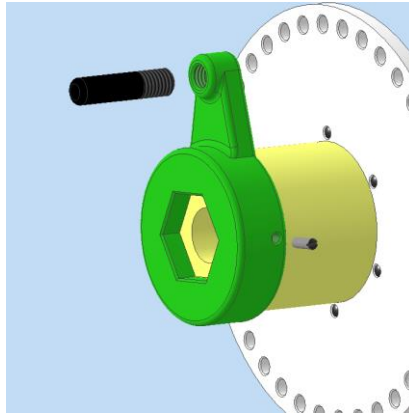


Рисунок 4.7 – Руків'я та кріпильні гвинти

Корпус ділильної головки виконується методом лиття. Основа корпусу має Т-подібну форму. Спереду та позаду основи корпус має виступи, на яких розташовані пази під кріплення гвинтів, що затягують сухарі. Верхня частина корпусу має циліндричну форму, на якій зверху розташований виступ із отвором. Потрібний отвір на ділильному диску довертається таким чином, щоб мати спільну вісь із отвором на виступі корпусу. Після цього обидва отвори з'єднуються фіксатором (рис. 4.8).

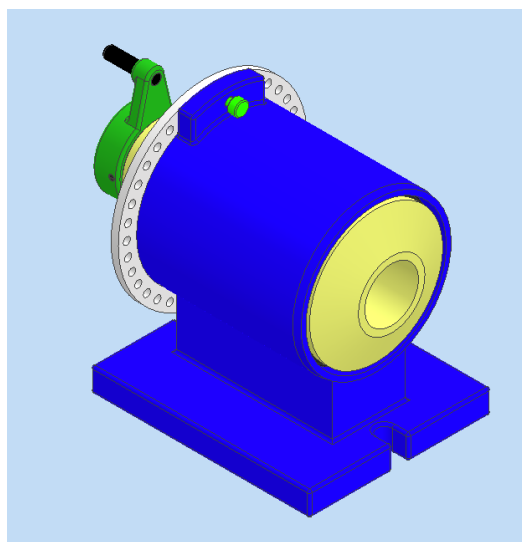


Рисунок 4.8 – Ділильна головка в збірці

Оброблювальна деталь кріпиться на оправку (рис. 4.9), яка затискається болтом у конічному отворі. Оправка виготовлена за ГОСТ 27304-87 [21], замість циліндричного хвостовика виконано хвостовик із конусом Морзе №5. Оправка має ступінчасту будову з різних діаметрів, деталь кріпиться на жорстку посадку $\varnothing 32h7$. На кінці оправки розташована різьба М30х1.5. Торець заготовки впирається в ширшу ступінь оправки, а інший торець затискається гайкою, перед якою встановлюється шайба, призначення якої захистити корпус від пошкоджень при сильному натязі.

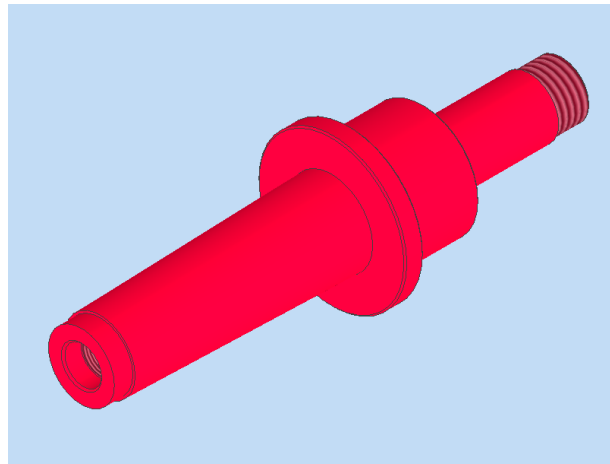


Рисунок 4.9 – Оправка для кріплення заготовки

Зовнішній вид пристосування для фрезерування пазів наведено на рис. 4.10

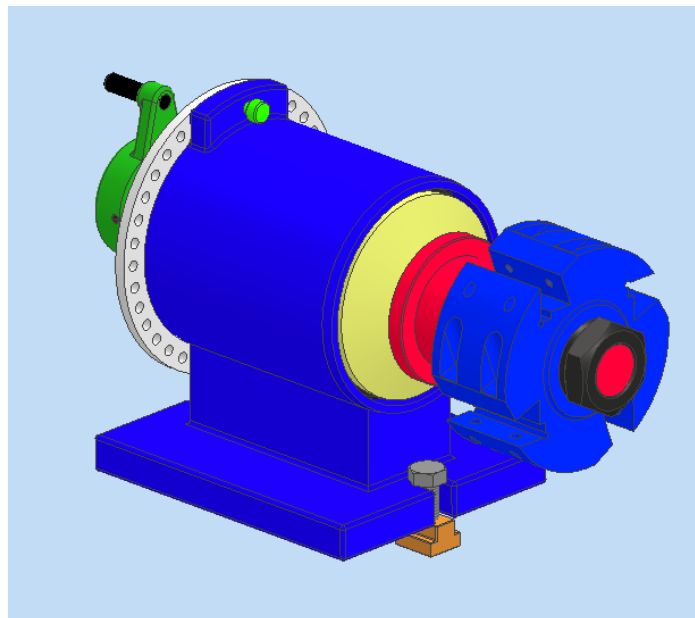


Рисунок 4.10 – Пристосування для фрезерування пазів із закріпленою фрезою

Дана конструкція призначена для обробки фрез діаметром до $\varnothing 200\text{мм}$. Заготовку можна оброблювати дисковими фрезами діаметрами до $\varnothing 250\text{мм}$, в залежності від глибини фрезерування. Можлива модернізація включає в себе виготовлення змінних ділильних дисків для фрез різної конструкції. Також можливо змінити форму оправку, єдиним обмеженням якої є розмір хвостовика. Для заготовок великої довжини необхідно буде застосовувати задню бабку із висотою вісі 120мм над фрезерним столом.

Складальний кресленик пристосування та специфікація наведено в додатку.

4.3 Розрахунок сили затиску заготовки на пристосуванні

Даний розрахунок виконано за методичними вказівками [24].

Розрахуємо сили затиску корпусу фрези на оправці за формулою:

$$Q = \frac{2kR_z D}{(D_1 + d)f}$$

Де $R_z = 1298.76 \text{ Н}$ – головна складова сили різання, Н;

D – діаметр фрези; D_1 – діаметр упорного бурта; d – діаметр оправки;

$k = 1,2$ і $f = 0,25$

Отже

$$Q = \frac{2 * 1,2 * 1298,76 * 0,12}{(0,06 + 0,032) * 0,25} = \frac{374,043}{0,023} = 16262,74$$

Або $Q = 16,3 \text{ кН}$

5 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ НА ВЕРСТАТІ З ЧПК

Технологічні операції для виготовлення корпусу фрези 010 та 015 виконуються на верстаті із ЧПК. Верстат із ЧПК (числове програмоване керування) - це верстат, який використовується для автоматичної обробки деталей з використанням комп'ютерного керування. ЧПК верстати використовуються в різних галузях промисловості, включаючи машинобудування, автомобільну промисловість, аерокосмічну промисловість та інші.

Основні складові ЧПК верстату включають:

- Основа верстату: Це стійка, на якій розміщено рухомі елементи та інструментальне обладнання.
- Рухомі елементи: Включають шпиндель, який забезпечує обертання інструменту, а також осі (X, Y, Z), які керують рухом верстату в різних напрямках. Деякі ЧПК верстати можуть мати додаткові осі, такі як поворотна ось (A) або крокова ось (B), для виконання складних операцій обробки.
- ЧПК контролер: Це комп'ютерний контролер, який приймає програму для обробки, створену оператором або інженером. Він керує рухами верстату та виконанням операцій згідно з програмою.
- Інструментальне обладнання: ЧПК верстати можуть використовувати різноманітні інструменти для виконання різних операцій, таких як фрезерування, свердління, гравіювання, різання різьби та інші. Інструменти можуть бути змінними і можуть бути автоматично замінені згідно з програмою обробки.

Переваги ЧПК верстатів включають високу точність обробки, автоматизований процес виробництва, швидкість та ефективність, можливість виконання складних операцій та забезпечення високої якості готових деталей.

Верстати із ЧПК є важливими інструментами в промисловому виробництві, де вимагається точна та автоматизована обробка деталей з високою

якістю, зокрема таких як корпус фрези. В нашому випадку використовується токарний верстат із ЧПК HAAS TL-1 (рис. 5.1).



Рисунок 5.1 – Верстат із ЧПК HAAS TL-1 - [22]

G-код - це стандартизована система команд, яка використовується для керування рухами верстату з числовим програмованим керуванням (ЧПК). Він використовується для створення програм обробки, які визначають послідовність рухів і операцій, що повинні бути виконані верстатом.

G-код складається з буквено-числових комбінацій, де кожна команда виконує певну функцію або операцію. Основні команди G-коду включають рухи верстату (наприклад, рух по осі X, Y, Z), включення та виключення інструменту, зміна швидкості руху, зміна координатного початку, вибір режиму роботи верстату (наприклад, свердління, фрезерування, нарізання різьби) та багато іншого.

Для написання G-коду можна використовувати спеціалізовані програми для створення програм ЧПК, такі як CAM (Computer-Aided Manufacturing) системи. В цих програмах оператор або програміст може візуально створювати модель деталі, вибирати операції обробки та налаштовувати параметри. Після

цього програма генерує відповідний G-код, який може бути завантажений на верстат для виконання обробки.

Також G-код може бути написаний вручну, використовуючи текстовий редактор або спеціальні програми для редагування G-коду. Оператор або програміст повинен мати знання про синтаксис та команди G-коду для правильного написання програми обробки. Програму складається з послідовності команд G-коду, і може містити також коментарі, щоб полегшити розуміння програми іншим користувачам.

Важливо враховувати, що точний синтаксис та підтримувані команди G-коду можуть варіюватися залежно від типу та моделі верстату. Тому перед написанням програми обробки варто ознайомитися з документацією конкретного верстату та використовувати відповідні команди для досягнення потрібного результату.

За допомогою середовища Autodesk Fusion 360 створимо керуючу програму для виготовлення корпусу фрези на токарному верстаті з ЧПК. У середовищі Fusion 360 можна проектувати так само, як і в будь-якій програмі САПР. Тож першим чином будуюмо модель у вкладці «Дизайн».

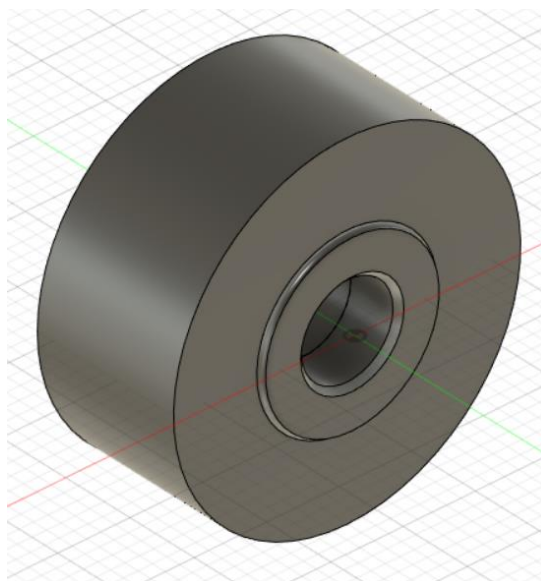


Рисунок 5.2 – Побудова деталь у Fusion 360

Далі створюємо заготовку за допомогою опції “Setup”. Заготовка має такі самі розміри, як і у відповідній технологічній операції.

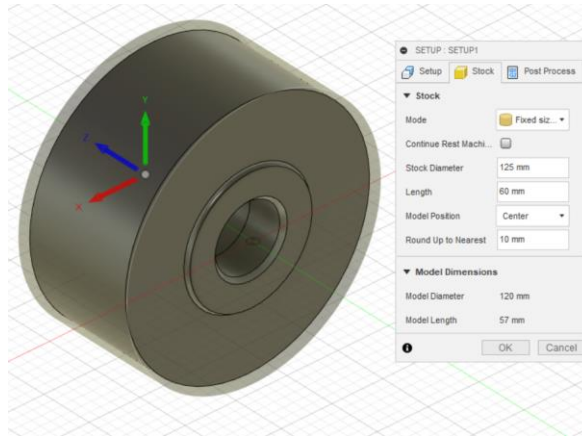


Рисунок 5.3 – Утворення заготовки

Далі проводимо необхідні технологічні операції на токарному верстаті. Інструмент та режими різання обираємо відповідно до технологічного маршруту виготовлення корпусу фрези. Першою операцією є підрізання торцю. Середовище Fusion 360 дозволяє провести симуляцію операції, для перевірки на наявність помилок. Також після закінчення симуляції зображується заготовка після обробки та траєкторія руху інструменту.

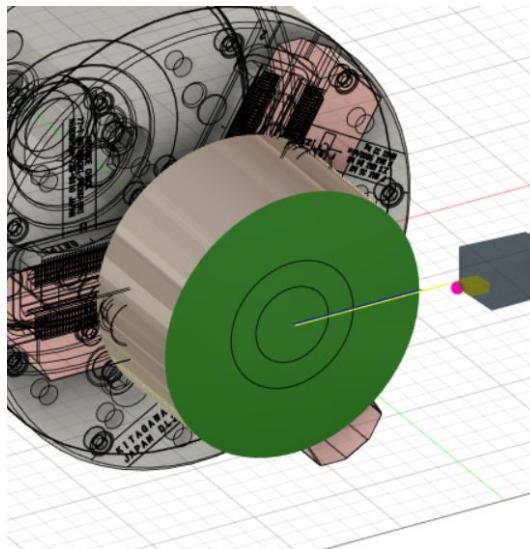


Рисунок 5.4 – Підрізання торцю

Наступним кроком є свердління центрального (рис. 5.5) та наскрізного (рис. 5.6) отворів.

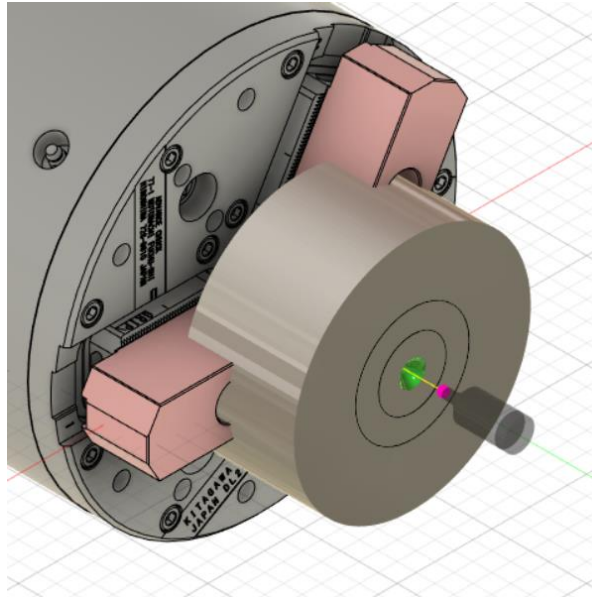


Рисунок 5.5 – Свердління центрального отвору

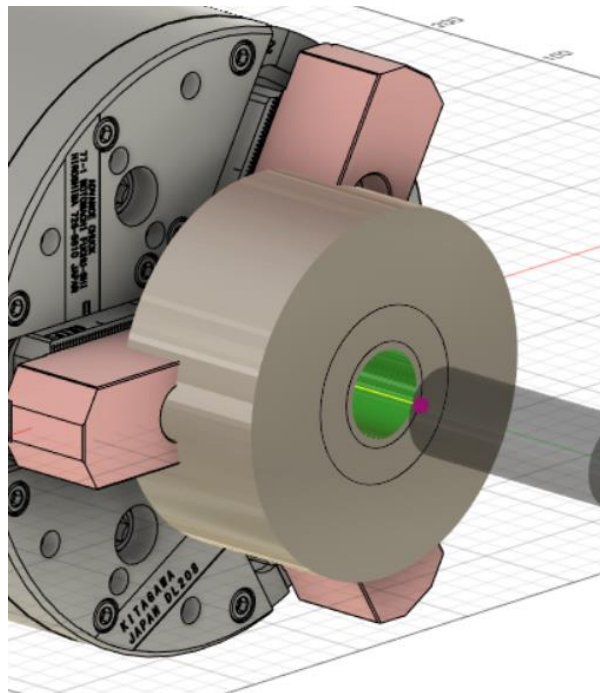


Рисунок 5.6 – Свердління наскрізного отвору

Наступною операцією є розточка внутрішнього отвору до необхідного нам діаметру. Внутрішній отвір є ступінчастим за своєю будовою, тож необхідно обрати розточний різець правильної конструкції для оброблення заготовки. Після розточення отвору (рис. 5.7) виконується точіння фаски (рис. 5.8.)

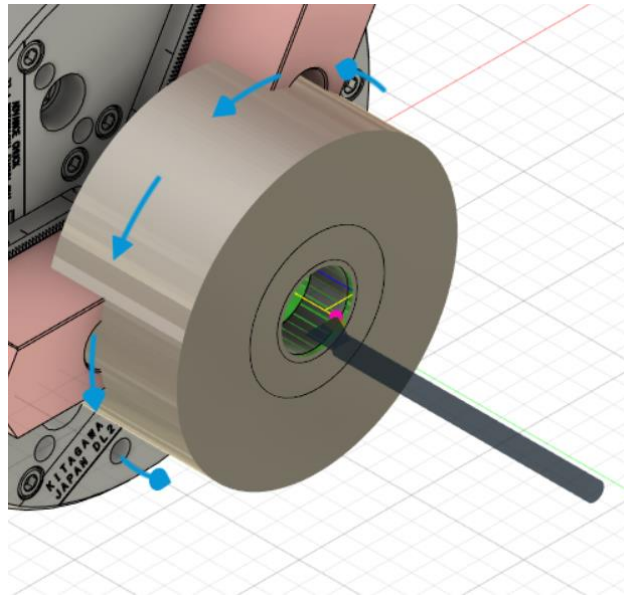


Рисунок 5.7 – Розточення внутрішнього отвору

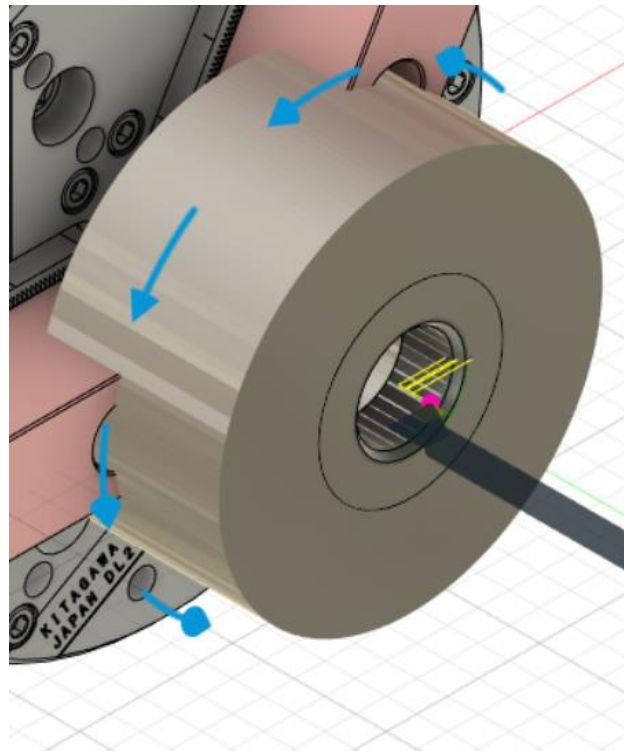


Рисунок 5.8 – Точіння фаски

Наступна операція виконується прохідним різцем. На заготовці точиться буртик та обробляється поверхня по зовнішньому діаметру. Зовнішній діаметр точиться на половину довжини заготовки, щоб не пошкодити патрон, кому розміщена деталь.

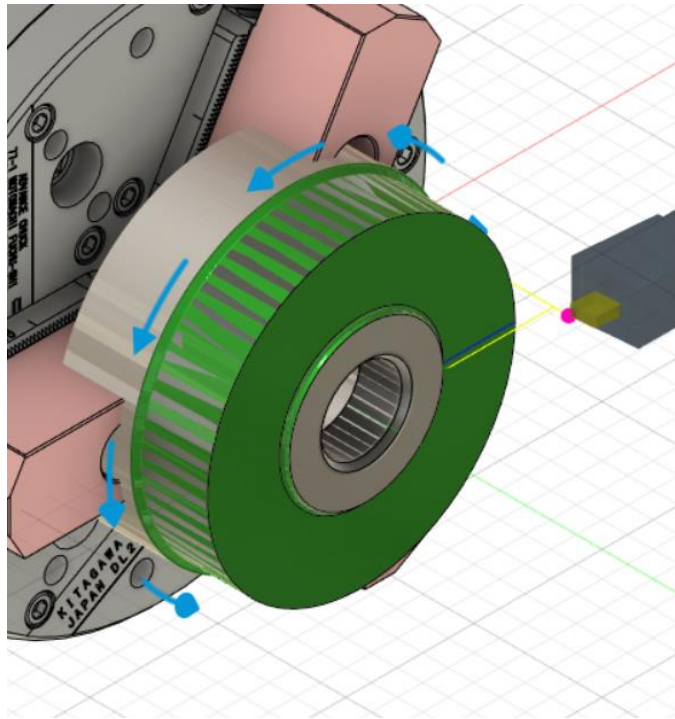


Рисунок 5.9 – Точіння буртика та зовнішнього діаметру

Для наступної операції необхідно перевстановити заготовку на верстаті. Для цього потрібно зробити новий установа, в параметрах якого треба вказати, що заготовка – це оброблене в попередніх операціях тіло.

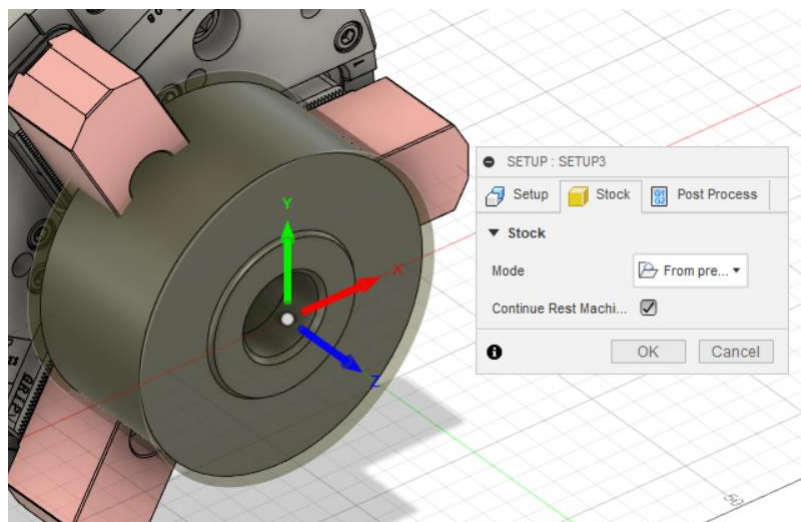


Рисунок 5.10 – Установ 2

Необхідно обробити зворотній торець деталі. Спочатку підрізається торець заготовки.

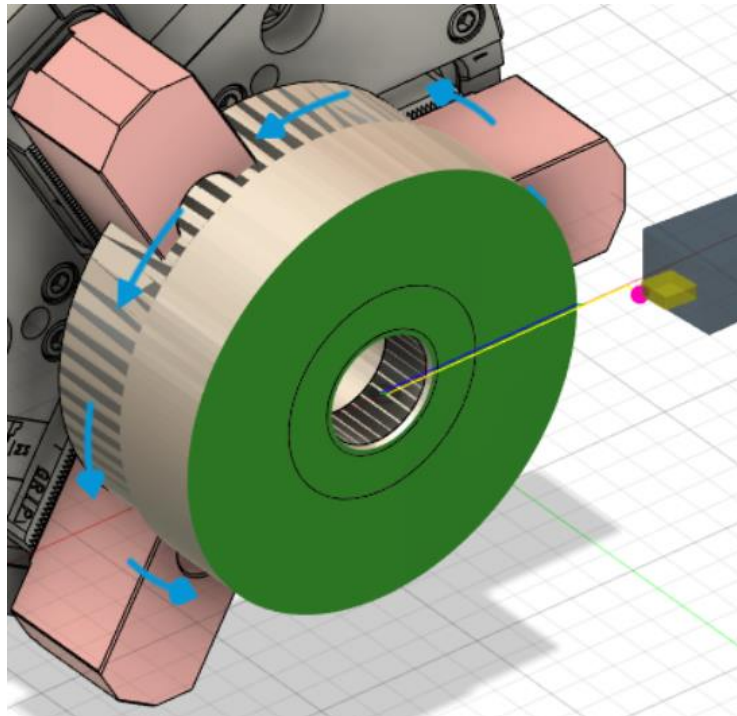


Рисунок 5.11 – Підрізання торцю заготовки

Далі виточується фаска, так само, як і на зворотному торці деталі.

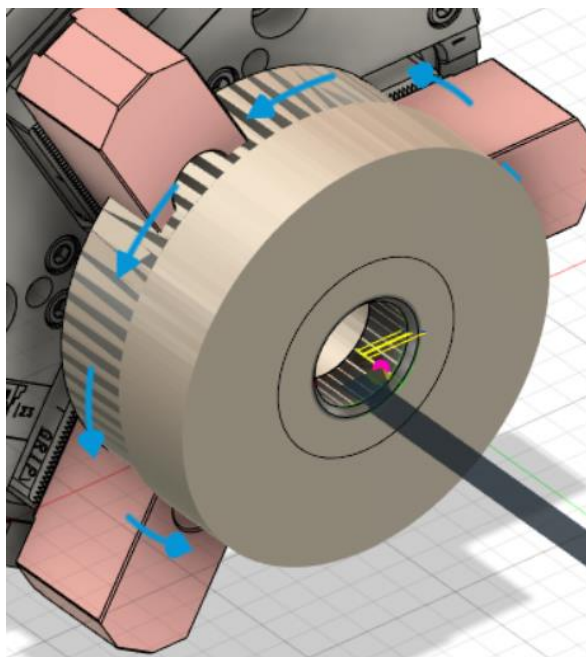


Рисунок 5.12 – Точіння фаски

Останньою операцією на верстаті із ЧПК є точіння буртику та деталі по зовнішньому діаметру.

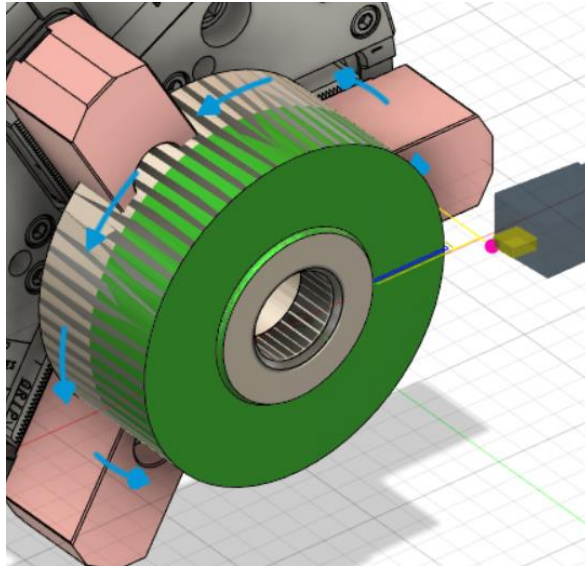


Рисунок 5.13 – Точіння буртику та зовнішнього діаметру

Після виконаних операцій необхідно обрати постпроцесор для верстату. За допомогою команди «NC Program» Fusion 360 напише G-код для усіх виконаних операцій та збереже його в потрібному місці. Отриманий G-код призначений для такого ж інструменту і режимів різання, які було вказано в налаштування до операцій.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломного проєкту було розроблено фрезу для оброблення поверхні плінтуса. Дана фреза складається з корпусу, клина та ножа, які розроблені мною самостійно, та зі стандартних кріпильних елементів. Користуючись науково-методичною літературою, було проаналізовано основні конструктивні елементи фрез, такі як матеріал корпусу, матеріал різальної частини, спосіб кріплення пластин, кути різання тощо, та підібрані для оптимальною обробки заданої поверхні. За допомогою даної фрези можна обробляти не тільки задану поверхню, а й інші фасонні поверхні за умови наявності ножів.

Також було розроблено технологічний маршрут виготовлення корпусу фрези. Даний маршрут оптимізовано для виготовлення корпусу фрези, для виготовлення корпусу були підібрані сучасні інструменти, верстати та пристосування. Одне з пристосувань – а саме поворотний стіл, було модернізовано шляхом заміни стандартного патрона на оправку. Дана оправка дозволить з легкістю обробляти зовнішню поверхню фрези.

Окрім того, була створена керуюча програма для токарного верстату з ЧПК. Дана програма дозволить виконати токарну обробку корпусу фрези.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Технічні характеристики дубу <http://stroyres.net/lesnye-materialy/drevesina/porodi/dub-obzor-parametrov.html>
2. Зустрічне та попутне фрезерування <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/knowledge/milling/down-milling-vs-up-milling>
3. Грубе А.Э. Дереворежущие инструменты/ А.Э.Грубе. – Москва: Лесная промышленность, 1971. – 342с.
4. Верстат фрезерний по дереву FDB MASCHINEN MX50F <https://fdb-maschinen.com.ua/download/MX50F,%20MX50F-400%20-%202020-01-13.pdf.96ddLqEyTx1WOGpkzHX5XJnrIbysh3eZ>
5. Каталог фрез для деревообработки <http://www.tora.com.ua/content/uploads/files/10-spetsializirovanniy-instrument.pdf>
6. Фреза напівкругла увігнута цільної конструкції <https://metalorez.com.ua/ua/p1462397135-freza-fasonnaya-polukruglaya.html> (дата звернення 17.04.2023)
7. ГОСТ 3882-74 <http://www.ukrtop.info/gost/664.pdf>
8. Характеристики Сталі 40X <https://metinvestholding.com/ua/products/steel-grades/40x>
9. Фреза дискова тристороння <https://prom.ua/p1189199815-freza-diskovaya-trehstoronnyaya.html>
10. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-ч т. С74 Т. 1/Под ред. - М.: Машиностроение, 1986. – 656с
11. Кувалдин Ю. І., В.Д. Перовищиков Расчет припусков и промежуточных размеров при обработке резанием. Навчальний посібник / Ю.І Кувальдин Ю. І., В.Д. Перовищиков. – 157 с.
12. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-ч т. С74 Т. 2/Под ред. - М.: Машиностроение, 1986. 496с
13. Поворотный стол HAAS <https://www.haascnc.com/ps/machines/rotaries-indexers/rotary-tables/models/hrt160.html>

14. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков / М.А.Ансеров. – Л.: Машиностроение, 1975. – 656 с.
15. Типи ділильних головок https://en.wikipedia.org/wiki/Indexing_head
16. Універсальна ділильна головка <https://www.enggarena.net/universal-dividing-head/>
17. Кінематична схема універсальної ділильної головки <https://rusnc.ru/poleznoe/delitelnyie-golovki/>
18. Ділильна головка для верстату із ЧПК <http://proxhon.in.ua/ru/proxxon/delitelnaya-golovka-ut-400-cnc-proxxon-24423.html>
19. Котельников В.К. Приспособления для изготовления металлорежущего инструмента / В.К. Котельников – 1977. – 176 с.
20. ГОСТ 25557-82 <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294828/4294828892.pdf>
21. ГОСТ 27304-87 <https://files.stroyinf.ru/Data/120/12051.pdf>
22. Морозов В. Г. Дереворежущий инструмент / В. Г. Морозов. – Москва: Лесная промышленность, 1988. – 339 с.
23. Токарный верстат <https://www.haascnc.com/ps/machines/lathes/toolroom-lathe/models/tl-1.html>
24. 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 : КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 225 с

ДОДАТКИ

Затверджую:
Директор ТОВ "АРТ ВУД ЛАКШЕРІ
ПАРКЕТ"

(Кущенко А.С.)

2023 р.



Технічне завдання

на науково-дослідну роботу

«Фреза для оброблення фасонної поверхні плінтуса»

Замовник:
Директор

Кущенко А.С.

Виконавець:
Завідувач кафедрою КМ

Данильченко Ю.
Доцент кафедри КМ

Слободянюк І.В.
Студент групи МІ-91

Балаєв Р.Р.

Київ 2023

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

1.1 Повна назва розробки та її умовне позначення

«Фреза для оброблення фасонної поверхні плінтуса» - розробка збірної конструкції інструменту.

1.2 Назви підприємств розробника та замовника системи та їх реквізити

Замовник:

ТОВ "АРТ ВУД ЛАКШЕРІ ПАРКЕТ"
юр.адр.: м. Київ, вул. Полтавська, 10а
Києво-Шевченківський р-н, Київська область

Виконавець:

Кафедра конструювання машин
КПІ ім. Ігоря Сікорського НН ММІ
м. Київ, пр-т Перемоги 37

1.3 Порядок оформлення та пред'явлення замовникові результатів робіт

По закінченню роботи подається: 1. Робоче креслення корпусу фрези, ножа та клину. 2. Технологія виготовлення корпусу збірної фрези.

2 МЕТА ТА ВИХІДНІ ДАНІ

2.1 Мета створення розробки

Розробка конструкції та технології виготовлення фрези збірної для оброблення фасонної поверхні плінтуса.

2.2. Вихідні дані

- Ескіз оброблюваної поверхні – додаток А,
- Верстат для оброблення фасонних поверхонь плінтусів - FDB Maschinen MX50F.

3. ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

3.1 Середовище розробки 3D моделей та креслень – Autodesk Inventor 2023.

4. ЕТАПИ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Етап та його зміст	Термін виконання	Результат
1. Аналіз оброблюваної поверхні плінтуса	01.05.2023р	3D-модель та креслення плінтуса
2. Профілювання ножа	07.05.2023р	3D-модель та креслення ножа
3. Конструювання корпусу фрези	14.05.2023р	3D-модель та креслення корпусу фрези
4. Технологічний маршрут виготовлення корпусу фрези	21.05.2023р	Маршрутна карта виготовлення корпусу фрези

5. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ

- 5.1 Розроблена конструкція збірного інструменту для оброблення різних профілів.
- 5.2 Підвищена якість оброблення поверхні.

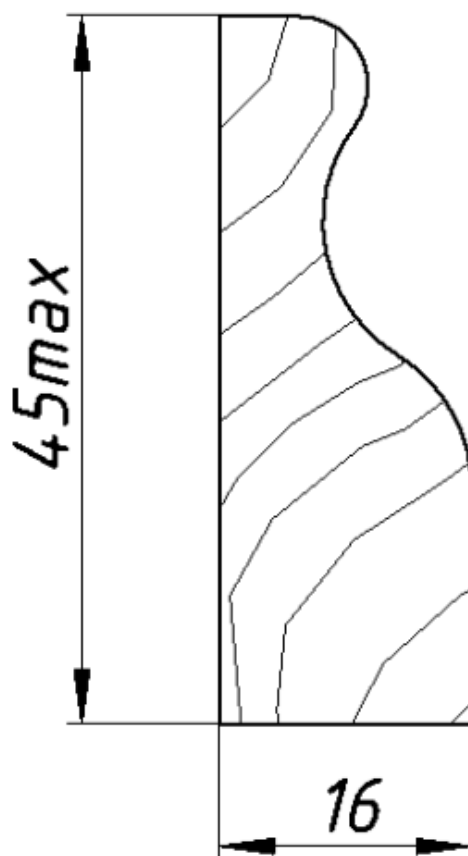
6. МАТЕРІАЛИ, ЩО НАДАЮТЬСЯ ПІСЛЯ ЗАКІНЧЕННЯ РОБОТИ

- 6.1 3D модель фрези для оброблення фасонних профілів, складальний кресленник корпусу фрези, ножа та клина.
- 6.2 Технологія виготовлення корпусу фрези для оброблення поверхні плінтуса.

7. ПОРЯДОК РОЗГЛЯДУ ТА ПРИЙМАННЯ РОБОТИ

- 7.1 Результати роботи передаються по акту приймання робіт.

ДОДАТОК А



1. Радіуси скруглення змінні відповідно до побажань замовника
2. Матеріал плінтуса – дуб.

Затверджую:
Директор ТОВ "АРТ ВУД ЛАКШЕРІ
ПАРКЕТ"

(Кущенко А.С.)



2023 р.

Акт
приймання робіт
науково-дослідної роботи

«Фреза для оброблення фасонної поверхні плінтуса»

В результаті виконання робіт з розробки конструкції та технології виготовлення фрези для оброблення поверхні плінтуса виконавець надав:

1. Робоче креслення корпусу фрези, ножа та клину.
2. Технологія виготовлення корпусу збірної фрези.

Результати роботи планується реалізувати обробленні плінтусу заданого профілю на верстаті FDB Maschinen MX50F.

Замовник:
Директор

Кущенко А.С.

Виконавець:
Завідувач кафедри КМ

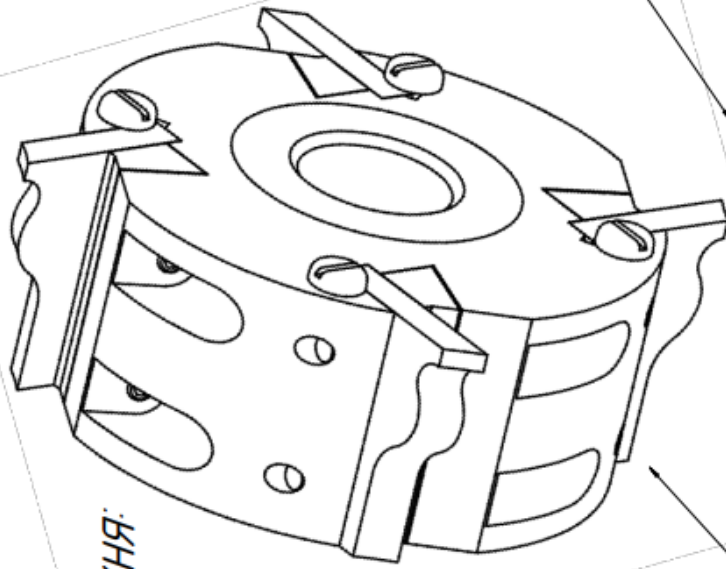
Данильченко Ю.
Доцент кафедри КМ

Слободянюк І.В.
Студент групи МІ-91

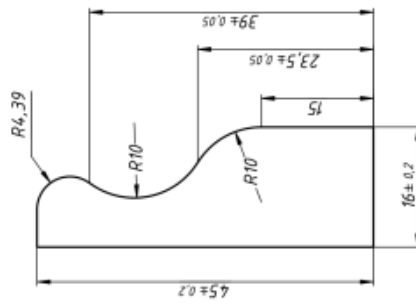
Баласв Р.Р.

Аналіз оброблюваної поверхні та синтез конструкції фрези

Види фасонних фрез:
Цільна
Комбінована
Збірна



Оброблювана поверхня:
Плінтус з дуба

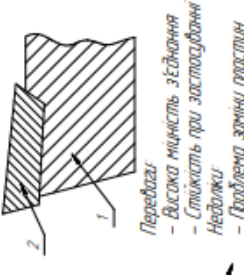


Способи кріплення різальних пластин:

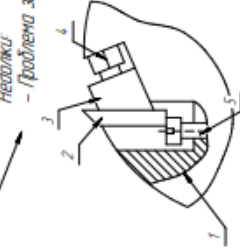
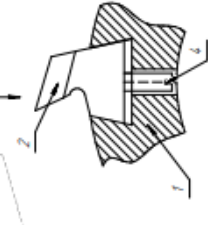
Напайні пластини

Механічне кріплення

Клинові з'єднання



Переваги:
- Висока міцність з'єднання
- Стійкість при застосуванні
Недоліки:
- Проблемна заміна пластин



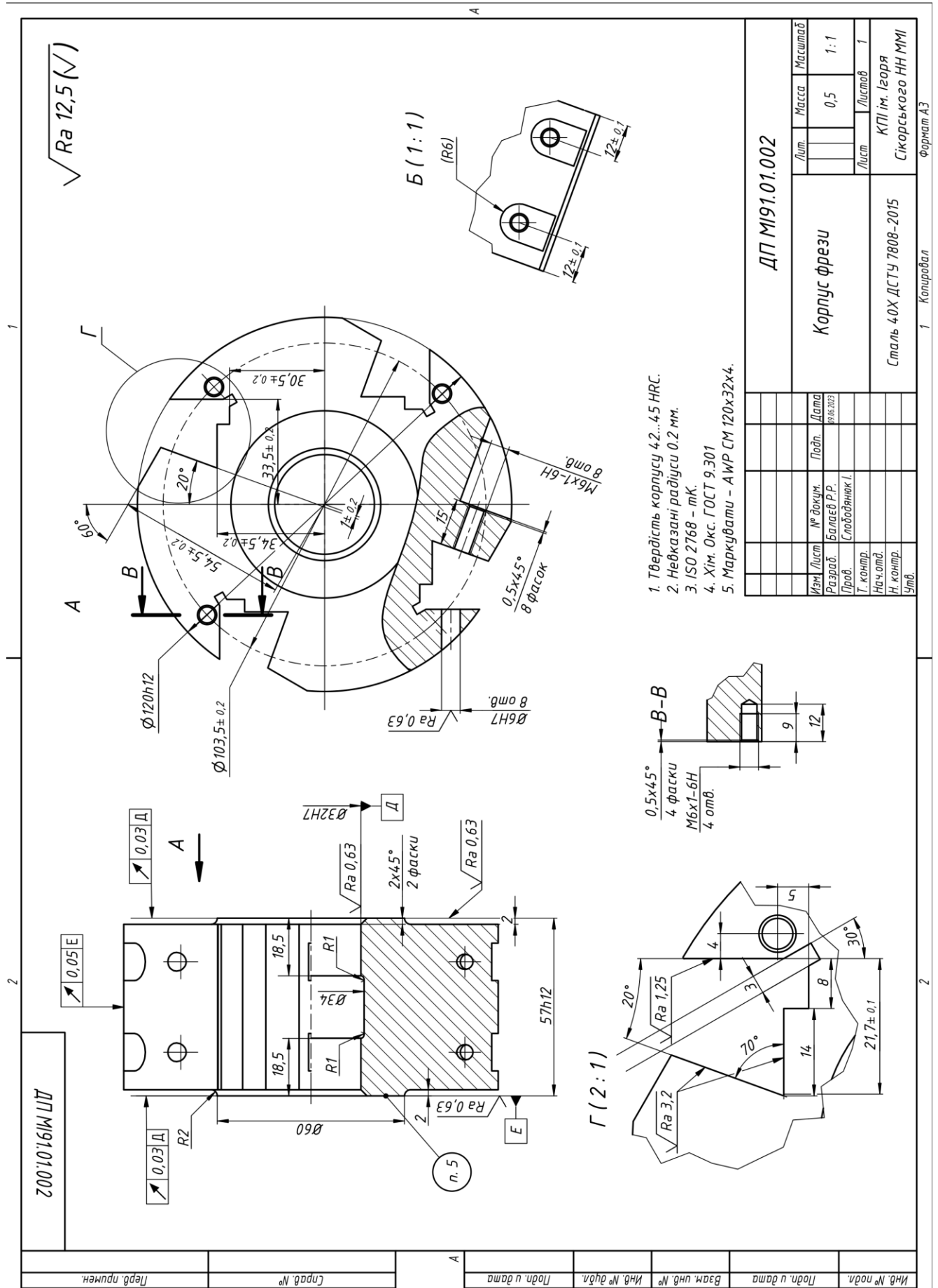
Переваги:
- Менша кількість елементів для складання
Недоліки:
- Граничне при збільшенні нажа
- Складність виготовлення корпусу

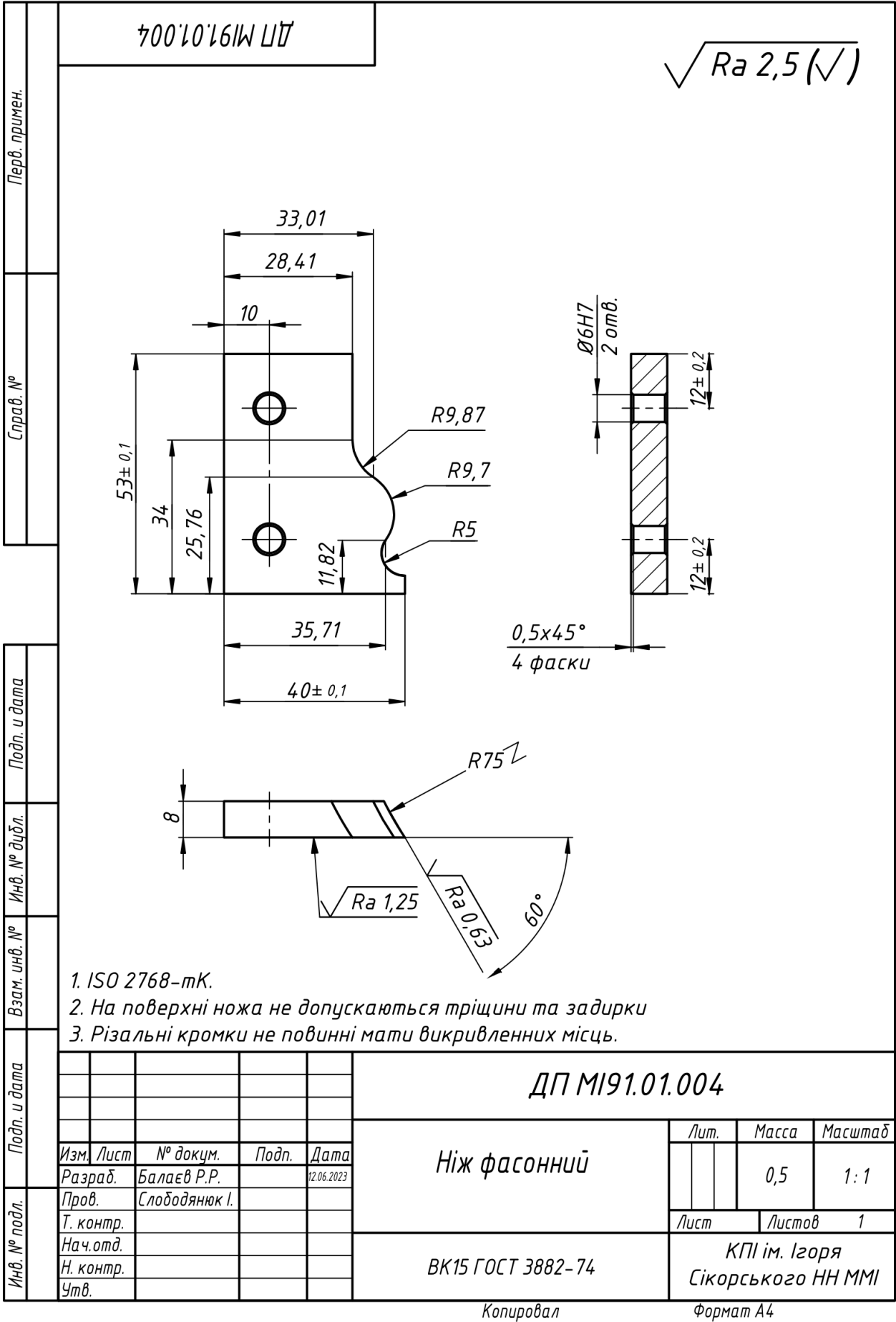
Переваги:
- Регулювання нажа
- Надійне кріплення
Недоліки:
- При застосуванні накладе значення нажа

Матеріал ножів:
твердий сплав ВК15

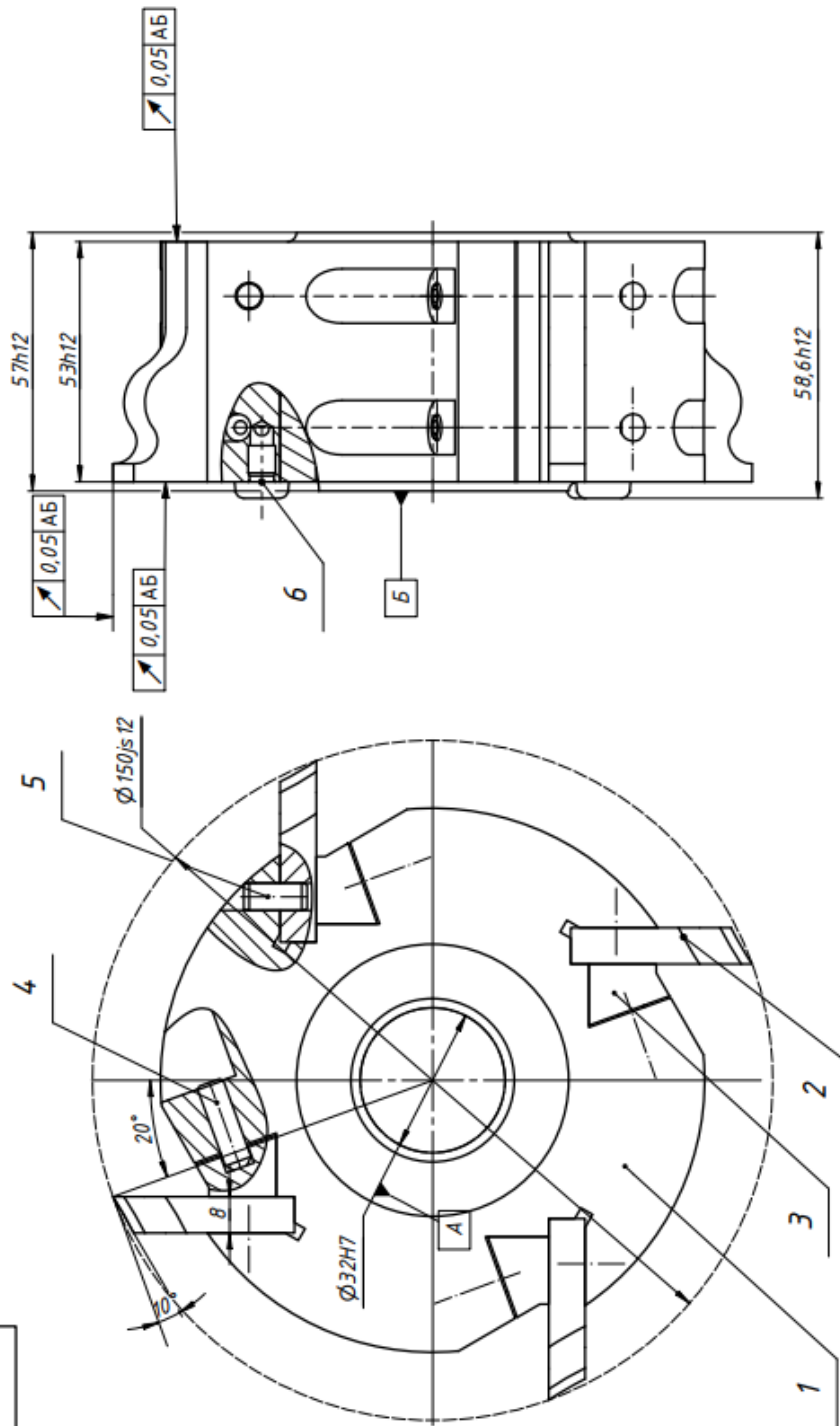
Матеріал корпусу:
Сталь 40Х

1 – корпус, 2 – різальний елемент, 3 – клин, 4 – затискний гвинт
5 – регулюючий гвинт, 6 – штифт





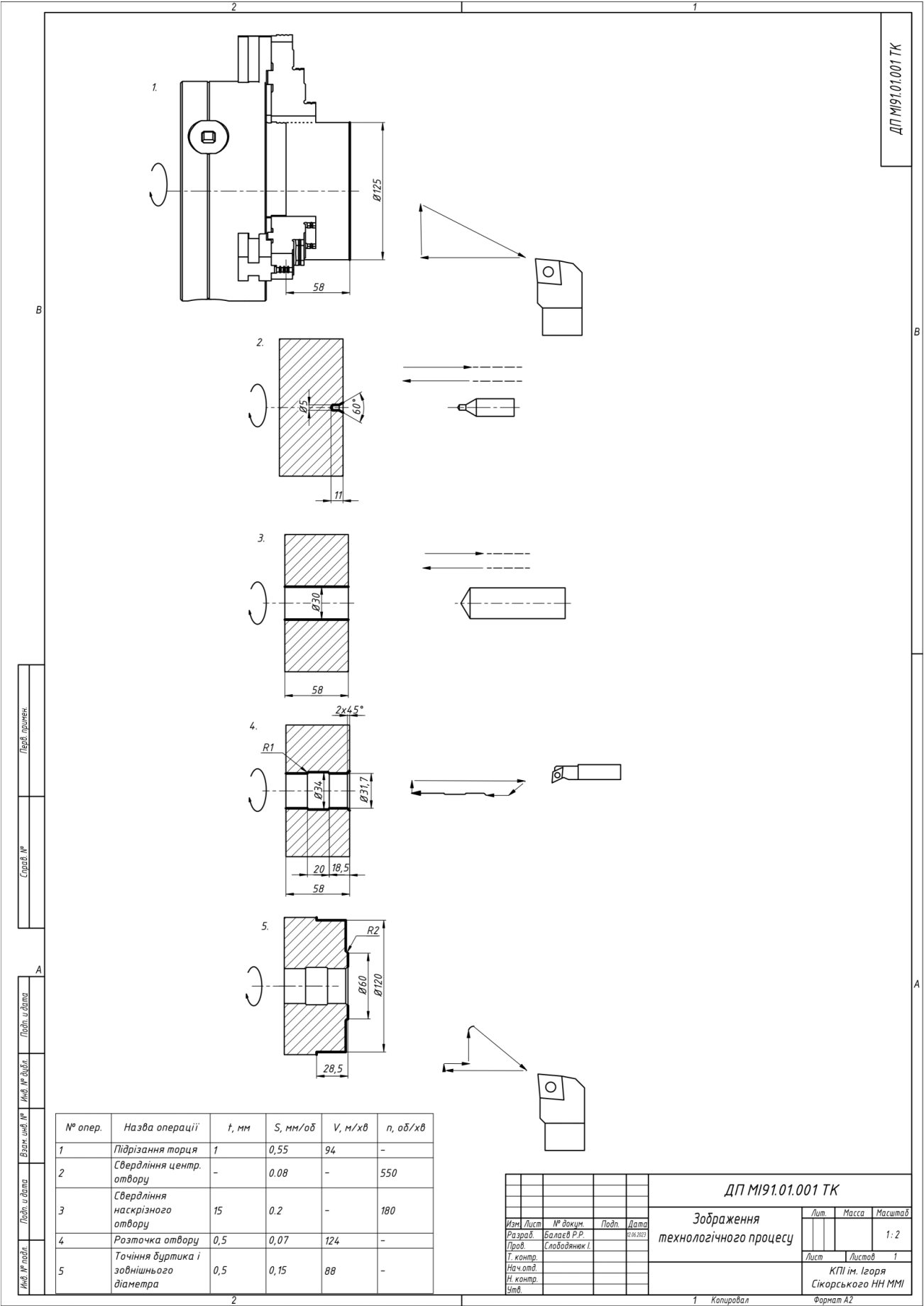
ДП МІ91.01.001 СК

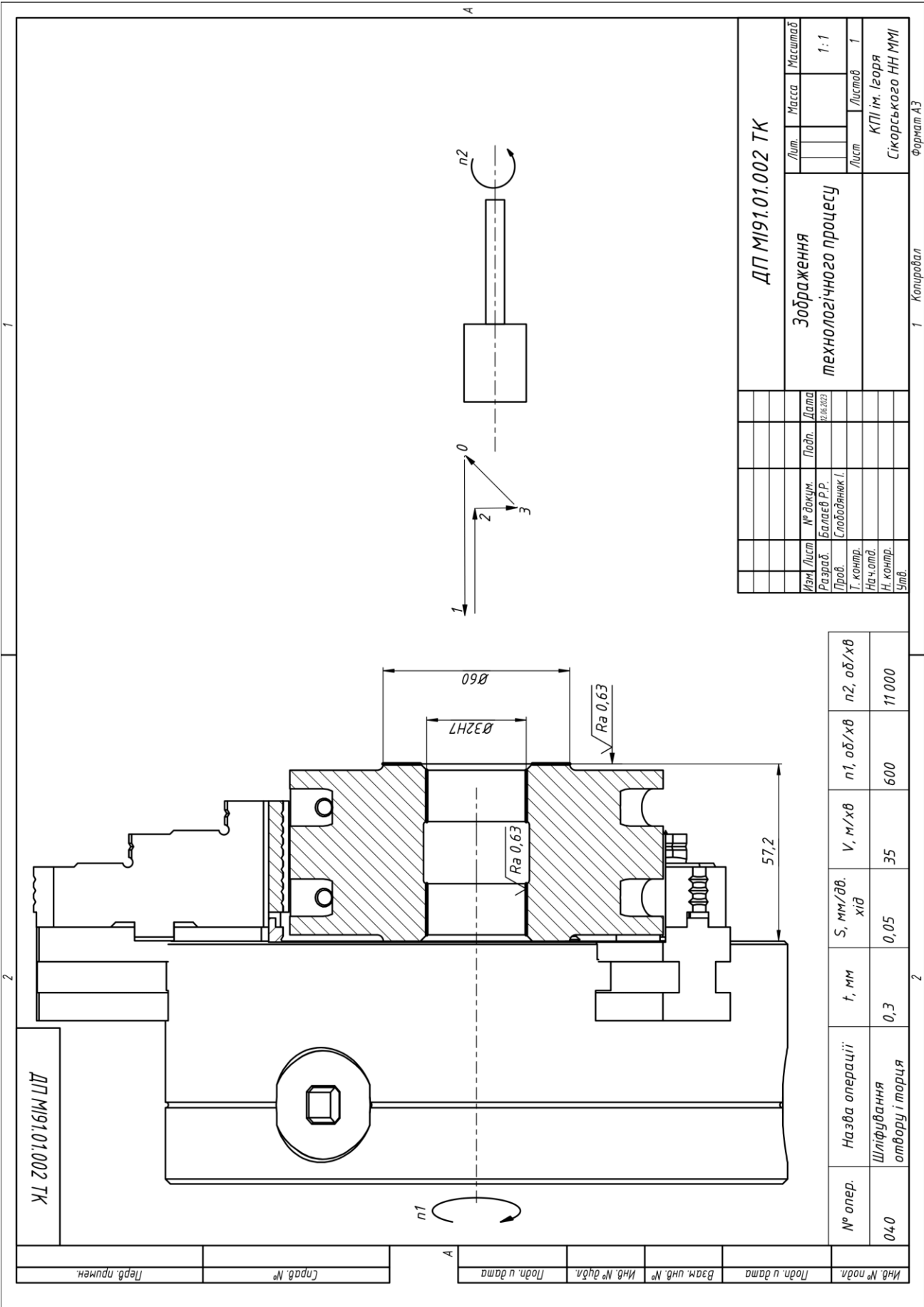


- 1. ISO 2768-mK.
- 2. Гвинти поз. 4 затягувати ключем TORX 25.
- 3. Биття радіальних кронок контролювати безпосередньо на верстаті.

										ДП МІ91.01.001 СК			
										Фреза фасонна			
										Лист	Маса	Масштаб	
											4,3	1:1	
										Лист	Листов	1	
										КПІ ім. Ізгоря			
										Сікорського НН ММ			

[illegible]



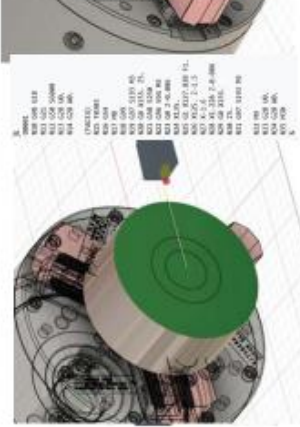


[illegible]

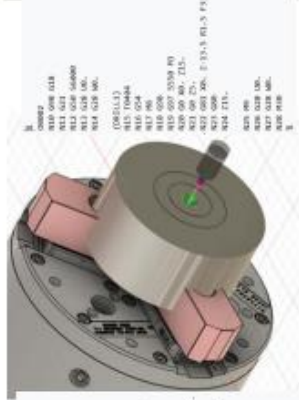
[illegible]

Технологічна операція оброблення на токарному верстаті з ЧПК

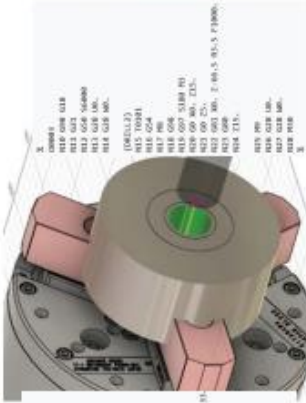
11 Підрізання торцю



12 Свердління центр. отвору



13 Сведення наскрізного отвору



14 Розточення внутрішнього отвору



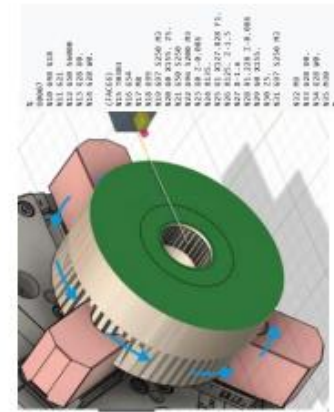
15 Точіння фаски



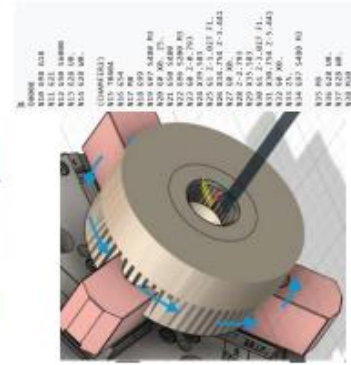
16 Точіння діртки та зовнішнього діаметру



2.1 Підрізання торцю



2.2 Точіння фаски



2.3 Точіння діртки та зовнішнього діаметру

