

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

Механіко-машинобудівний інститут

Кафедра «Інтегровані технології машинобудування»

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

В.А.Пасічник

(підпис)

“ ” 20\_\_ р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки -

133 Галузеве машинобудування

(код і назва)

на тему: Фреза для оброблення корпусної деталі

Виконав (-ла): студент (-ка) 3 курсу, групи МІп-61  
(цифр групи)  
Мешковий Роман Александрович  
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник Павловський Олександр Анатолійович  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант \_\_\_\_\_  
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

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

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2019 року

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»

Інститут (факультет) Механіко-машинобудівний

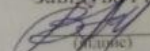
Кафедра «Інтегровані технології машинобудування»

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки 133 Галузь машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 В.А.Пасічник

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

на дипломний проект студенту

Лещевський Роман Олександрович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Прези для обробки корпусної деталі

керівник проекту Лещевський Олександр Анатолійович к.т.н.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. № \_\_\_\_\_

2. Термін подання студентом проекту \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до проекту Матеріал деталі – Ст 20, матеріал  
прези : 40ХА ; Матеріал пластику – МК 1500

4. Зміст пояснювальної записки Аналіз конструкції прези для обробки  
корпусної деталі. Розробка конструкції прези. Виробки  
технологічного процесу виготовлення. Аналіз конструктивних  
параметрів прези.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових  
креслеників, плакатів, презентацій тощо) 1/ Аналіз 2/ 3D модель  
прези 3/ Робоче креслення 4/ Трафарет зображення  
4П 5/ Пристосування

6. Консультанти розділів проекту\*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв


7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

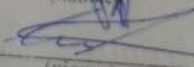
Календарний план

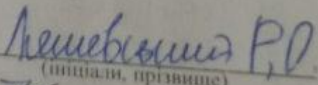
№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1.	Огляд літературі теми	22.03.19	
2.	Розробка об'єкту проекту	05.04.19	
3.	Розробка кінцевої версії об'єкту проекту	19.04.19	
4.	Вибір методів розрахунку	05.05.19	
5.	Розробка детальної схеми об'єкту проекту	17.05.19	
6.	Магістра складової роботи	23.05.19	

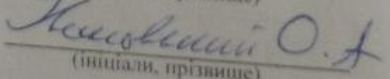
Студент

Керівник проекту

  
(підпис)

  
(підпис)

  
(ініціали, прізвище)

  
(ініціали, прізвище)

Підпис, дата	
данія идав	завдання приймав

Примітка

Коваль Р.О.  
(прізвище)  
Коваль О.А.  
(прізвище)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
В.А.Пасічник  
Від " " 2018 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ ДО ПРОЕКТУ	
Тема проекту	Фрези для обробки корундових деталей
Зміст проекту	Розробка конструктивної та технічної виробничої фрези для обробки корундових деталей
Технічні умови до проекту	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Матеріал деталі - Ст 20</li> <li>2. Матеріал фрези - ЧОХА</li> <li>3. Розробити частини фрези - твердостіові пластини</li> <li>4. Шорсткість Ra 3,2 Ra 6,3</li> <li>5. Область застосування - верстат з ЧПК</li> <li>6. Тип верстату - фрезерний</li> </ol>
Особливі вимоги	

ЗМІСТ ІЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРІАЛУ	
ЛІСТ	
СП	Аналіз конструкції фрези для обробки корпусної деталі
ОП	Робота креслення фрези та 3D модель
ТС	Гресртині зображення технологічного процесу
СК	Конструкція інструментів для фрезрування корпусних деталей пресшаном з твердостю.
СП	Возможне КП для верзетель з ЧПК.
НУ	
Студент	_____ дата 21-03 2019 р.
Викладач	_____ дата 21-03 2019 р.

Прийняті позначення:

СП – став питання.  
 ОП – об'єкт проектування.  
 ТС – технологічна складова.

КС – конструкторська складова.  
 СП – спеціальна складова.  
 НУ – наукова складова.

**Пояснювальна записка  
до дипломного проекту**

на тему: Презер для оброблення корушкою деталі

Київ – 2019 року

## ЗМІСТ

Вступ.....	
1	Огляд конструкцій та аналіз торцевих фрез.....
1.1	Аналіз конструкцій торцевих фрез.....
1.2	Вибір та обґрунтування конструкції торцевої фрези.....
2	Проектний розрахунок збірної торцевої фрези.....
2.1	Вибір та обґрунтування матеріалу торцевої фрези.....
2.1.1	Аналіз та вибір матеріалу корпусу торцевої фрези.....
2.1.2	Аналіз та вибір матеріалу ріжучої частини торцевої фрези.....
2.1.3	Механічні характеристики твердого сплаву ВК6 (ГОСТ3882-74).....
2.2	Визначення та обґрунтування оптимальних геометричних параметрів збірної торцевої фрези.....
2.2.1	Вибір кута нахилу головної ріжучої кромки торцевої фрези.....
2.2.2	Вибір заднього кута торцевої фрези.....
2.2.3	Вибір головного та допоміжного кута в плані.....
2.3	Визначення режимів різання та зусиль з якими може працювати фреза.....
3	Вибір моделі верстату на якому буде працювати фреза.....
3.1	Технічна характеристика верстата.....
3.2	Основні рухи та принцип дії верстата.....
3.3	Кріплення насадної торцевої фрези на верстаті.....
4	Технологія виготовлення збірної торцевої фрези .....
4.1	Розрахунок припусків та режимів різання для операції 025.....
4.1.1	Визначення припусків розрахунково – аналітичним методом.....
4.2	Розрахунок режимів різання.....

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ляшевський			<b>Пояснювальна записка</b>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Івановський					3	
Реценз.						НТУУ «КПІ» ім Сікорського		
Н. Контр.								
Затверд.								

4.3	Вибір маршрутів виготовлення торцевої фрези.....
4.3.1	Оптимізація технологічного процесу.....
4.3.2	Складання графу на виготовлення.....
4.3.3	Визначення оптимального техпроцесу.....
4.4	Технологія на виготовлення корпусу торцевої фрези.....
5	Контроль інструменту.....
5.1	Контроль параметрів торцевої фрези.....
6	Пристрої для виготовлення збірної торцевої фрези.....
6.1	Пристосування для фрезерування опорних поверхонь .....
6.1.1	Опис конструкції пристрою і приводу та принцип дії.....
6.2	Пристосування для фрезерування спинки фрези.....
6.2.	Принцип дії пристрою.....
6.3	Тиски з гідравлічним приводом.....
	Додаток
	А.....
	Додаток
	Б.....

## ВСТУП

З плином часу фрезерування еволюціонувало в метод обробки з надзвичайно широким спектром операцій. На додаток до всіх традиційних областях застосування, фрезерування являє собою потужну альтернативу при виготовленні отворів, різьб, обробки порожнин і поверхонь, які раніше точили, свердлили і нарізали метчиком.

Фрези є одним з найпоширеніших інструментів у металообробній промисловості. Із загального парку встаткування в промисловості фрезерні верстати становлять до 18%. Існує цілий ряд виробництв, де фрезерні верстати становлять 50-60% від усього заводського парку.

Фреза робить величезний революціонізуючий вплив на конструкцію верстатів, на яких використовується даний інструмент.

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.

Фреза являє собою вихідне тіло обертання, що у процесі обробки дотикається поверхні деталі й на поверхні якого утворені ріжучі зуби.

Торцеві фрези широко застосовуються при обробці площин на вертикально-фрезерних верстатах. Вісь фрез установлюється перпендикулярно до площини оброблюваної деталі. На відміну від циліндричних фрез, де всі точки ріжучих кромки є профілюючими, тобто формують оброблену поверхню, у торцевих фрез тільки вершини ріжучих кромки зубів є профілюючими. Торцеві ріжучі кромки є допоміжними. Головну роботу різання виконують бічні ріжучі кромки, розташовані на зовнішній поверхні.

Останнім часом широке поширення одержали фрези з механічним кріпленням багатогранних або круглих пластин, що не переточуються, із

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

твердого сплаву. Такі фрези прості в експлуатації, забезпечують підвищені стійкості, скорочення ремонтних робіт на інструмент.

Також використовують синтетичні надтверді матеріали, які забезпечують фрезерування твердих металів і сплавів, на високих швидкостях різання.

При високому тиску й високих температурах відбувається спікання нітридів які синтезуються у вигляді стовпчиків  $p=4-6$ мм. Ці матеріали по твердості близькі до алмаза і на 10% менше. По червоностійкості перевершують алмаз, але більша крихкість.

У збірного інструмента корпуса й елементи кріплення виготовляються з конструкційних сталей марок: 45, 50, 60, 40X, 45X, У7, У8, 9ХС й ін. Найбільше поширення одержала сталь 45, з якої виготовляють державки різців, хвостовики свердлів, зенкерів, розгорнень, мітчиків, корпуса збірних фрез, розточувальні оправлення. Для виготовлення корпусів інструментів, що працюють у тяжких умовах, застосовують сталь 40X. Вона після загартування в маслі й відпустку забезпечує збереження точності пазів, у які уставляються ножі.

У тому випадку, коли окремі частини корпуса інструмента працюють на зношування, вибір марки стали визначається міркуваннями одержання високої твердості в місцях тертя.

Торцева збірна фреза забезпечує плавну роботу навіть при невеликій величині припуску, тому що кут контакту із заготовкою в торцевих фрез не залежить від величини припуску й визначається величиною фрезерування й діаметром фрези.

Торцеве фрезерування забезпечує звичайно більшу продуктивність, ніж циліндричне. Тому в цей час більшість робіт для фрезерування, площин виконується торцевими фрезами.

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Вихідним завданням для виконання дипломного проекту є вибір конструкції, оптимізація геометричних параметрів, технологія виготовлення та застосування збірної торцевої фрези для обробки корпусної деталі.

## 1 ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ТА АНАЛІЗ ТОРЦЕВИХ ФРЕЗ

### 1.1 Аналіз конструкцій торцевих фрез

За останні роки розроблена велика кількість різноманітних конструкцій твердосплавних фрез. Розглянемо основні із цих конструкцій стосовно торцевих фрез.

Цільнопаяні торцеві фрези складаються з корпусу із припаяними до нього пластинами твердого сплаву. Незважаючи на високу твердість і достатню простоту конструкції, цільнопаяні фрези не одержали широкого поширення. Вони знаходять застосування головним чином в індивідуальному виробництві, а також у конструкціях фрез малих діаметрів 100 мм і менше). Збірні фрези зі вставними ножами. Виготовлення збірних фрез практично стає можливим, починаючи з діаметра 50 мм і більше.

Торцеві фрези діаметром до 100мм виконуються з конічним хвостовиком, що становить одне ціле з корпусом. Фрези діаметром 60мм і більше виготовляються насадними.

Розглянемо конструкції торцевих фрез із різними способами кріплення ножів, оснащених твердосплавними пластинами. Головним недоліком торцевих фрез із кріпленням ножів болтами є неможливість розмістити в корпусі достатнє число ножів, що знижує продуктивність.

Всі види конструкцій твердосплавного інструмента, як і взагалі металорізального інструмента, можна розділити на два типи: 1) цільний (монолітний) інструмент. 2) Збірний інструмент, що, у свою чергу, діляться на інструмент з припаяними ножами й на інструмент із механічним кріпленням пластинок із твердого сплаву.

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



цим, жорсткість фрези різко падає і використання фрези в жорстких умовах стає неможливим.

Фрези з регульованою установкою ножів характеризуються тим, що установка роздільно заточених ножів на розмір виробляється шляхом регулювання ножа в корпусі фрези у двох напрямках. Це регулювання здійснюється за допомогою спеціально передбачених деталей.

Дана конструкція має ножі, установлені в пази корпусу. Радіальне переміщення ножа здійснюється клином за допомогою гвинта. Гвинт в свою чергу розташований у пазу кільця, завдяки чому він нерухомий відносно корпусу.

Осьове переміщення ножа здійснюється гвинтом, розташований у державці ножа. Від осьового переміщення гвинт утримується Г подібною планкою, що перебуває в пазу верхнього кільця.

Пружина призначена для фіксування положення ножа в корпусі перед її закріпленням. Кріплення вставок виконується клинами за допомогою гвинтів. Гвинти мають диференціальне різблення для полегшення розбирання фрези.

Установка ножів на розмір виробляється на спеціальному пристосуванні по індикаторах або по шаблоні.

До недоліків конструкції відносяться:

- складність конструкції, викликана необхідністю застосування в корпусі фрези спеціальних регулюючих пристроїв;
- більша трудомісткість зборки фрези із заданою точністю

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		





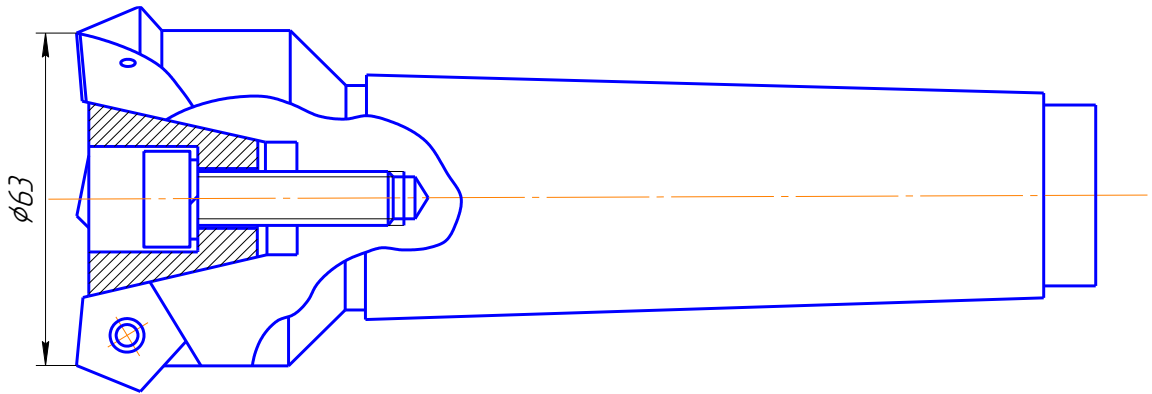


Рис. 1.4 Фреза торцева хвостова ТУ 2-035-476-76

Дана (рис. 1.4) торцева фреза виготовлена з особливою конструкцією кріплення п'ятигранних пластин. Особливість якої полягає в тому, що пластинки кріпляться за рахунок розклинування в штифтах конусною вставкою, яка вкручується в корпус фрези гвинтом.

Така фреза використовується для чистових операцій, в серійному та масовому виробництві, її особлива конструкція кріплення дозволяє швидко замінити пластини, які зруйнувалися, або затупилися. Виготовлення такої конструкції корпусу не є складним та коштовним.

Недоліки цієї фрези:

- що використовувати її можливо лише для чистових операцій, із-за недостатньої жорсткості кріплення. Це приводить до не універсальності фрези.



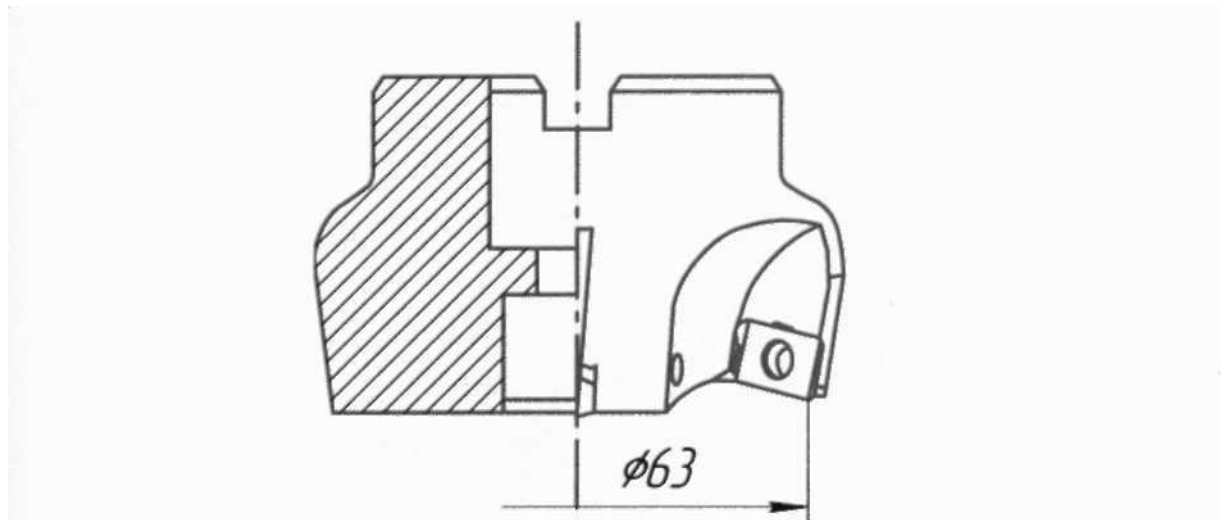


Рис. 1.6 Торцева насадна фреза фірми Korkou модель 3100SE

Дана конструкція (рис 1.6) торцевої насадної фрези має пластинки прямокутної форми, які кріпляться на гвинт в центрі пластинки. Особливість такої конструкції полягає в тому, що пластинки розміщуються з додатнім кутом лямбда, що дозволяє зменшити зусилля різання та дає змогу обробляти плоскі поверхні деталей з чавуну та кольорових сплавів. Кут в плані  $90^\circ$  це дає також можливість обробки канавок прямокутної форми.

Основним недоліком цієї конструкції:

- корпус фрези має фасонну форму, що ускладнює, та підвищує вартість.
- гвинти кріплення знаходяться під кутом, що ускладнює процес заміни та установки пластин.

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



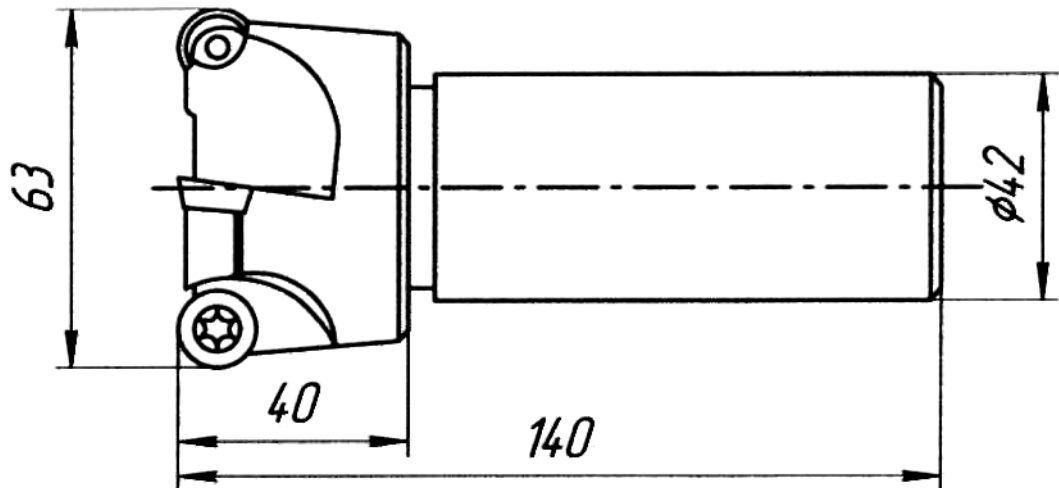


Рис. 1.8 Фреза торцева з хвостовиком фірми Korlou  
 модель BNS 463 RZ

Дана конструкція фрези (рис. 1.8) має пластини твердого сплаву круглої форми, та корпус виготовлений циліндричної форми. Фрези з круглими пластинами дуже універсальні, відмінно показують себе при фрезеруванні з урізуванням під кутом і використовуються як для складного торцевого фрезерування, так і для профільної обробки.

Це дозволяє за менший проміжок часу її замінити, що підвищує продуктивність роботи. Також фреза з циліндричним хвостовиком має більш простішу технологію виготовлення, та має кращу поверхню для базування. Пластинки круглої форми мають змінний кут плані та від'ємний задній кут. Кругла форма дозволяє використовувати всю довжину кола як ріжучу кромку, для цього потрібно після затуплення повернути пластинку.

Переваги даної конструкції:

- Найміцніша ріжуча кромка;
- Багатокромочні пластини;
- Особливо підходять для обробки жароміцних сплавів;
- Плавне різання.

Недоліки фрези донного типу:

- Не універсальність фрези, оскільки використовують для чистових та напів чистових операцій. Оскільки нежорстка конструкція пластинки не дозволяє використовувати фрезу для чорнових операцій.

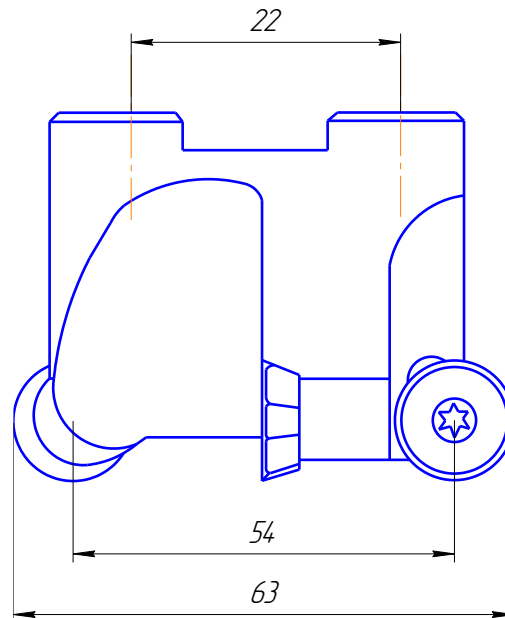


Рис. 1.9 Фреза торцева насадна фірми ISKAR модель FRCM

Представлена конструкція фрези (рис.1.9) має всі ті характеристики, що і фреза фірми Korloу модель BNS 463 Rz єдиною різницею є відмінність кріплення фрези, дана модель - насадна фреза.

## 1.2 Обґрунтування вибору конструкції інструменту

Виходячи з того, що інструмент ми вибираємо для чистової обробки чавуну, та для полегшення роботи з інструментом, було прийнято конструкцію фрези по ТУ 2-035-476-76.

Дана фреза має вид кріплення, що дозволяє раціональніше використовувати технологічний час при обробці деталі ,а саме на заміну та установку інструмента.

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 ПРОЕКТНИЙ РОЗРАХУНОК БАЗОВОГО ІНСТРУМЕНТУ

### 2.1 Вибір та обґрунтування матеріалу інструменту

Проектуюча фреза, як одне ціле, складається з двох частин: робоча частина, в даному випадку пластинка та з'єднувальна, тобто корпус фрези. Для проектування обраної фрези вибираємо наступні матеріали:

#### а) Корпус фрези:

Для виготовлення корпусу фрези було взято конструктивну леговану сталь 40ХА (ГОСТ 4543-90), яка використовується для роботи з інтенсивними та переривистими динамічними навантаженнями. Після термообробки її властивості змінюються, в таблиці представлені властивості сталі 40ХА після загартування.

Таблиця 2.1 - Хімічний склад сталі 40ХА

Хімічний елемент	%
Кремній (Si)	0,17-0,37
Марганець (Mn)	0,50-0,80
Мідь (Cu), не більше	0,30
Нікель (Ni), не більше	0,30
Сірка (S), не більше	0,035
Вуглець (C)	0,36-0,44
Фосфор (P), не більше	0,035
Хром (Cr)	0,80-1,10



Сплави першої групи виготовляються на основі карбідів вольфраму і кобальту. Вони називаються вольфрамо-кобальтовими. Це сплави групи ВК.

До другої групи належать сплави, отримані на основі карбідів вольфраму і титану та зв'язуючого кобальту. Це двокарбідні титано-вольфрамо-кобальтові сплави групи ТК.

Третя група сплавів складається із карбідів вольфраму, титану, танталу й кобальту. Це три карбідні титано-тантало-вольфрамо-кобальтові сплави групи ТТК.

Згідно з ГОСТ 3882-74 твердий сплав ВК6 рекомендується використовувати при чорновому та чистовому точінні, попереднього нарізання різьби токарними різцями, напівчистового фрезерування суцільних поверхонь, розсвердлювання та розточування отворів, зенкерування сірого чавуну, кольорових металів та їх сплавів і неметалічних матеріалів. Отже, в якості інструментального матеріалу обираємо твердий сплав ВК6.

#### Механічні характеристики твердого сплаву ВК6 (ГОСТ3882-74)

1. Група - вольфрамо-кобальтова
2. Границя міцності при згинанні - 1519 МПа.
3. Густина -  $(14,6-15,0) \times 10^3$  кг/м<sup>3</sup>
4. Твердість - HRC 86...89
5. Хімічний склад: карбід вольфраму - 94%, кобальт - 6%.
6. Теплопровідність-0,145 кал/см.\*с\*С
7. Температура червоностійкості °С- 800-850.

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.2 Аналіз геометричних параметрів фрези

Щоб тіло, обмежене вихідною інструментальною поверхнею, перетворити в працездатний інструмент, необхідно на його різальній частині створити задовільні геометричні параметри відповідно до режимних умов його експлуатації.

Під задовільними величинами геометричних параметрів розуміють такі, які забезпечують найбільшу стійкість інструменту при визначених режимах обробки.

Передні кути, як видно з багатьох досліджень, залежать здебільшого від властивостей оброблюваного матеріалу і матеріалу інструменту. Зі збільшенням міцності та твердості оброблюваного матеріалу оптимальний передній кут зменшується, а зі збільшенням міцності інструментального матеріалу — збільшується.

При обробці Ст 20,  $\sigma_s = 410 \text{ МПа}$ , орієнтовно передній кут приймається  $\gamma_m = 9^\circ - 13^\circ$ . Приймаємо мінімальне значення кута  $\gamma_N = 9^\circ$ .

Задній кут  $\alpha$  є важливим елементом конструкції інструменту. Він слугує для зменшення тертя між задньою поверхнею інструмента і поверхнею різання. Надмірне збільшення заднього кута спричиняє погіршення тепловідводу та зниження міцності різальної частини. Дослідження показали, що оптимальні значення задніх кутів, які забезпечують найвищу стійкість інструменту, визначаються головним чином товщиною зрізу. Оптимальний задній кут збільшується зі зменшенням товщини зрізу. При обробці твердих матеріалів з високою міцністю величини задніх кутів зменшуються, а при обробці великих сплавів — збільшуються.

Для обробки Ст 20 задній кут приймається  $\alpha = 10^\circ - 15^\circ$ . Менші значення вибираються для чорнових, більші - для чистових операцій. Для обробки Ст 20 з шорсткістю  $Ra 6,3$  приймаємо задній кут  $\alpha_N = 11^\circ$

Кут нахилу різальної кромки  $\lambda$  впливає на процес стружкоутворення, на співвідношення проєкцій сили різання, на рівномірність процесу різання і на

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

напрямок відведення стружки. Рекомендоване значення кута нахилу різальної кромки  $\lambda$  для різноманітних інструментів знаходиться в межах від  $0^\circ$  до  $45^\circ$ - $60^\circ$ .

Для торцевих фрез рекомендоване значення кута нахилу різальної кромки  $\lambda = 30^\circ$ - $45^\circ$ , що забезпечує більш рівномірне фрезерування, так як кожен зуб поступово входить і поступово виходить із дотику до заготовки

### 2.3 Визначення режимів різання та зусиль, з якими працює фреза

Фрезерування виконується на вертикально-фрезерному верстаті 6Н12.

Заготовка — корпусна деталь.

Матеріал, що оброблюється — Сталь 20.

1) фрезерування площини

Глибина різання  $t = 0.6$  мм.

Ширина фрезерування  $B = h/3 = 63$  мм.

Подача  $S_z = 0,1$  мм.

Швидкість різання (окружна швидкість фрези):

$$V = \frac{C \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v \quad (2.1)$$

де  $T = 90$  хв;  $z = 4$  - кількість зубців фрези;  $C_y = 22,5$ ;  $q = 0,35$ ;  $x = 0,21$ ;  $y = 0,48$ ;  $u = 0,03$ ;  $p = 0,1$ ;  $m = 0,27$  - коефіцієнт та показники ступенів.

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{NV} \cdot K_{UV} \quad (2.2)$$

де  $K_{MV}$  - коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу;  $K_{UV}$  - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки;  $K_{IV}$  - коефіцієнт, який враховує якість матеріалу інструмента.

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad (2.3)$$

де  $K_{\Gamma} = 0,7$ - коефіцієнт, який характеризує групу сталі по оброблюваності;  
 $n_v = 1,35$  - показник степені.

Підставивши дані в формулу (2.3) отримаємо:

$$K_{MV} = 0,7 \left( \frac{750}{800} \right)^{1,35} = 0,64$$

$$K_{nv} = 0,8; K_{uv} = 1.$$

Підставимо коефіцієнти до формули (2.2):

$$K_v = 0,64 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,512$$

Підставимо отримані значення в формулу (2.1):

$$v = \frac{22,5 \cdot 63^{0,35}}{90^{0,27} \cdot 0,6^{0,21} \cdot 0,1^{0,48} \cdot 63^{0,03} \cdot 4^{0,1}} \cdot 0,512 = 37,8 \text{ м/хв}_v$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 37,8}{\pi \cdot 63} = 191 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо  $n = 200 \text{ хв}^{-1}$

Дійсна швидкість різання:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 63 \cdot 200}{1000} = 39,6 \text{ м/хв}.$$

Головна складова сили різання при фрезеруванні — окружна сила:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} \quad (2.4)$$

де  $C_p, x, y, u, q, w, K_{mp}$  коефіцієнти, приймаються з довідника,  $C_p=82$ ;  
 $x=0,75; y=0,6; u=1; q=0,86; w=0$ .

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{800}{750} \right)^{0.3} = 1,02, \text{ де } n=0,3$$

Тоді

$$P_z = \frac{10 \cdot 82 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 0,1^{0,6} \cdot 63 \cdot 4 \cdot 1,02}{63^{0,86} \cdot 1} = 9437 \text{ Н}$$

Крутний момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{9437 \cdot 63}{200} = 1180 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.5)$$

Потужність різання (ефективна):

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{9737 \cdot 39.6}{1020 \cdot 60} = 2,6 \text{ кВт} \quad (2.6)$$

Основний час:

$$T_0 = \frac{l + l_1 + l_2}{s \cdot n},$$

де  $l$  - довжина оброблюваної поверхні, мм;  $l_1$  - довжина врізання, мм;  $l_2$  - довжина перебігу.

$$l_1 = \frac{D}{2} = \frac{63}{2} = 31,5 \text{ мм},$$

перебіг приймаємо рівним  $l_2 = 2$  мм

$$T_0 = \frac{17,5 + 31,5 + 2}{0,1 \cdot 200} = 7,7 \text{ хв.}$$

Допоміжний час:

Допоміжний час на встановлення, закріплення та зняття деталі

$$T_{д1} = 0,15 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на контроль деталі  $T_{д2} = 0,22 \text{ хв.}$

Загальний допоміжний час:

$$T_d = T_{д1} + T_{д2} = 0,15 + 0,22 = 0,37 \text{ хв.}$$

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

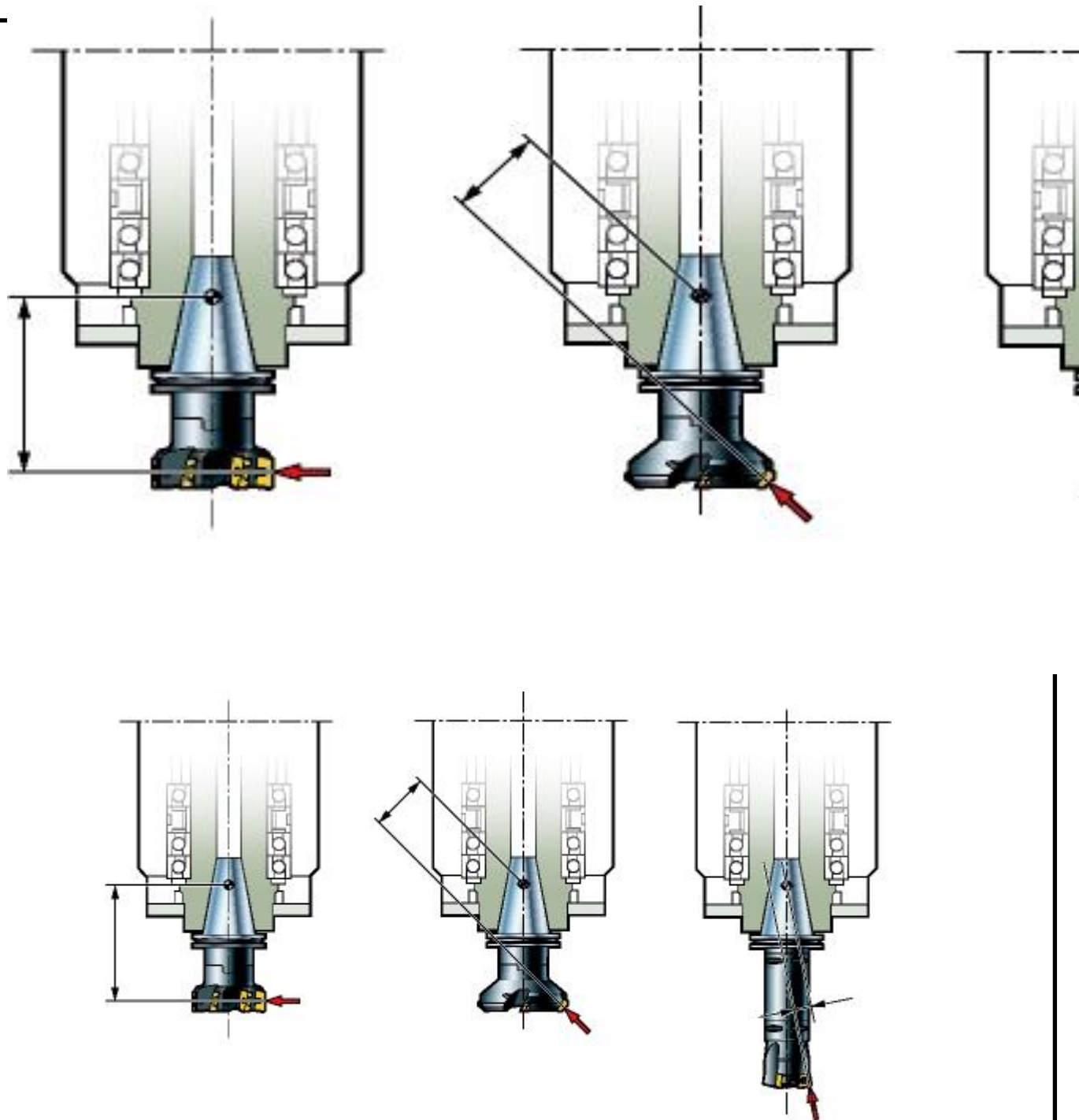


Рис.2.1- Напрямок сил різання в залежності від головного кута в плані

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

У технологічній частині розглянемо ряд технологічних процесів виготовлення торцевих фрез, визначимо оптимальний по потужності й розрахуємо припуски й режими різання для зовнішніх і внутрішніх поверхонь корпусу фрези.

#### 4.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Зробимо розрахунок припусків на механічну обробку поверхні фрези Ø72 довжиною 41мм з метою визначення оптимального діаметру заготовки;

Заготовку для зенкера одержуємо з гарячекатаного прокату, матеріал заготовки — сталь 40Х ДСТУ 4543-80

Поверхня Ø72 піддається наступним операціям: чорновому чистовому точінню, а також круглому шліфуванню. Базування й установка заготовки відбувається в центрах.

Розрахунок припусків.

Припуск на чорнове точіння визначається по формулі (табл. 1 [13]):

$$2Z_{1\min} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \Delta_{ei-1})$$

де  $R_{zi-1}$  – висота шорсткості заготовки, мкм;

$$R_{zi-1} = 150 \text{ мкм}; \text{ (табл.8 [13])}$$

$h_{i-1}$  – глибина дефектного шару заготовки, мкм;

$$h_{i-1} = 250 \text{ мкм}; \text{ (табл.8 [13])}$$

$\Delta_{ei-1}$  – просторове відхилення, мкм;

$$\Delta_{ei-1} = \Delta_k \cdot 0,5;$$

де  $\Delta_k$  - питома кривизна заготовки, мкм/мм;

$$\Delta_k = 4 \text{ мкм/мм}; \text{ (табл.9[13])}$$

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

l - довжина заготовки, мм;

$$l = 190 \text{ мм};$$

$$\Delta_{ei-1} = 4 \cdot 190 / 2 = 380 \text{ мкм}$$

$$2Z_{1\min} = 2(150+250+380) = 1600 \text{ мкм};$$

При чистовому точінні припуск дорівнює:

$$2Z_{2\min} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \Delta_{ei-1})$$

$$\Delta_{ei-1} = \Delta_k \cdot 0,5$$

$$\Delta_{ei-1} = 0,24 \cdot 190 / 2 = 23 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2\min} = 2(120+120+23) = 526 \text{ мкм};$$

При круглому шліфуванні припуск дорівнює:

$$2Z_{3\min} = 2(30+30) = 120 \text{ мкм};$$

Загальний припуск на обробку:

$$2Z_{\text{зар}(\min)} = 2Z_{1\min} + 2Z_{2\min} + 2Z_{3\min} = 1600+526+120=2246 \text{ мкм}$$

Таблиця 4.10 - Розрахунок припусків на обробку поверхні фрези  $\varnothing 30d11$  по технологічних переходах (заготовка з гарячекатаного прокату)

Тех операції і переходи обробки елементарних поверхонь	Елементи припуску				Розрахунковий припуск $2Z_{\min}$ мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск на виготовлення $T_d$ , мкм	Прийняті розміри по переходах, мм		Граничне значення припусків, мкм	
	Rz	h	$\Delta$	E				$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
прокат гарячекатаних	15	250	32	—		74.23	1100	74.85 0	75.47		
Точіння чорнове	12	120	2	—	864	72.191	620	72.44 1	72.691	2.408	2.778
Точіння чистове	30	30	—	—	484	72.089	160	72.07 1	72.133	0.370	0.558
шліфування	5	—	—	—	120	72.041	13	72.02 5	72.071	0.046	0.062
загальний припуск										2.850	3.44

Найменший граничний розмір заготовки:

$$d_{xe} = 72,025 + 2,85 = 74,875 \text{ мм};$$

Приймаємо розмір заготовки по стандарту (табл.8[13])

$$d_{xe} = \varnothing 16 \text{ мм}$$

Найменший розмір заготовки:

$$d_{xe \text{ min}} = \varnothing 76_{-0,7} = 75,3 \text{ мм}$$

Загальний припуск дорівнює:

$$2Z_{заг}^{\text{max}} = 3,44$$

$$2Z_{заг}^{\text{min}} = 2,85$$

Зробимо перевірку зроблених розрахунків

$$2Z_{заг}^{\text{max}} - 2Z_{заг}^{\text{min}} = T_{вих.заг} - Td_{дет}$$

$$3,44 - 2,85 = 1,100 - 0,013$$

$$1,087 = 1,087$$

					ДПБ МІ-п61 12.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4.2 Розрахунок режимів різання

Токарна

Обточування робочої частини фрези.

Матеріал – Сталь 40Х

Устаткування – 1В340Ф30

Інструмент – різець прохідний Т15К6 ГОСТ 18868-73, (ст.119 табл. 4[2]).

Глибина різання – 1мм

Подача:  $S = 8 = 0,5...0,9$ мм/об[стор.266,табл. 11 [2]].

Розраховуємо величину швидкості різання

$$V_{\text{дон}} = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot S^y \cdot t^x}$$

$C_v = 420$ ;  $m = 0.2$ ;  $y = 0.2$ ;  $x = 0.15$ ; (табл. 17 [2])

$T$  - період стійкості різця,  $T = 60$  хв;

$K_v$  - поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання,

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\phi 1v} \cdot K_{rv} \cdot K_{qv} \cdot K_{ov}$$

$K_{\phi 1v} \cdot K_{rv} \cdot K_{qv}$  - для даних умов не враховуються.

$K_{mv}$  - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив якості оброблюваного матеріалу (табл. 1 [2]),

$$K_{mv} = \left( \frac{\sigma_{\epsilon}}{750} \right)^n = \left( \frac{750}{750} \right)^{0.3} = 1$$

$K_{nv}$  - поправочний коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки,

$K_{nv} = 0.76$  (табл. 5 [2]);

$K_{uv}$  - поправочний коефіцієнт, що враховує матеріал інструмента,

$K_{uv} = 1.0$  (табл. 6 [2]);

					ДПБ МІ-пб112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 0.76 = 0.76$$

$$V_{\text{дон}} = \frac{420 \cdot 0.76}{60^{0.2} \cdot 0.8^{0.2} \cdot 1^{0.2}} = 147.17 \text{ м/хв}$$

Розрахункове значення частоти обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v_n}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 147.17}{\pi \cdot 72} = 937.4 \text{ хв}^{-1}$$

Швидкість різання

$$V = \frac{\pi \cdot n \cdot D}{1000} = \frac{\pi \cdot 937.4 \cdot 72}{1000} = 174.172 \text{ м/хв}$$

$$S_{\text{min}} = 147.17 \text{ мм/хв}$$

$$\text{Тоді } P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1 \cdot 0.8^{0.75} \cdot 147.14^{-0.15} \cdot 0.76 = 912 \text{ Н}$$

Потужність, затрачувана на точіння

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1000 \cdot 60} = \frac{912 \cdot 147.17}{61200} = 2.2 \text{ кВт}$$

**Токарна**

**Точіння робочої частини в Ø63**

**Матеріал - Сталь 40ХА**

**Устаткування - 1В340Ф30**

**Інструмент - різець фасонний ВК6, [стор.119,табл. 4[2]]**

**Глибина різання 5мм**

**Подача : S=0,4...0,8мм/об[стор.266,табл. 1 1 [2]]**

**Розраховуємо величину швидкості різання**

$$V_{\text{дон}} = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot S^y \cdot t^x}$$

**Cv = 243; m = 0,2; y = 0,4; x = 0,15; (табл. 17 [2])**

**T - період стійкості різця, T = 60 хв;**

**Kv - поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання,**

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\phi 1v} \cdot K_{rv} \cdot K_{qv} \cdot K_{ov}$$

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{\phi 1v} \cdot K_{rv} \cdot K_{qv}$  - для даних умов не враховуються.

$K_{nv}$  - поправочний коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки,

$$K_{nv} = 0.76 \text{ (табл. 5 [1]);}$$

$K_{uv}$  - поправочний коефіцієнт, що враховує матеріал інструмента,

$$K_{uv} = 0.85 \text{ (табл. 6 [1]);}$$

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 0.85 = 0.85$$

$$V_{\text{дон}} = \frac{243 \cdot 0.85}{60^{0.2} \cdot 0.8^{0.2} \cdot 5^{0.2}} = 78.22 \text{ м/хв}$$

Розрахункове значення частоти обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v_n}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 78.22}{\pi \cdot 63} = 498.2 \text{ хв}^{-1}$$

Швидкість різання

$$V = \frac{\pi \cdot n \cdot D}{1000} = \frac{\pi \cdot 498.2 \cdot 63}{1000} = 76.8 \text{ м/хв}$$

$$S_{\text{min}} = 76.8 \text{ мм/хв}$$

$$\text{Тоді } P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 5^{0.15} \cdot 0.8^{0.75} \cdot 76.8^{-0.15} \cdot 0.85 = 1431.8 \text{ Н}$$

Потужність, затрачувана на точіння

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1000 \cdot 60} = \frac{1431.8 \cdot 76.8}{61200} = 1.8 \text{ кВт}$$

Фрезерна.

Фрезерування стружечних канавок.

Матеріал - Сталь 40Х.

Устаткування - Горизонтально фрезерний верстат 6Р80.

Інструмент - фреза торцева насадна Р6М5 Ø120 ГОСТ 9304-69 ,  
[стор.186,табл. 90[2]].

Глибина різання 3,5мм.

Подача :  $S = 0,1 \dots 0,06 \text{ мм/об}$  [стор.284,табл. 35[2]].

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо величину швидкості різання

$$V_{\text{доп}} = \frac{C_v \cdot Dq}{T^m \cdot S_z^y \cdot t^{xv} \cdot z^{pv}} K_v$$

$$C_v = 53; m = 0.33; y = 0.2; x = 0.3; q = 0.45; u = 0.1; p = 0.1 \text{ (табл. 39 [2])}$$

$T$  - період стійкості різця,  $T = 120$  хв;

$K_v$  - поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання,

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\phi 1v} \cdot K_{rv} \cdot K_{qv} \cdot K_{ov}$$

$K_{\phi 1v} \cdot K_{rv} \cdot K_{qv}$  - для даних умов не враховуються.

$K_{nv}$  - поправочний коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки,

$$K_{nv} = 1 \text{ (табл. 5 [2]);}$$

$K_{uv}$  - поправочний коефіцієнт, що враховує матеріал інструмента,

$$K_{uv} = 0,85 \text{ (табл. 6 [1]);}$$

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 0,85 = 0,85$$

$$V_{\text{доп}} = \frac{53 \cdot 630,45}{120^{0,33} \cdot 0,1 \cdot 0,2 \cdot 5^{0,1} \cdot 3^{0,3} \cdot 12^{0,1}} 1 = 53,3 \text{ м / хв}$$

Розрахункове значення частоти обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v_n}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 53,3}{\pi \cdot 120} = 269 \text{ хв}^{-1}$$

Окружна сила різання

$$P_z = 10 \frac{C_p \cdot t^{xp} \cdot S_z^y \cdot B^{up} \cdot z}{D^q \cdot n^w} K_p = 10 \frac{47 \cdot 3^{0,86} \cdot 0,1^{0,72} \cdot 5^{0,1} \cdot 12}{120^{0,86} \cdot 269^0} 0,85 = 456 \text{ Н}$$

Потужність, затрачувана на точіння

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{78,3 \cdot 53,3}{61200} = 0,07 \text{ кВт}$$

					ДПБ МІ-пб112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

### 4.3 Технологічні процеси виготовлення торцевих фрез

Для вибору ряду типових технологічних процесів був використаний заводський технологічний процес, а також процеси з літературних джерел.

#### Варіант 1

Заготовка - пруток

1. Вдрізка заготовки двома різцями на відрізному напівавтоматі модель 9A151C1
  2. Точити торець, центрувати, точити зовнішню поверхню, виточку, свердли, розточити отвір, нарізати різьбу, на токарно-револьверному верстаті 1В340Ф30, з ЧПК
  3. Розточити конус на токарно-револьверному верстаті 1В340Ф30
  4. Точити торець, центрувати, точити зовнішню поверхню, точити зовнішні конуси, свердли отвори, нарізати різьбу на токарно-револьверному верстаті 1В340Ф30,
  5. Розточити внутрішній конус для кріплення на верстаті 1В340Ф30
  6. Фрезерувати стружкові канавки кінцевою фрезою на вертикально фрезерному верстаті
  7. Фрезерувати опорні поверхні та канавку для базування на горизонтально фрезерному верстаті
  8. Фрезерувати спинку фрези, свердли, зенкувати, розвертувати, на горизонтально фрезерному верстаті
  9. Точити конус Морзе на станку з ЧПК 1В340Ф30
  10. Загартування, відпустка.
  11. Шліфувати конус Морзе кругом
- ТП.
12. Шліфувати гнізда під пластинки.

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

13. Шліфувати конус під клинову частину конічною шліфголовкою
- 14.Маркірувати.
- 15 .Контролювати
- 16.У пакування.

## **Варіант 2**

Заготовка - пруток

1. Вдрізка заготовки сегментною пилкою на верстаті 866 2 Точити торець, центрувати, точити зовнішню поверхню, виточку, свердлити, розточити отвір, нарізати різьбу, на токарному верстаті марки 1А62.
3. Зенкувати внутрішній конус на токарному верстаті марки 1А62.
4. Точити торець, центрувати, точити зовнішню поверхню, точити зовнішні конуси, свердлити отвори, нарізати різьбу на токарному верстаті марки 1А62.
5. зенкувати внутрішній конус для кріплення на токарному верстаті марки 1А62.
6. Фрезерувати стружкові канавки кінцевою фрезою на вертикально фрезерному верстаті.
7. Фрезерувати опорні поверхні та канавку для базування на горизонтально фрезерному верстаті.
8. Фрезерувати спинку фрези, свердлити, зенкувати, розвертувати, на горизонтально фрезерному верстаті.
9. Точити конус Морзе на токарному верстаті марки 1А62.
- 10.Загартування, відпустка.
- 11.Шліфувати конус Морзе кругом ПП.
- 12.Шліфувати гнізда під пластинки кругом ПП.
- 13.Шліфувати конус під клинову частину циліндричною шліфголовкою
- 14.Маркірувати.
- 15.Контролювати
- 16.Упакування.

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

### Варіант 3

Заготовка - пруток

1. Відрізка заготовки абразивним відрізним кругом на горизонтально шліфувальному верстаті.
2. Точити торець, центрувати, точити зовнішню поверхню, виточку, свердли, розточити отвір, нарізати різьбу, на токарно-револьверному верстаті 1В340Ф30, з ЧПК.
3. Розточити конус на токарно-револьверному верстаті 1В340Ф30.
4. Точити торець, центрувати, точити зовнішню поверхню, точити зовнішні конуси, свердли отвори, нарізати різьбу на токарно-револьверному верстаті 1В340Ф30.
5. Розточити внутрішній конус для кріплення на верстаті 1В340Ф30
6. Фрезерувати стружкові канавки кінцевою фрезою на вертикально фрезерному верстаті.
7. Фрезерувати опорні поверхні та канавку для базування на вертикально фрезерному верстаті.
8. Фрезерувати спинку фрези, свердли, зенкувати, розвертувати, на горизонтально фрезерному верстаті.
9. Точити конус Морзе на станку з ЧЖ 1В340Ф30.
10. Загартування, відпустка.
11. Шліфувати конус Морзе кругом ПП.
12. Шліфувати гнізда під пластинки шліфголівкою .
13. Шліфувати конус під клинову частину конічною шліфголівкою.
14. Маркірувати.
15. Контролювати
16. Упакування.

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## Варіант 4

Заготовка - пруток

1. Відрізка заготовки на верстаті з стрічковою пилкою.
- 2 Точити торець, центрувати, точити зовнішню поверхню, виточку, свердли, розточити отвір, нарізати різьбу, на токарному верстаті марки 1А62.
3. Зенкувати внутрішній конус на токарному верстаті марки 1А62.
4. Точити торець, центрувати, точити зовнішню поверхню, точити зовнішні конуси, свердли отвори, нарізати різьбу на токарному верстаті марки 1А62.
5. зенкувати внутрішній конус для кріплення на токарному верстаті марки 1А62.
6. Фрезерувати стружкові канавки кінцевою фрезою на вертикально фрезерному верстаті.
7. Фрезерувати опорні поверхні та канавку для базування на вертикально фрезерному верстаті.
8. Фрезерувати спинку фрези, свердли, зенкувати, розвертувати, на горизонтально фрезерному верстаті.
9. Точити конус Морзе на токарному верстаті марки 1А62.
10. Загартування, відпустка.
11. Шліфувати конус Морзе кругом ПП
- 12 Шліфувати гнізда під пластинки шліфголівкою
13. Шліфувати конус під клинову частину циліндричною шліфголівкою
14. Маркірувати.
15. Контролювати
16. Упакування.

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4.3.1 Оптимізація технологічного процесу.

Для вибору оптимального технологічного процесу по потужності необхідно привласнити кожній операції технологічних процесів свій код, прийняти логічні умови й вивести узагальнений технологічний процес.

Привласнюємо кожній операції технологічних процесів свій код:  
Заготівельні операції:

Аз1 - відрізка різцями;

Аз2 - відрізка сегментною пилкою;

Аз3 - відрізка абразивним кругом;

Аз4 - відрізка стрічковою пилкою;

Механічні операції:

Ам1<sup>1</sup> - Точити торець, центрувати, точити зовнішню поверхню, виточку, свердлити, розточити отвір, нарізати різьбу, на токарно-револьверному верстаті 1В340Ф30, з ЧПК

Ам1" - Точити торець, центрувати, точити зовнішню поверхню, виточку, свердлити, розточити отвір, нарізати різьбу, на токарному верстаті марки 1А62

Ам2<sup>1</sup> - Точити торець, центрувати, точити зовнішню поверхню, виточку, свердлити, розточити отвір, нарізати різьбу, на токарно-револьверному верстаті 1В340Ф30, зЧПК

Ам2" - Точити торець, центрувати, точити зовнішню поверхню, виточку, свердлити, розточити отвір, нарізати різьбу, на токарному верстаті марки 1А62

Ам3<sup>1</sup> - Розточити конус на токарно-револьверному верстаті 1В340Ф30

Ам3" - Зенкувати внутрішній конус на токарному верстаті марки 1А62

Ам4<sup>1</sup> - Точити торець, центрувати, точити зовнішню поверхню, точити зовнішні конуси, свердлити отвори, нарізати різьбу на токарно-револьверному верстаті 1В340Ф30,

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Ам4" - Точити торець, центрувати, точити зовнішню поверхню, точити зовнішні конуси, свердлили отвори, нарізати різьбу на токарному верстаті марки 1А62

Ам5' - Розточити внутрішній конус для кріплення на верстаті 1В340Ф30

Ам5" - зенкувати внутрішній конус для кріплення на токарному верстаті марки 1А62

Ам6 - Фрезерувати стружкові канавки кінцевою фрезою на вертикально фрезерному верстаті

Ам7 - Фрезерувати опорні поверхні та канавку для базування на горизонтально фрезерному верстаті

Ам8 - Фрезерувати опорні поверхні та канавку для базування на вертикально фрезерному верстаті

Ам9- Фрезерувати спинку фрези, свердлили, зенкувати, розвертувати, на горизонтально фрезерному верстаті

Ам10'- Точити конус Морзе на станку з ЧГЖ 1В340Ф30

Ам10" - Точити конус Морзе на токарному верстаті марки 1А62.

Фінішна група операцій:

Аф1 - шліфувати конус Морзе шліфувальним кругом ПП

Аф2 - шліфувати конус Морзе шліфувальним кругом ТП

Аф3- шліфувати гнізда під пластинки шліфголівкою

Аф4- шліфувати гнізда під пластинки кругом ПП

Аф5 - шліфувати конус під клинову частину циліндричною шліфголівкою

Аф6 - шліфувати конус під клинову частину конічною шліфголівкою

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Термічна група операцій:

А<sub>Т1</sub> – загартування.

А<sub>Т2</sub> - відпустка.

Додаткова група операцій:

А<sub>Д1</sub> - маркірувати клеймами

А<sub>Д2</sub> - маркірувати гравіруванням

А<sub>Д3</sub> - контроль

А<sub>Д4</sub> - упакування.

Базові маршрути:

М1 - технологічний процес на основі одержання заготовки відрізкою різцями  
М2 - технологічний процес на основі одержання заготовки відрізкою сегментною пилкою

М3 - технологічний процес на основі одержання заготовки відрізкою абразивним кругом

М4 - технологічний процес на основі одержання заготовки відрізкою стрічковою пилкою

Логічні умови:

Технологічні характеристики:

А<sub>1</sub> - підвищення точності виконання лінійних і діаметральних розмірів;

А<sub>2</sub> - поліпшення якості обробленої поверхні;

А<sub>3</sub> - зменшення биття;

А<sub>4</sub> - надійність базування при обробці;

А<sub>5</sub> - зменшення відхилення паралельності щодо осі інструмента;

А<sub>6</sub> - зменшення відхилення перпендикулярності щодо осі корпусу;

А<sub>7</sub> - підвищення стабільності властивостей інструментального матеріалу корпусу

А<sub>8</sub> - сполучення декількох технологічних операцій.

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Експлуатаційні характеристики:

A<sub>9</sub> - підвищення міцності;

A<sub>10</sub> - підвищення твердості;

A<sub>11</sub> - підвищення якості виготовлення деталі;

A<sub>19</sub> - збільшення довговічності.

Економічні характеристики:

A<sub>12</sub> - зниження собівартості виготовлення;

A<sub>13</sub> - зниження витрат на ріжучий і допоміжний інструмент;

A<sub>14</sub> - зниження трудомісткості виготовлення;

A<sub>15</sub> - економія матеріалу;

A<sub>16</sub> - зменшення припуску на обробку;

A<sub>17</sub> - зменшення допоміжного часу;

A<sub>18</sub> - зменшення витрат на встаткування

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		





Ам4"	Точити торець, центрувати, точити зовнішню поверхню, точити зовнішні конуси, свердлими отвори, нарізати різьбу на токарному верстаті марки 1А62	А1, А14 А18		0		0	
Ам5'	Розточити внутрішній конус для кріплення на верстаті 1В340Ф30	А1, А8, А14, А17 А11, А13 А5	0		0		0
Ам5"	зенкувати внутрішній конус для кріплення на токарному верстаті марки 1А62	А1, А5		0		0	
Ам6	Фрезерувати стружкові канавки кінцевою фрезою на вертикально фрезерному верстаті	А1, А8, А14, А17 А11, А13 А5, А9	0	0	0	0	0
Ам7	Фрезерувати опорні поверхні та канавку для базування на горизонтально фрезерному верстаті	А1, А8, А13, А14 А18,	0	0			0

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ

Лист

Ам8	Фрезерувати опорні поверхні та канавку для базування на вертикально фрезерному верстаті	А1, А11			0	0	
Ам9	Фрезерувати спинку фрези, свердлити, зенкувати, розвертувати, на горизонтально фрезерному верстаті	А1, А8, А13, А14	0	0	0	0	0
Ам10'	Точити конус Морзе на станку зЧПК 1В340Ф30	А1, А8, А13, А14 А18,	0		0		0
Ам10"		А1, А8, А13, А14		0		0	
Ат1	Загартування	А9, А19	0	0			0

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ

Лист

Ат2	Відпуск високий	А10		0			
Ат3	Загартування в маслі				0		
Ат4	Відпуск низький		0		0		0
Ат5	Загартування ТВЧ					0	
Аф1	шліфувати конус Морзе шліфувальним кругом ПП	А2, А5, А6, А13 А18,		0	0	0	0

АФ2	шліфувати конус Морзе шліфувальним кругом ТП	А2, А4, А18	0				
АФ3	шліфувати гнізда під пластинки шліфголівкою	А2, А4, А18			0	0	
АФ4	шліфувати гнізда під пластинки кругом ПП	А2, А5, А6, А13 А18,	0	0			0
АФ5	шліфувати конус під клинову частину циліндричною шліфголівкою	А1, А8, А13, А14 А18,		0		0	0
АФ6	шліфувати конус під клинову частину конічною шліфголівкою	А5, А18		0	0		

А <sub>д1</sub>	Маркувати клеймом	А <sub>12</sub> , А <sub>17</sub>	0	0		0	0
А <sub>д2</sub>	Маркувати гравіровкою	А <sub>2</sub>	0	0			
А <sub>д3</sub>	Упаковка	А <sub>11</sub>	0	0	0	0	0

З результату таблиці і логічних умов виконуємо розрахунок загальних характеристик для базових маршрутів і загального

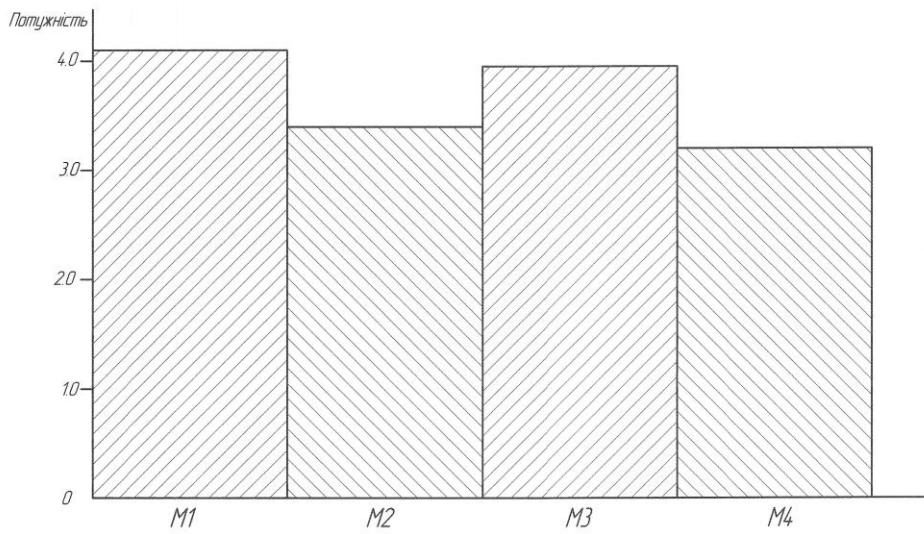
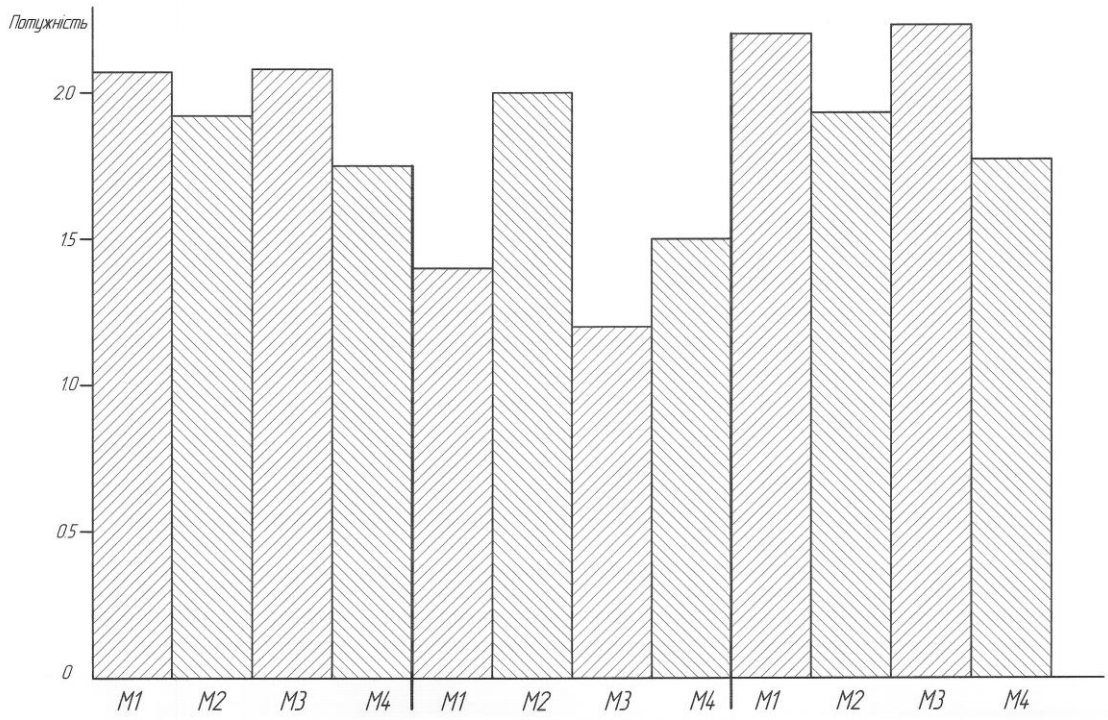
Після розрахунків будемо граф технологічного процесу виготовлення торцевої фрези, будемо діаграми потужностей по характеристикам.

Код операції	Технологічні характеристики						Експлуатаційні характеристики				Економічні характеристики				Загальні характеристики					
	Базові маршрути						Базові маршрути				Базові маршрути				Базові маршрути					
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
AM6	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	8	8	8	8	8	
AM7	2	2								3	3					5	5			
AM8			1	1				1	1									2	2	
AM9	2	2	2	2						2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	
AM10	2		2							3	3				5	5				
AM11		2		2							2	2	2				4	4	4	
AT1						2	2									2	2			
AT2										1							1			
AT3								1										1		
AT4																				
AT5																				
AФ1		3	3	3							2	2	2	2		5	5	5	5	
AФ2	2										1					3				
AФ3			2	2									1	1				3	3	

Код операції	Технологічні характеристики						Експлуатаційні характеристики				Економічні характеристики				Загальні характеристики						
	Базові маршрути						Базові маршрути				Базові маршрути				Базові маршрути						
	M1	M2	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4			
1		3	4	5	6		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
A <sub>31</sub> <sup>I</sup>											1						2				
A <sub>32</sub>		2										2					4				
A <sub>33</sub>														2					2		
A <sub>34</sub>															2						2
A <sub>M1</sub> <sup>I</sup>	2		2									3					5				
A <sub>M1</sub> <sup>II</sup>		1		1									1		1			2			2
A <sub>M2</sub> <sup>I</sup>	2		2									2					4				
A <sub>M2</sub> <sup>II</sup>		1		1									1		1			2			2
A <sub>M3</sub> <sup>I</sup>	2		2						1			3					6				
A <sub>M3</sub> <sup>II</sup>		1		1									1		1			2			2
A <sub>M4</sub> <sup>I</sup>	3		3						1			3			3			7			
A <sub>M4</sub> <sup>II</sup>		1		1									2		2			3			3
A <sub>M5</sub> <sup>I</sup>	3		3						1			3					7				
A <sub>M5</sub> <sup>II</sup>		2		2														2			2

Код опера	Технологічні характеристики						Експлуатаційні характеристики				Економічні характеристики				Загальні характеристики					
	Базові маршрути						Базові маршрути				Базові маршрути				Базові маршрути					
	M1	M2	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
АФ4	3	3									2	2				5	5			
АФ5		2									3	3		3		5	5	5		
АФ6	1		1								1	2				2	2			
АД1											2	2		2		2	2			
АД2	1		1													1		1		
АД3											1	1		1		1	1	1	1	
Сума лог. умов	29	25	27	21		8	6	7	3		33	27	29	23		69	57	63	47	
Сума операцій	14	13	13	12		6	3	6	2		15	14	13	13		17	17	16	15	
Потужність	2,07	1,92	2,08	1,75		1,4	2	1,2	1,5		2,2	1,93	2,23	1,77		4,1	3,45	3,95	3,2	





Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ

## 4.2 Маршрут обробки корпусу інструмента

Заготовка - сталь калібрована кругла, ГОСТ 2590-71

№	Найменування Операції	Ескіз операції	Верстат, інструмент	Пристосування
005	Відрізання на довжину 192 мм.		Відрізний верстат 866; пила сегментна ГОСТ 4047-52	Тиски з призмою
010	Підрізання торця з боку хвостовика,		Токарно-револьверний верстат з ЧПК 1В340Ф30; різець підрізний ГОСТ 18879-73	Трьохкулачковий патрон
020	Центрування отвору з боку хвостовика		1В340Ф30; свердло центрувальне d5 мм, ОСТ 2И. 20-5-80	Трьохкулачковий патрон
025	Точіння заготовки по D=46 мм. На довжину 140 мм		1В340Ф30, різець проходний упорний з $\varphi = 45^\circ$ ГОСТ 18877-73	Трьохкулачковий патрон
030	Точіння виточки шириною 4 мм на 136 мм по D=42 мм.		1В340Ф30, різець відрізний ГОСТ 18874-73	Трьохкулачковий патрон
035	Точіння виточки на краю хвостовика по D=34 мм на довжину 10 мм.		1В340Ф30, різець проходний ГОСТ 18878-73	Трьохкулачковий патрон
040	Свердління отвору в хвостовик) під перехідник для установки		1В340Ф30, свердло спіральне D=14 мм, ГОСТ 4010-77	Трьохкулачковий патрон









## 5 Пристосування для контролю фрези

Для контролю проектованої фрези було вибрано пристрій (рис.5.1), з допомогою якого ми можемо контролювати радіальне биття різальної кромки. Для цього фрезу встановлюють в конічний патрон з горизонтальною віссю та підводять індикатор який через індуктивний перетворювач знімає покази та показує їх на вимірювальному підсилювачі. Фреза, прокручується навколо своєї осі вручну. Ескіз пристосування представлено на рисунку 5.1.

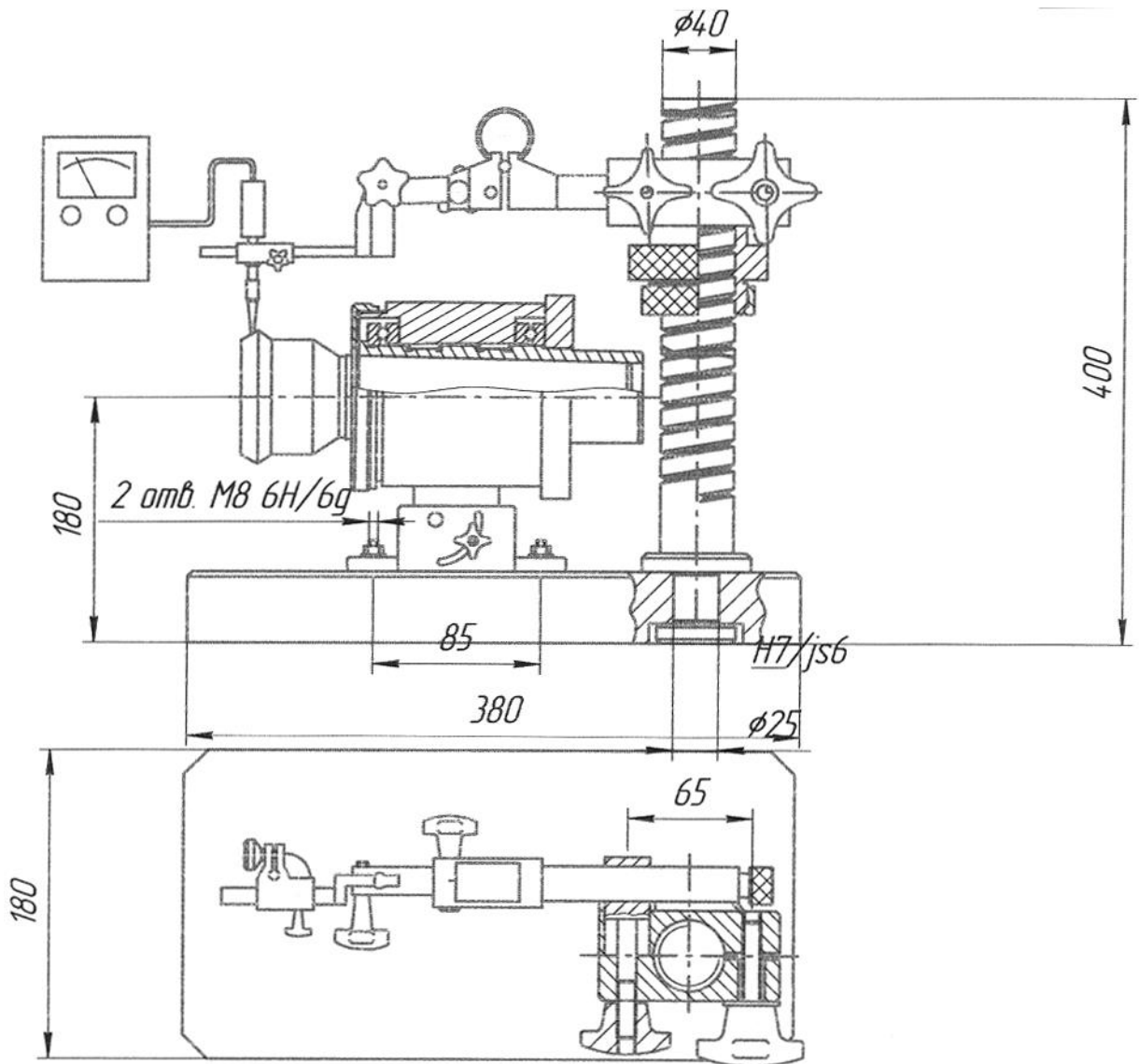


Рис. 5.1 Прилад для вимірювання радіального биття

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		





## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Ансеров М.А. Приспособление для металлорежущих станков. Изд-е 4-е, исправл. и доп. Л., «Машиностроение», 1975 г. 656 с.
2. Горошкин А.К. Приспособление для металлорежущих станков: Справочник. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с., ил.
3. Методичні вказівки з курсу «Ріжучій інструмент» «Абразивний інструмент для заточки ріжучого інструменту»/ укл.: Ю.І. Адаменко, Ю.Й. Бесарабець. – К.: НТУУ «КПІ», - 1999. -26 с.
4. Методические указания к расчету припусков (расчетно – аналитический метод) по дисциплине «Технология машиностроения» для студентов специальностей 12.01 и 12.02 всех форм обучения/ Сост. В.В. Душинский, В.Г. Беланенко, А.Г. Кругляк и др. – К.: КПИ, 1991 -80 с.
5. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение. 1988. – 736 с.: ил.
6. Общемашиностроительные типовые нормы времени на изготовление режущего и измерительного инструмента. М., «Машиностроение», 1974, 699 с.
7. Палей М.М. Технология производства режущего инструмента. – М. 1963.
8. Равська Н.С., Мельничук П.П., Касьянов А.Г., Родін Р.П. Технологія інструментального виробництва: підручник для студентів спеціальностей: 7.090202 «Технологія машинобудування», 7.090203 «Металорізальні верстати та системи», 7.090204 «Інструментальне виробництво». – Житомир: ЖІТІ, 2001. – 555 с.

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Равская Н.С., Николаенко Т.П. Геометрия передней поверхности режущего инструмента // Наукові праці Донецького національного університету вип. 7. Донецьк: 2004. с. 134-139
10. Режимы резания металлов. Справочник. Изд. 3-е переработанное и дополненное. М., «Машиностроение», 1972.
11. Родин П.Р. Основы проектирования режущих инструментов: Учебник. – К.: Выща шк., 1990. – 424 с.
12. Розрахунок режимів різання при точінні, свердлінні, фрезеруванні: Навч. посібник/ В.О. Залого. – К.: ІСДО, 1994, - 168 с. Рос. мовою.
13. Семенченко И.И. Проектирование металлорежущих инструментов. – М. 1963.
14. Справочник инструментальщика/ И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А.Н. Шевченко и др. Под общ. ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение, 1987. – 846 с.: ил.
15. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т. 1. Ред совет: Б.Н. Вардашкин и др. – М.: Машиностроение 1984. 592 с., ил.
16. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т. 2. Ред совет: Б.Н. Вардашкин и др. – М.: Машиностроение 1984. 656 с., ил.
17. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. Т. 2/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Машиностроение, 1985. 496 с., ил.
18. ГОСТ 25762 – 83 «Обработка резанием».

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

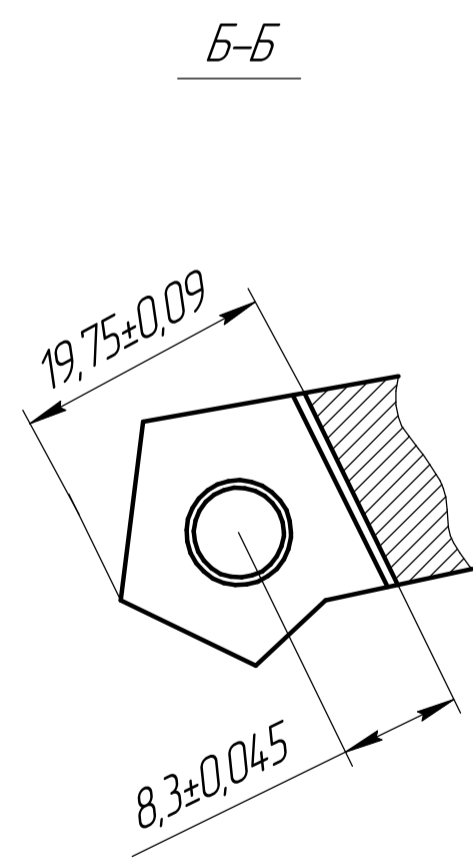
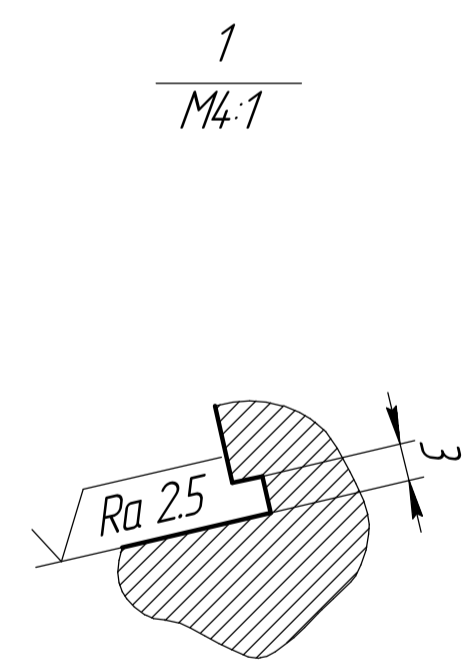
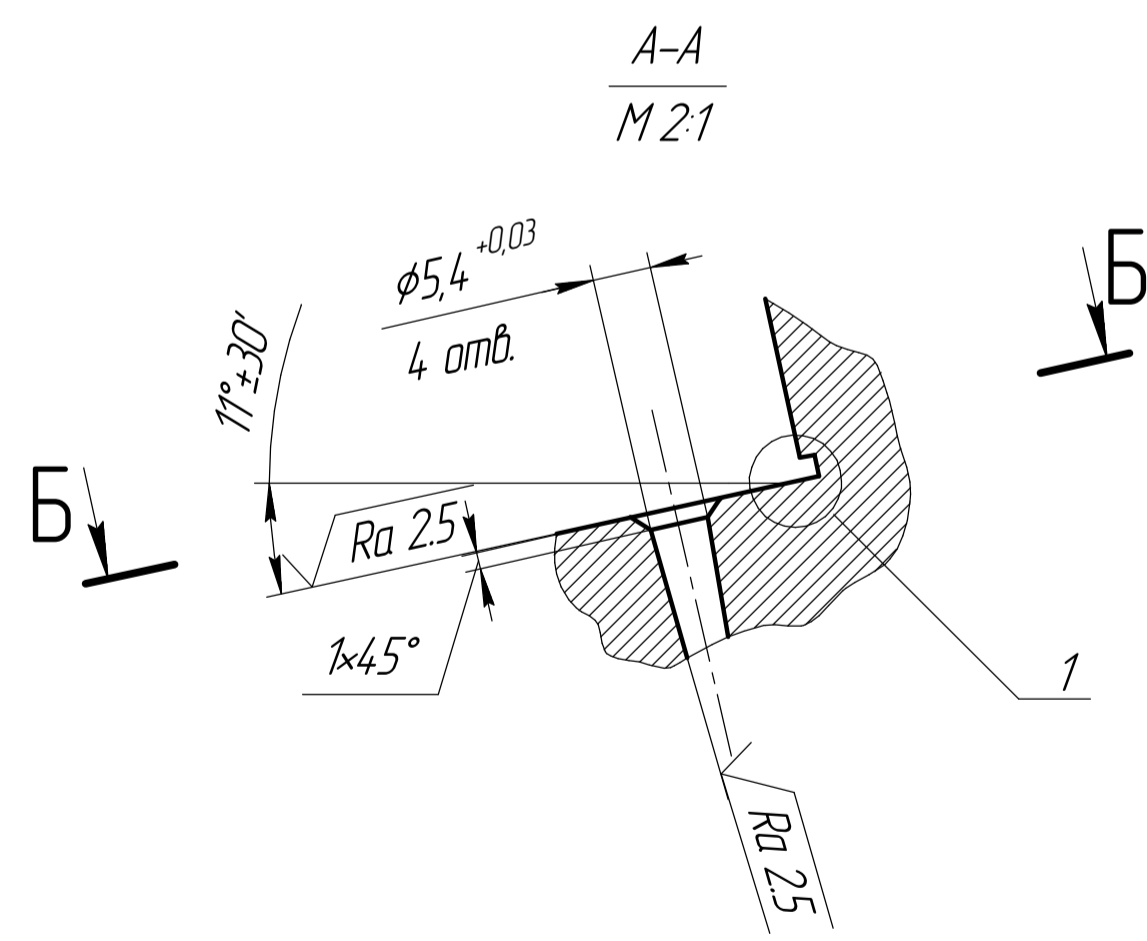
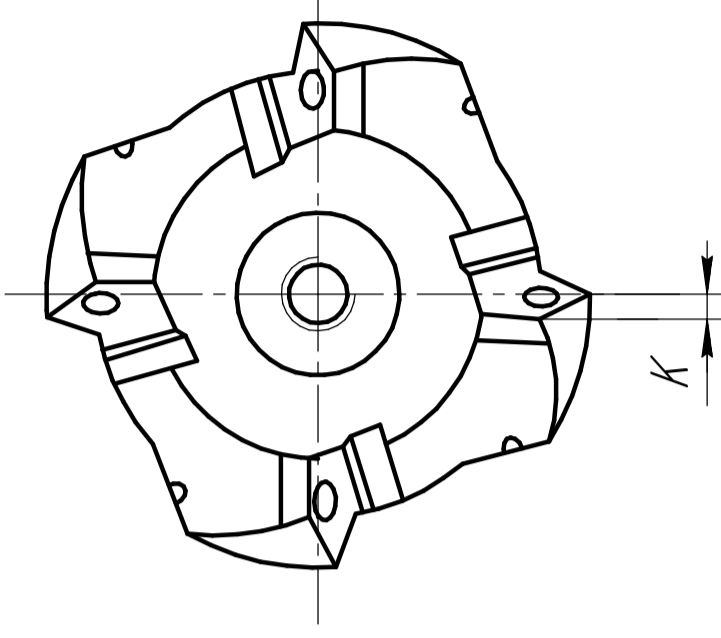
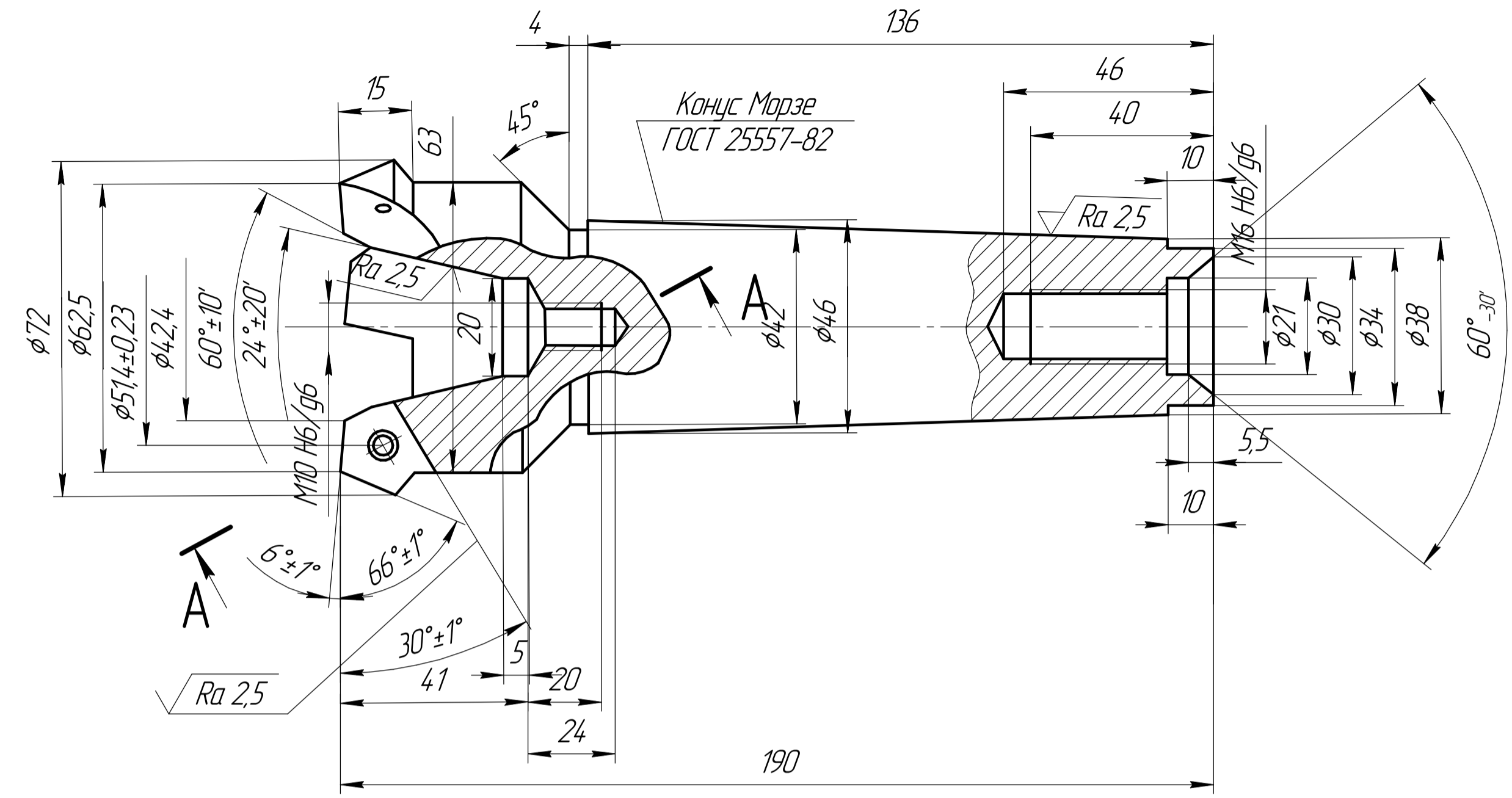
# Додаток А

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

# Додаток Б

					ДПБ МІ-п6112.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

√ Ra 3,2 (√)

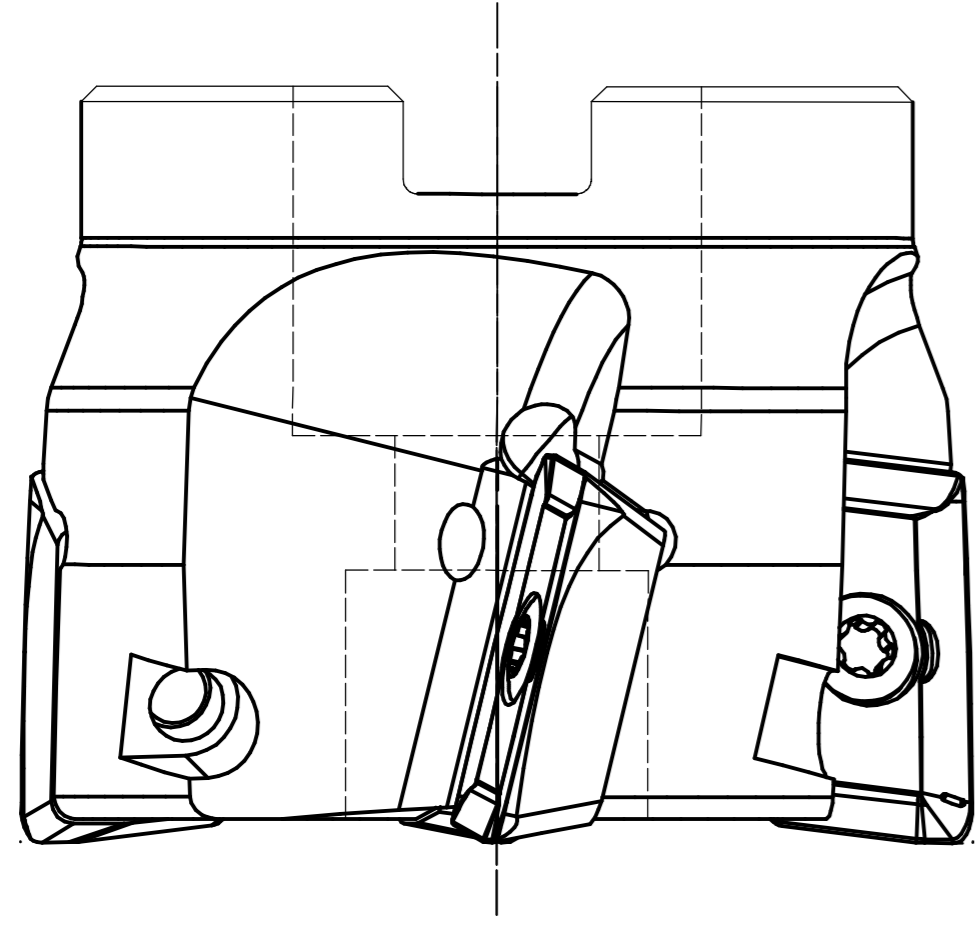


1. Розміри для справок \*
2. Биття поверхні "Д" відносно поверхні хвостовика - 0,04 мм.
3. Допуски конусу Морзе ступеня точності АТ 7 по ГОСТ 2848-75
4. Допускається виготовлення корпусів з загальною твердістю HRC 47...51

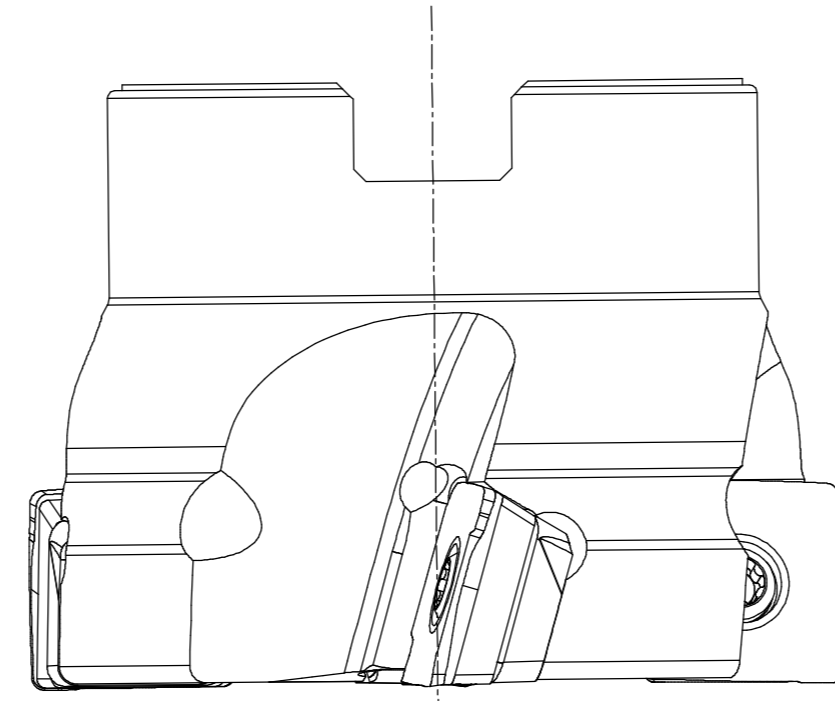
Перв. примеч.	
Справ. №	
Изм. №	
Взам. инв. №	
Инд. №	
Лист	
Листов	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Корпус фрезы	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Ляшевський					Лист	Листов	1
Проб.	Івановський				НТУУ "КПІ"			
Т.контр.					ім Сікорського			
Н.контр.					Формат А2			
Утв.					Копировал			

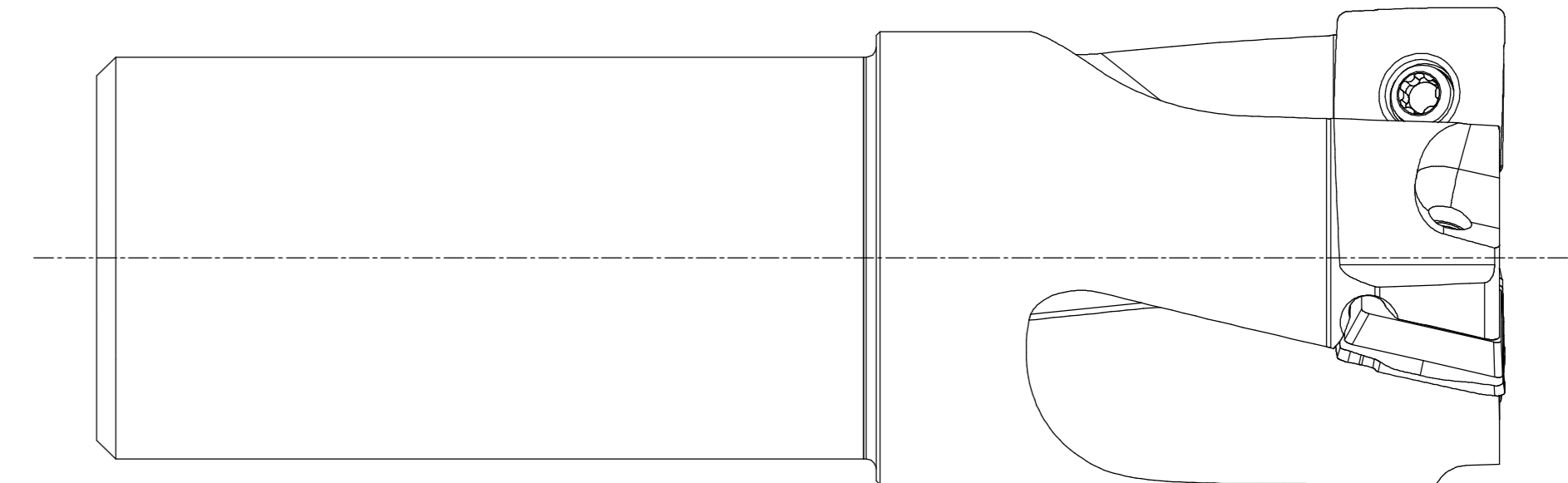
# Аналіз конструкції торцевих фрез



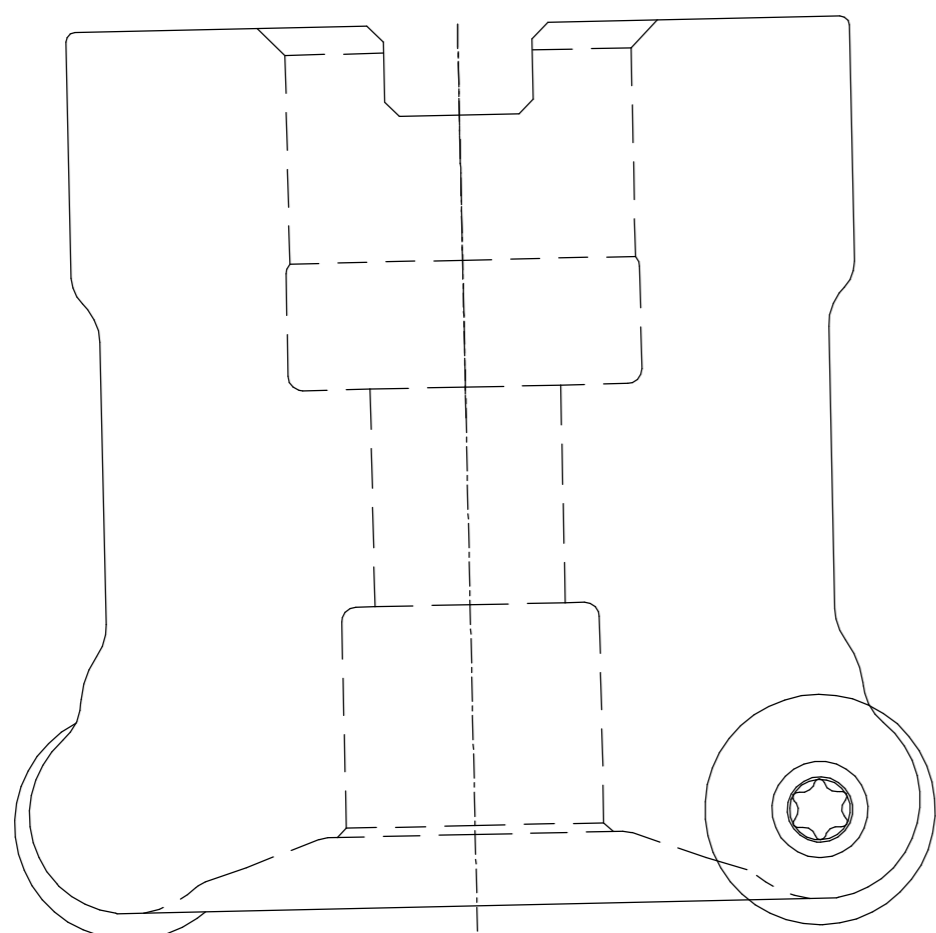
Фреза торцева насадна з складною формою різальної кромки



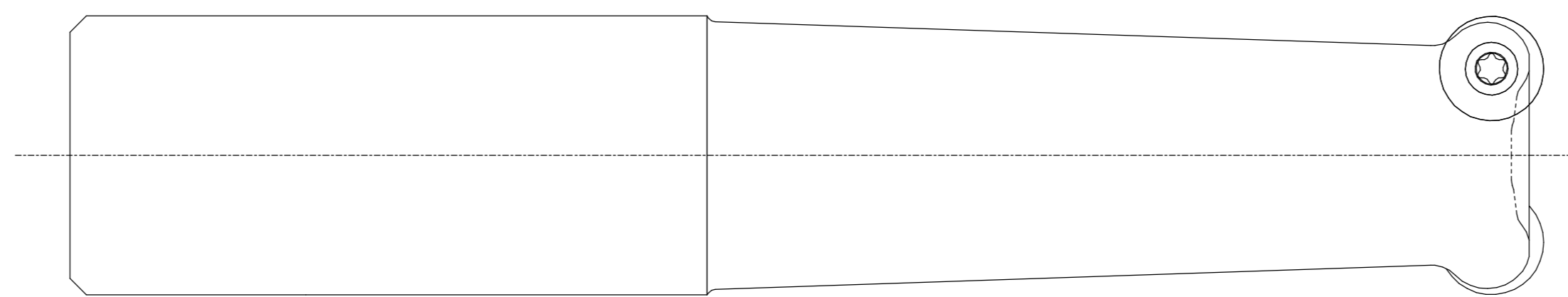
Фреза торцева насадна з пластинами прямокутної форми



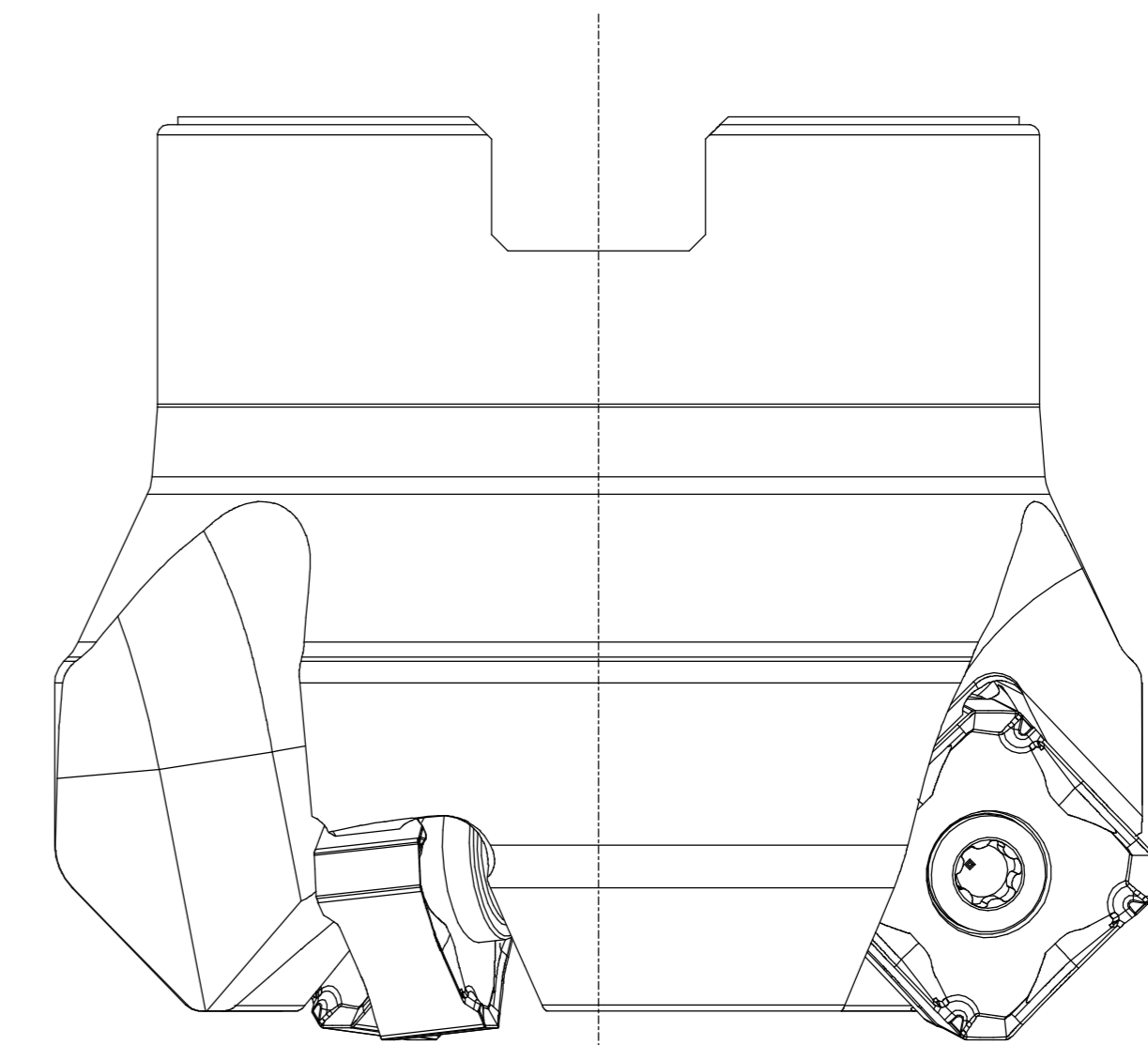
Фреза торцева з циліндричним хвостовиком



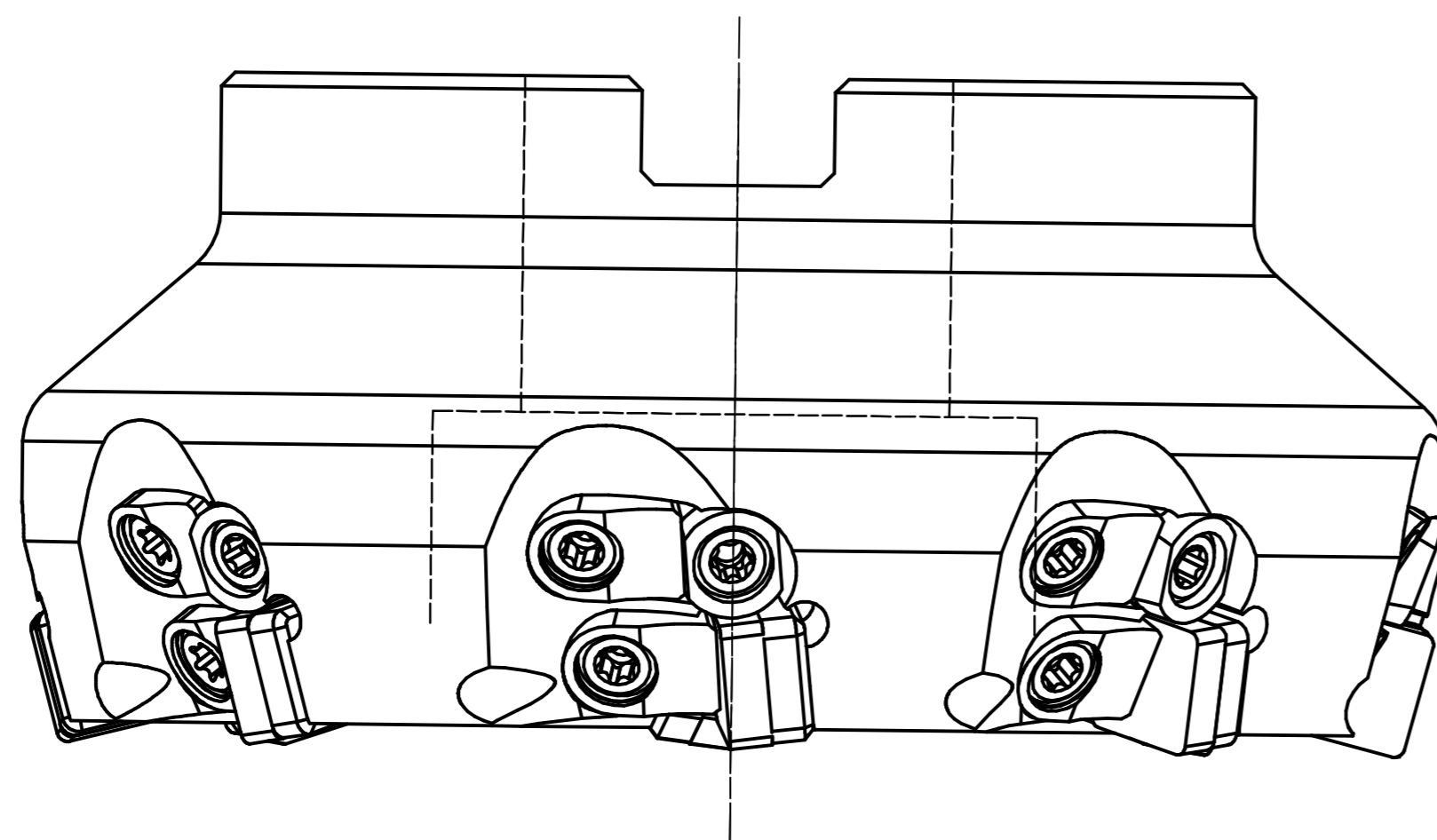
Фреза торцева насадна з пластинами круглої форми



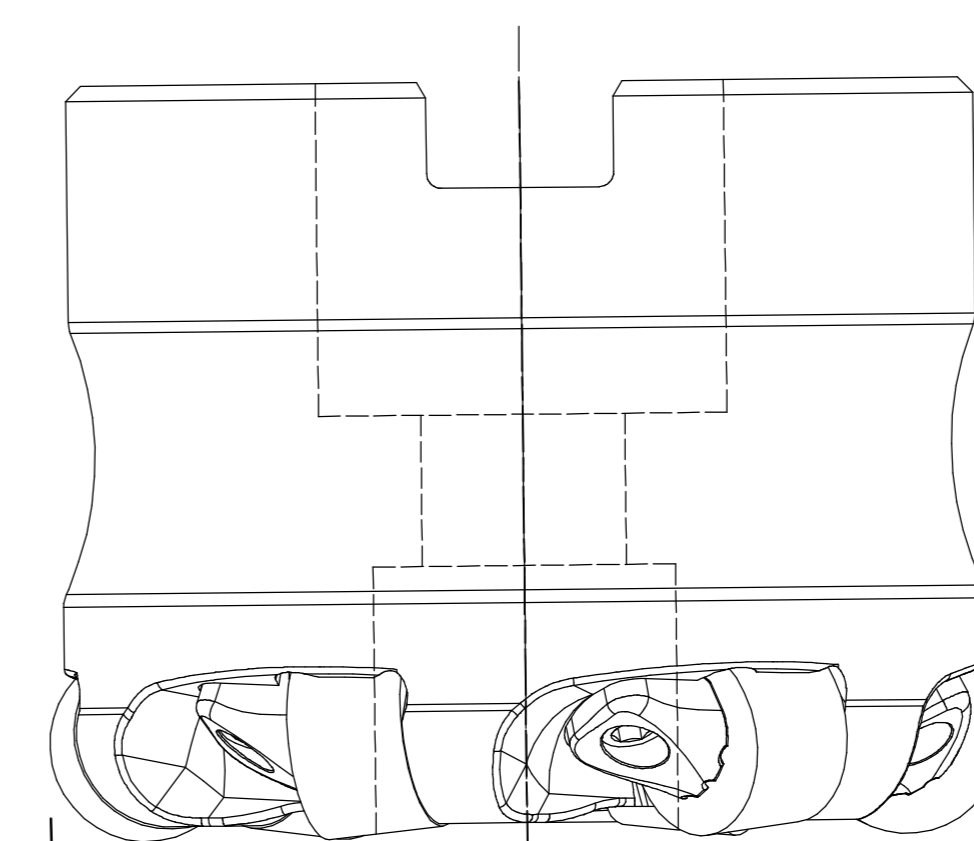
Фреза торцева з циліндричним хвостовиком з пластинами круглої форми



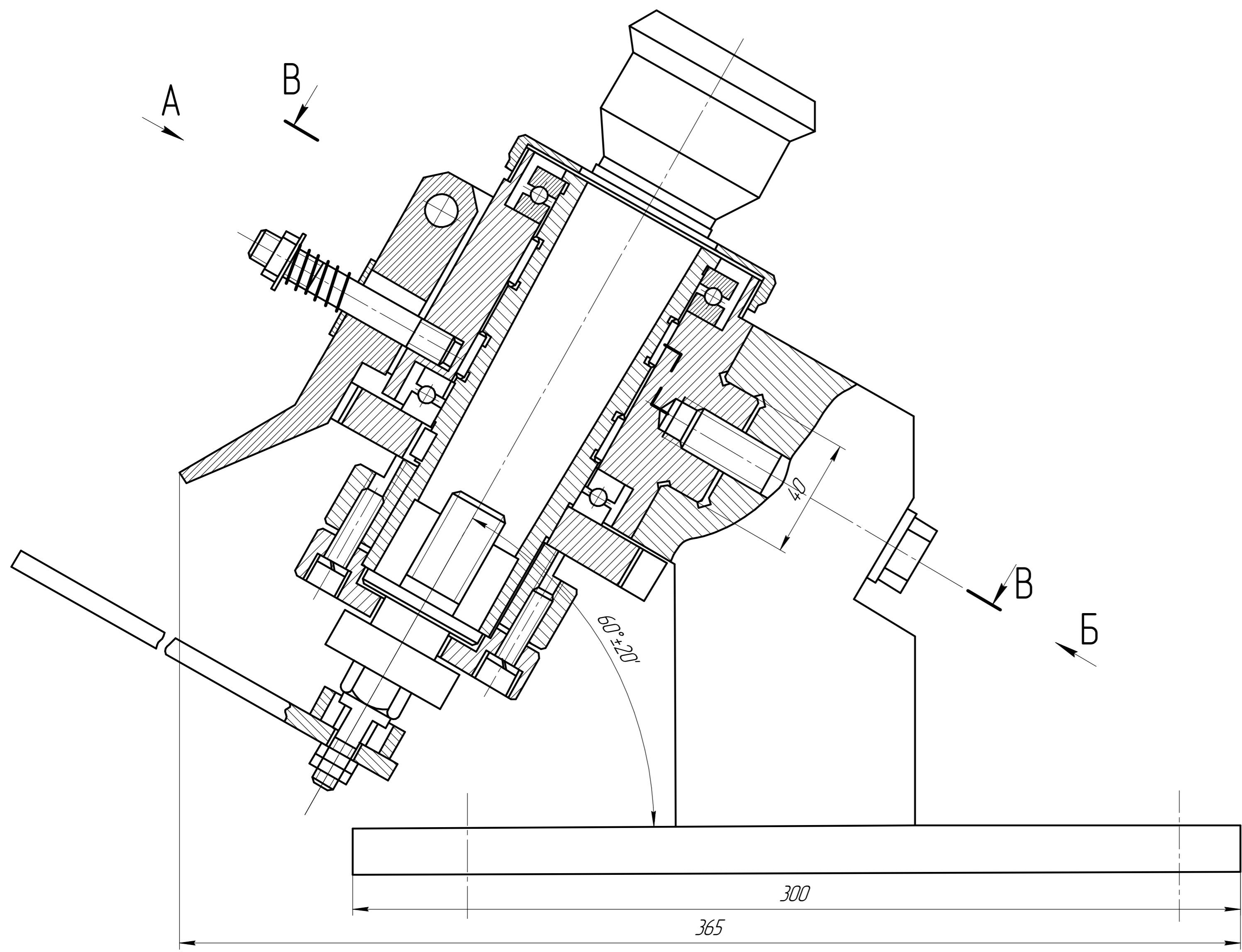
Фреза торцева насадна з прямокутними пластинами



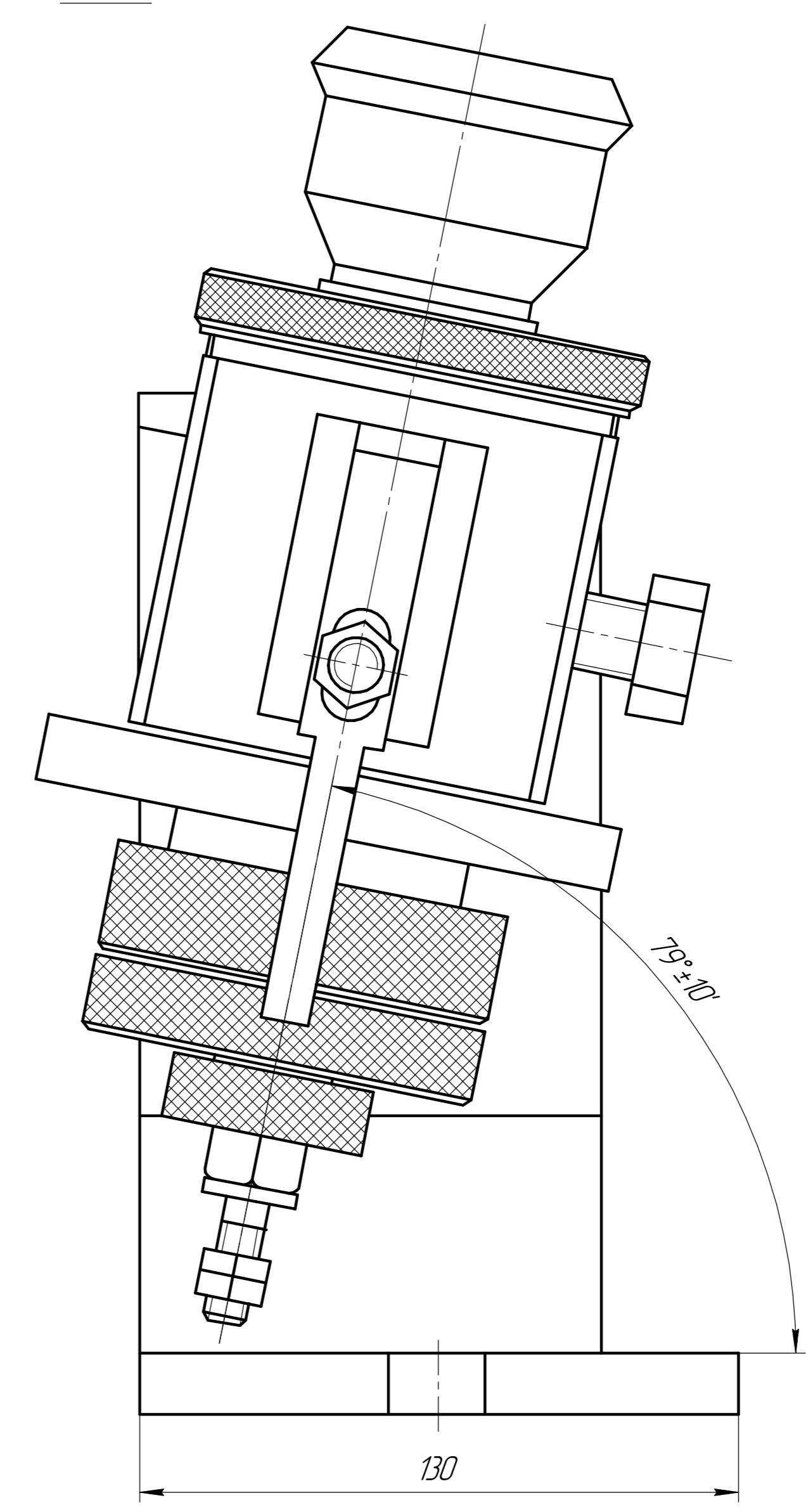
Торцева насадна фреза додатковими кріпленнями пластин



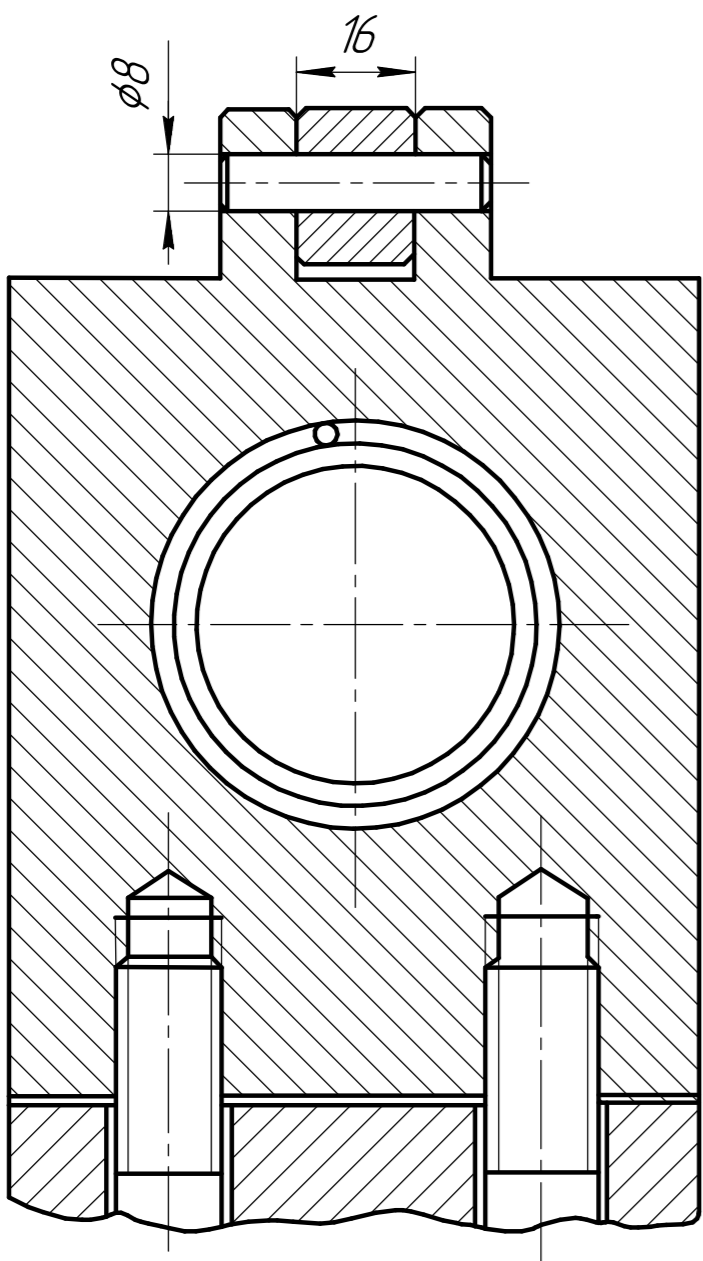
Фреза торцева насадна з вставками



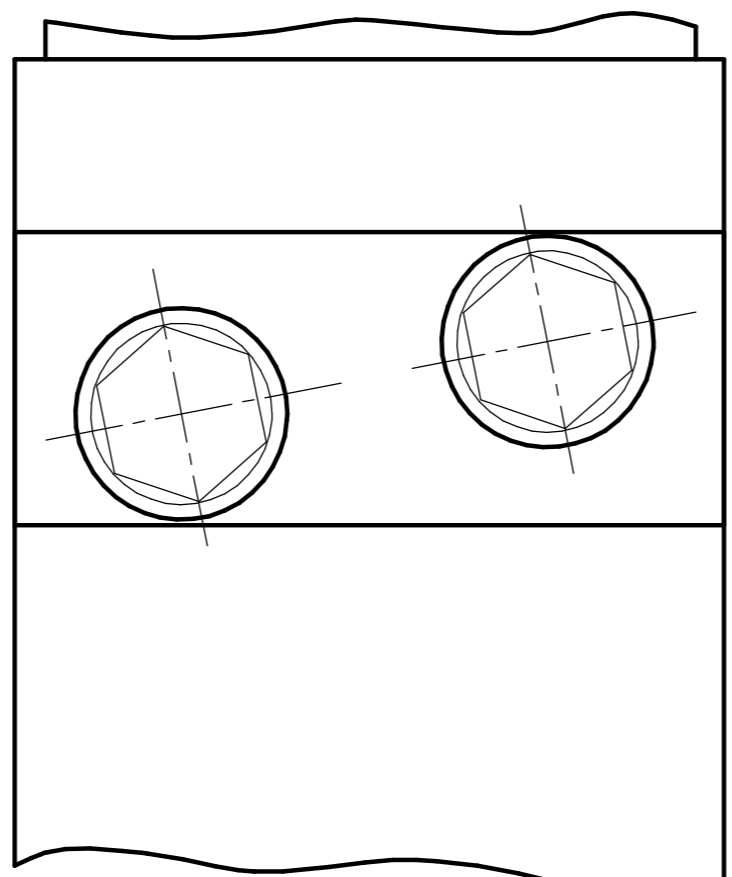
Вид А



В-В повернуто



Вид Б



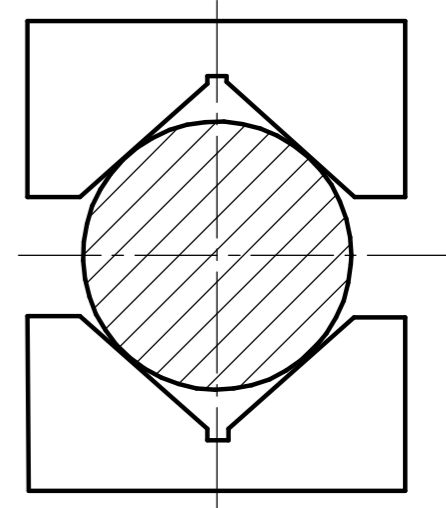
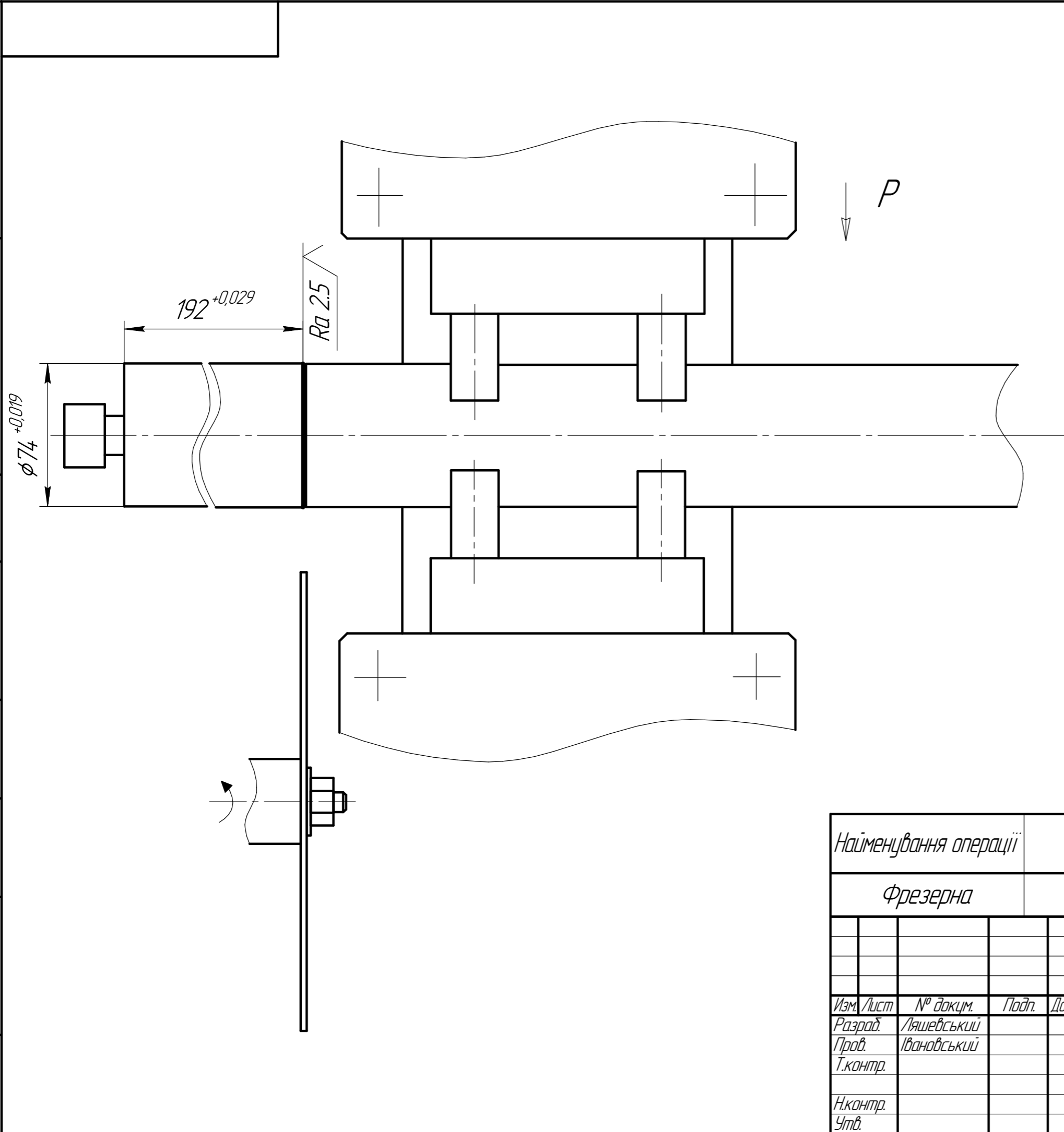
1. Розміри для справок, крім вказаних\*  
 2. Невказані граничні відхилення розмірів:  
 отворів - Н14, валів - н14, інших - IT14/2

Лист	№ док.	Подп.	Дата	Пристосування для фрезерування опорних поверхонь фрези	Лист	Масштаб	Масштаб
Розроб.	Львівський						1:1
Проб.	Ванодський				Лист	Листов	1
Т.контр.					НТУУ "КПІ" ім. Сікорського		
Н.контр.							
Утв.							

Лист № 1  
 Справ. № 1  
 Вид № 1  
 Твір і дата  
 Твір і дата  
 Твір і дата

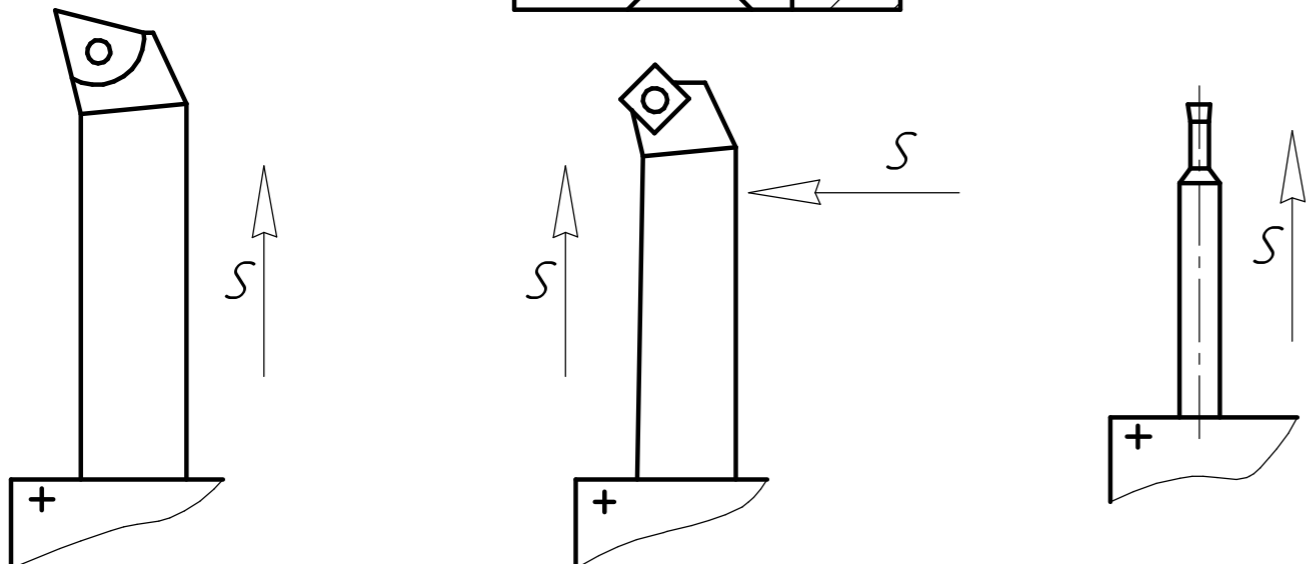
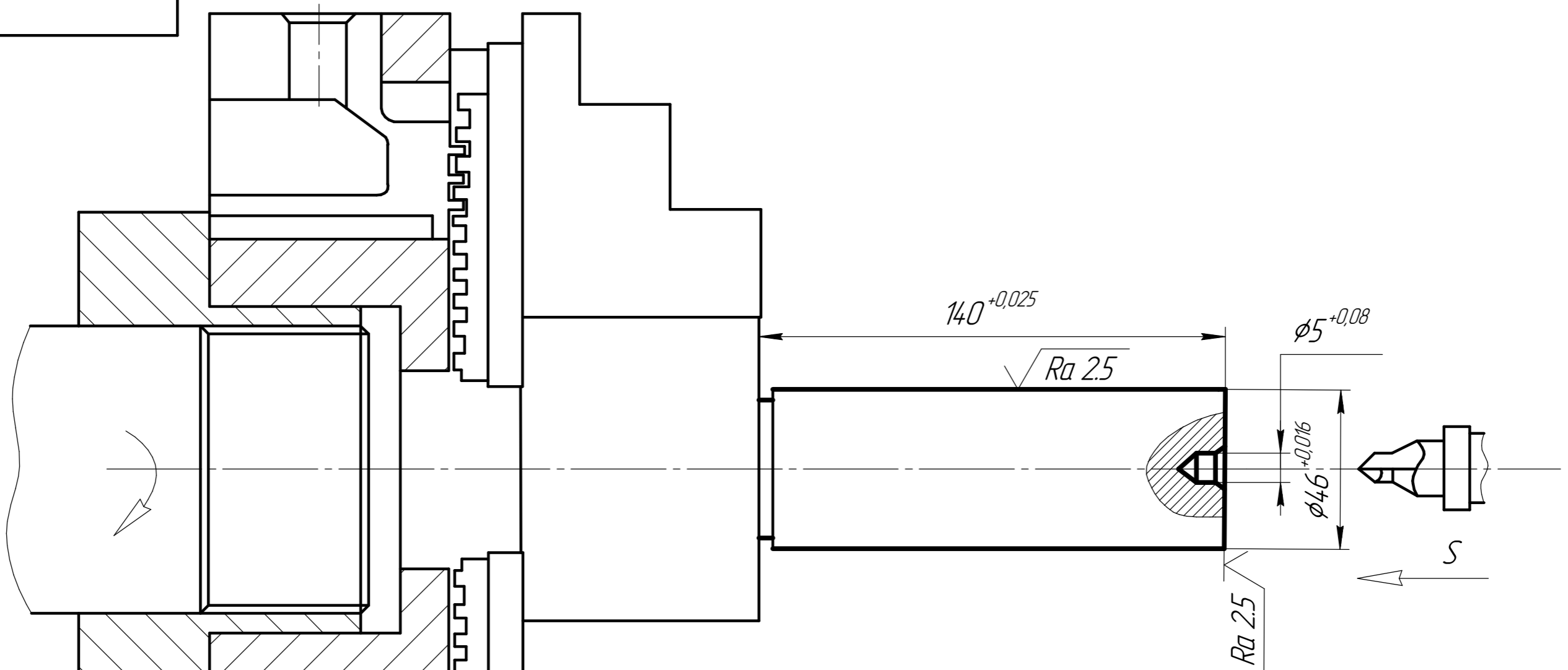
Перв. примен.  
Справ. №

Инд. № подл.  
Инд. № дробл.  
Взам. инв. №  
Инд. № дробл.  
Подп. и дата  
Подп. и дата  
Инд. № подл.



Найменування операції	$V_c$ м/хв	$n$ об/хв	$S_z$ мм/зуб	$T_0$ хв		
Фрезерна	165	1200	0,2	160		
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.	Ляшевський					
Пров.	Івановський					
Т.контр.						
Н.контр.						
Утв.						
Технологічна операція				Лист	Маса	Масштаб
						1:1
				Лист	Листов	1
				НТУУ "КПІ" ім Сікорського		
				Формат А3		

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



Найменування операції	$V_c$ м/хв	$n$ об/хв	$t$ мм	$S$ мм/об	$T$ хв
Токарна розточна	16,6	200	2	0,08	1,8
Свердлильна центрувальна	3	200	2,5	0,05	1,2
Токарна	24	200	2	0,11	1,4
Токарна	17	200	-	0,1	0,25

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разрад.		Ляшевський					1:1
Проб.		Івановський					
Т.контр.					Лист	Листов	1
Н.контр.					НТУУ "КПІ" ім Сікорського		
Утв.					Формат А3		

Копіював

Перв. примен.

Справ. №

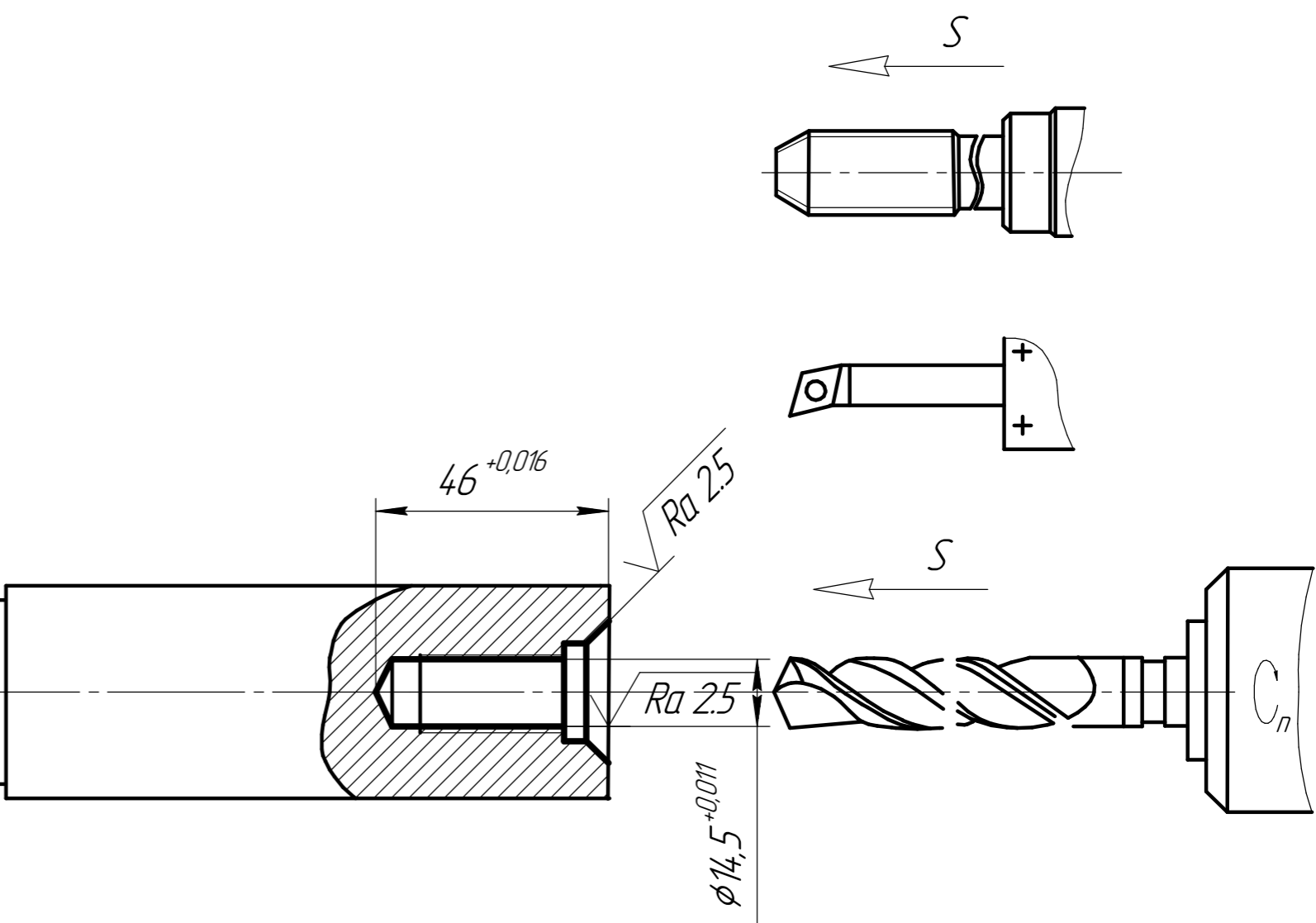
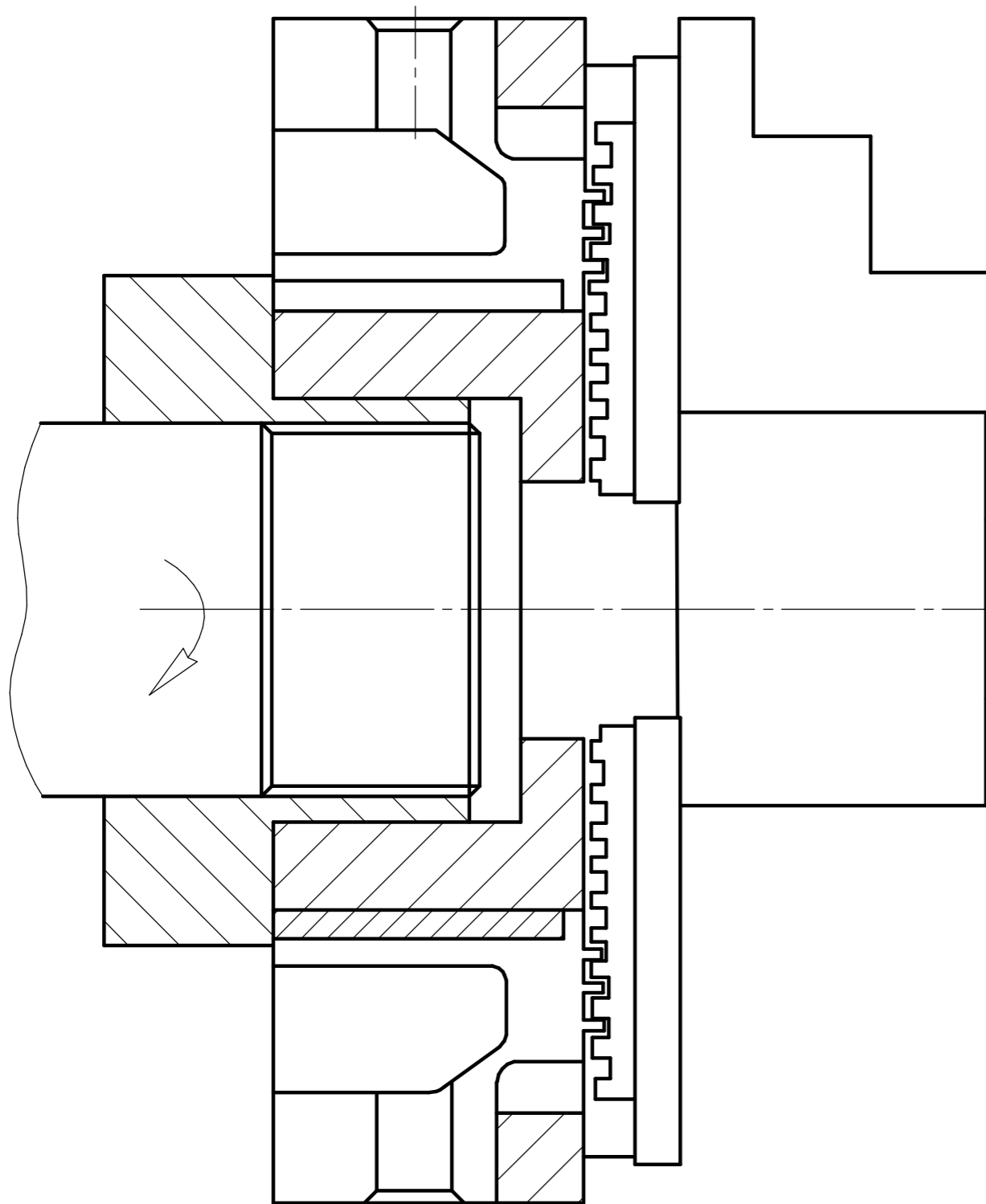
Подп. и дата

Инд. № дробл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.



Наименование операции	$V_c$ , м/хв	$n$ , об/хв	$f$ , мм	$S$ , мм/об	$T$ , хв
Свердлильна	4	125	5,15	0,16	2
Розточна	15	200	2	0,06	3,5
Різьбонарізна	10,2	75	1,2	1	0,45

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Технологічна операція		
Разрад.		Ляшевський			Лит.	Масса	Масштаб
Проб.		Івановський					1:1
Т.контр.					Лист	Листов	1
Н.контр.					НТУУ "КПІ" ім Сікорського		
Утв.					Формат А3		

Перв. примен.

Справ. №

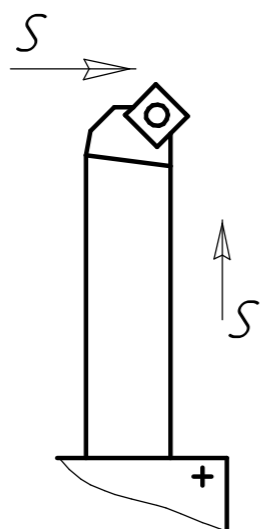
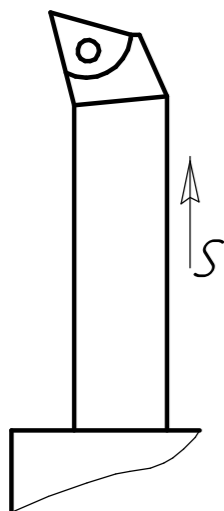
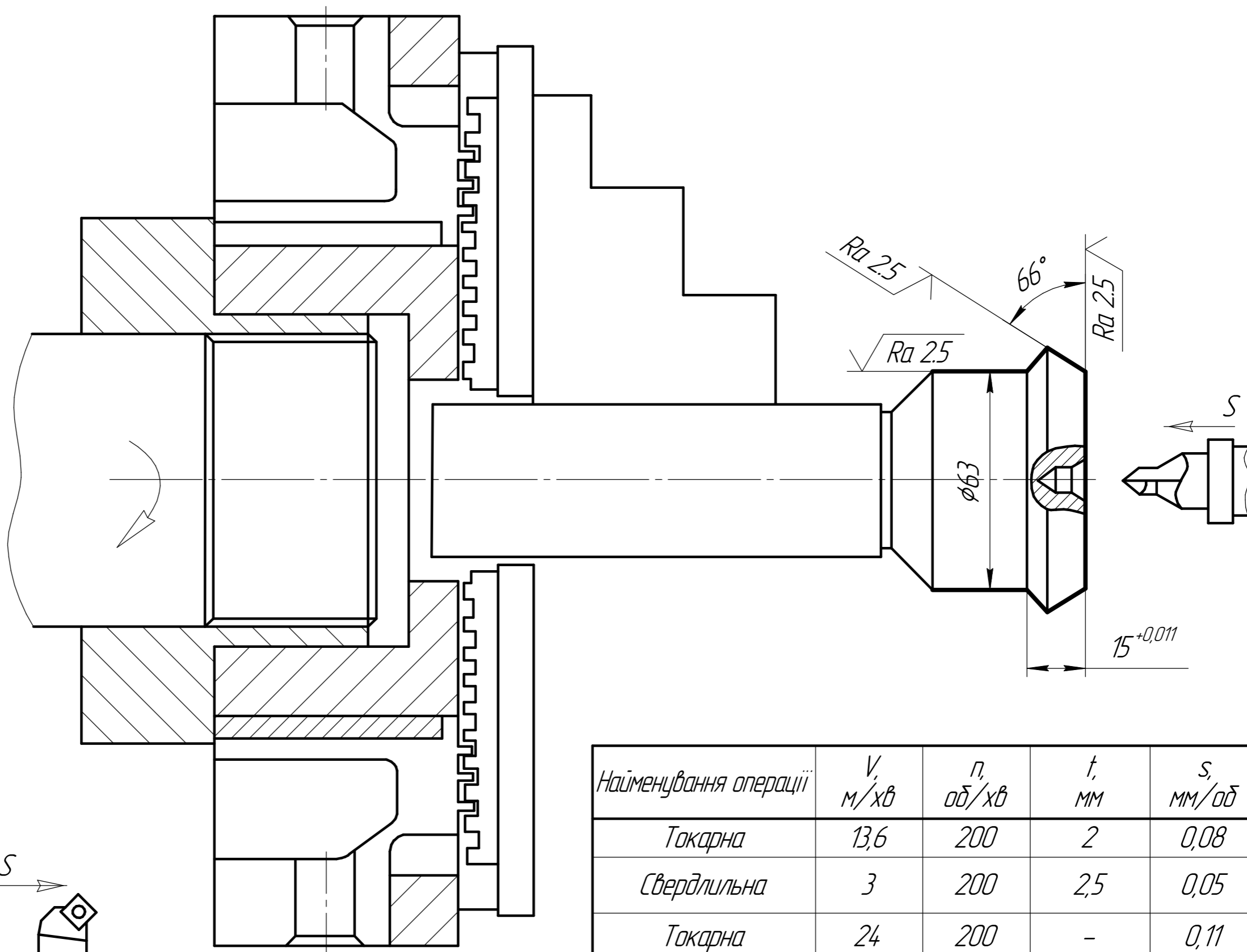
Подп. и дата

Инд. № дѣл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.



Найменування операції	$V$ , м/хв	$n$ , об/хв	$t$ , мм	$s$ , мм/об	$T$ , хв
Токарна	13,6	200	2	0,08	2,2
Свердлильна	3	200	2,5	0,05	1,2
Токарна	24	200	-	0,11	1,1

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Технологічна операція		
Разраб.		Ляшевський			Лит.	Масса	Масштаб
Пров.		Івановський					1:1
Т.контр.					Лист	Листов	1
Н.контр.					НТУУ "КПІ" ім. Сікорського		
Утв.					Формат А3		

Перв. примен.

Справ. №

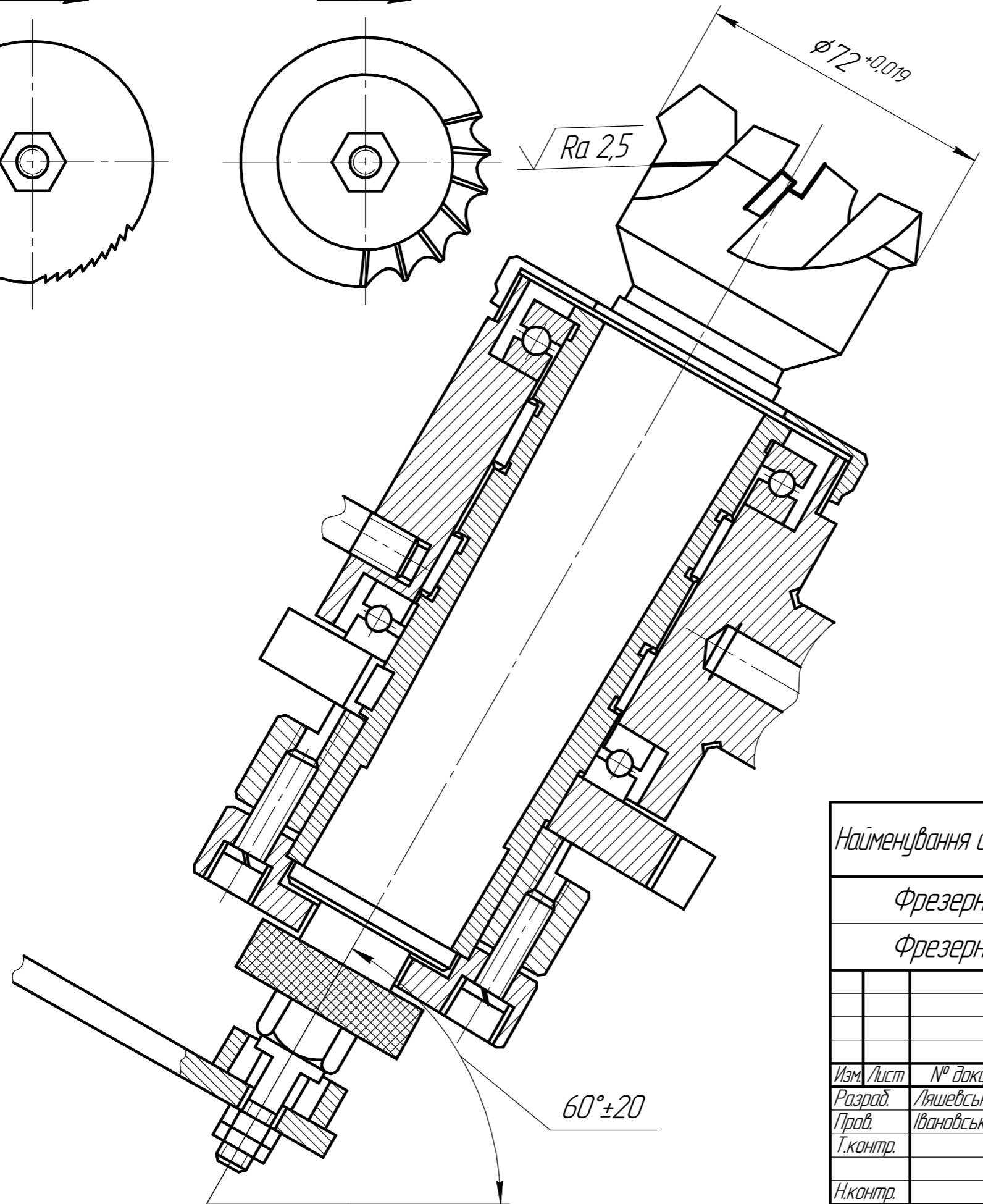
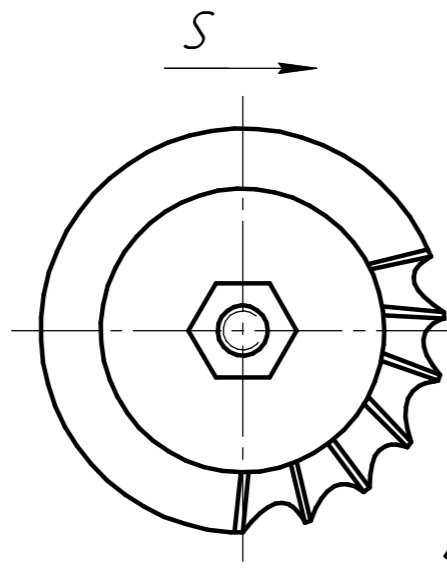
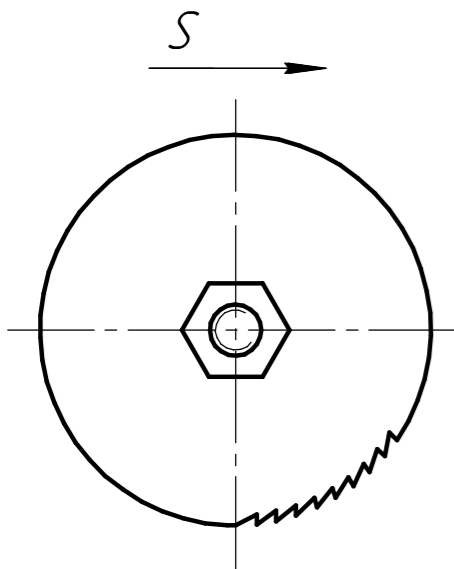
Подп. и дата

Изм. № дораб.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.



Найменування операції	$V, \text{ м/хв}$	$S, \text{ мм/з}$	$n, \text{ хв}^{-1}$	$T_0, \text{ хв}$	$T_{\text{шт}}, \text{ хв}$
Фрезерна	46,2	0,2	200	3,5	14
Фрезерна	52,8	0,1	200	0,85	3,4

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Ляшевський		
Проб.		Івановський		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Технологічна операція

Лист	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1

НТУУ "КПІ" ім. Сікорського

Перв. примен.

Справ. №

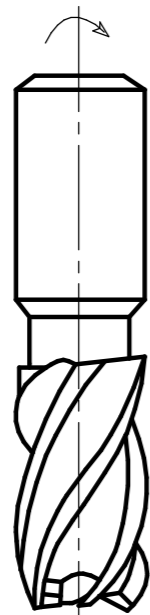
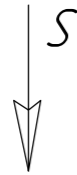
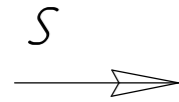
Подп. и дата

Инд. № дѣл.

Взам. инв. №

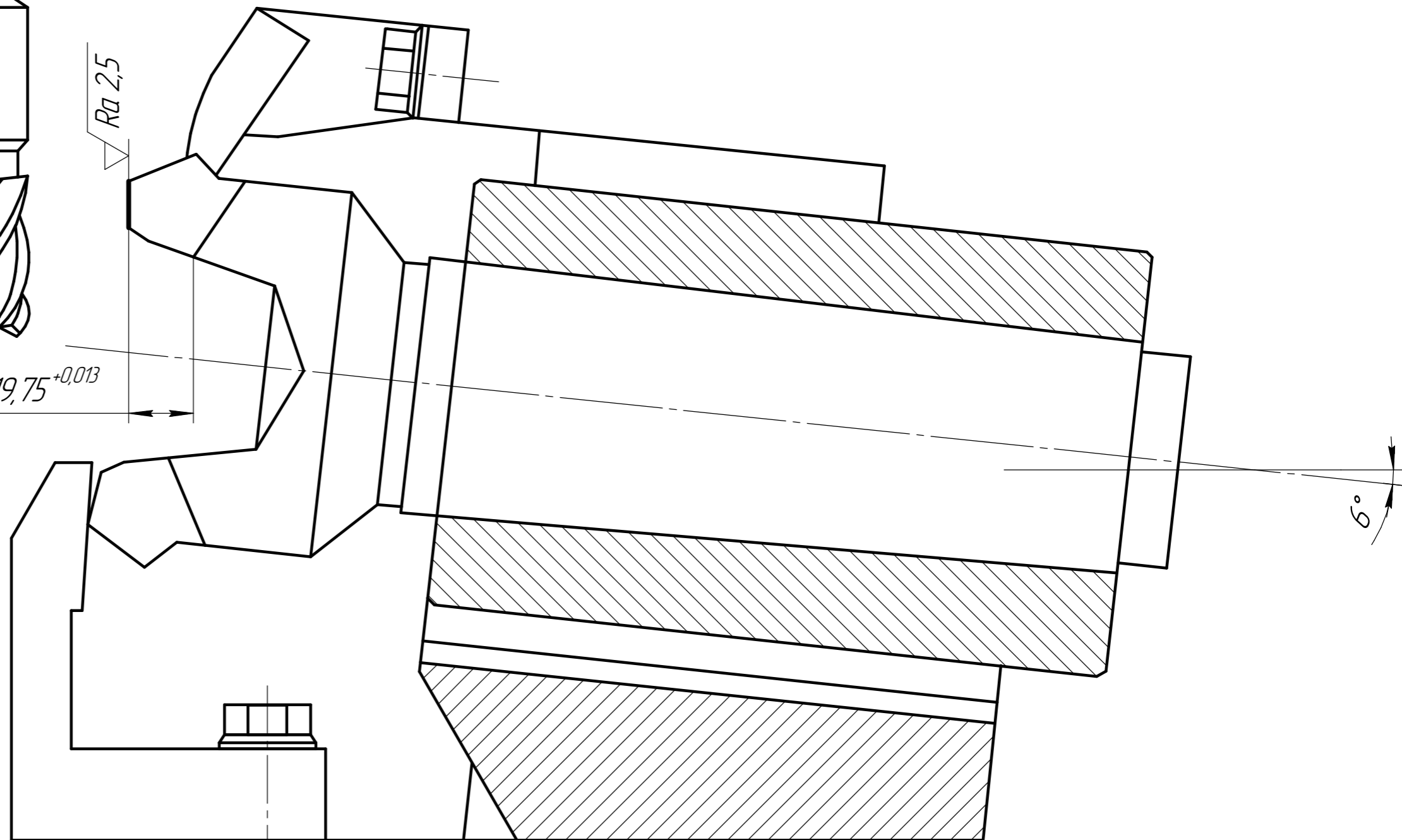
Подп. и дата

Инд. № подл.



19,75<sup>+0,013</sup>

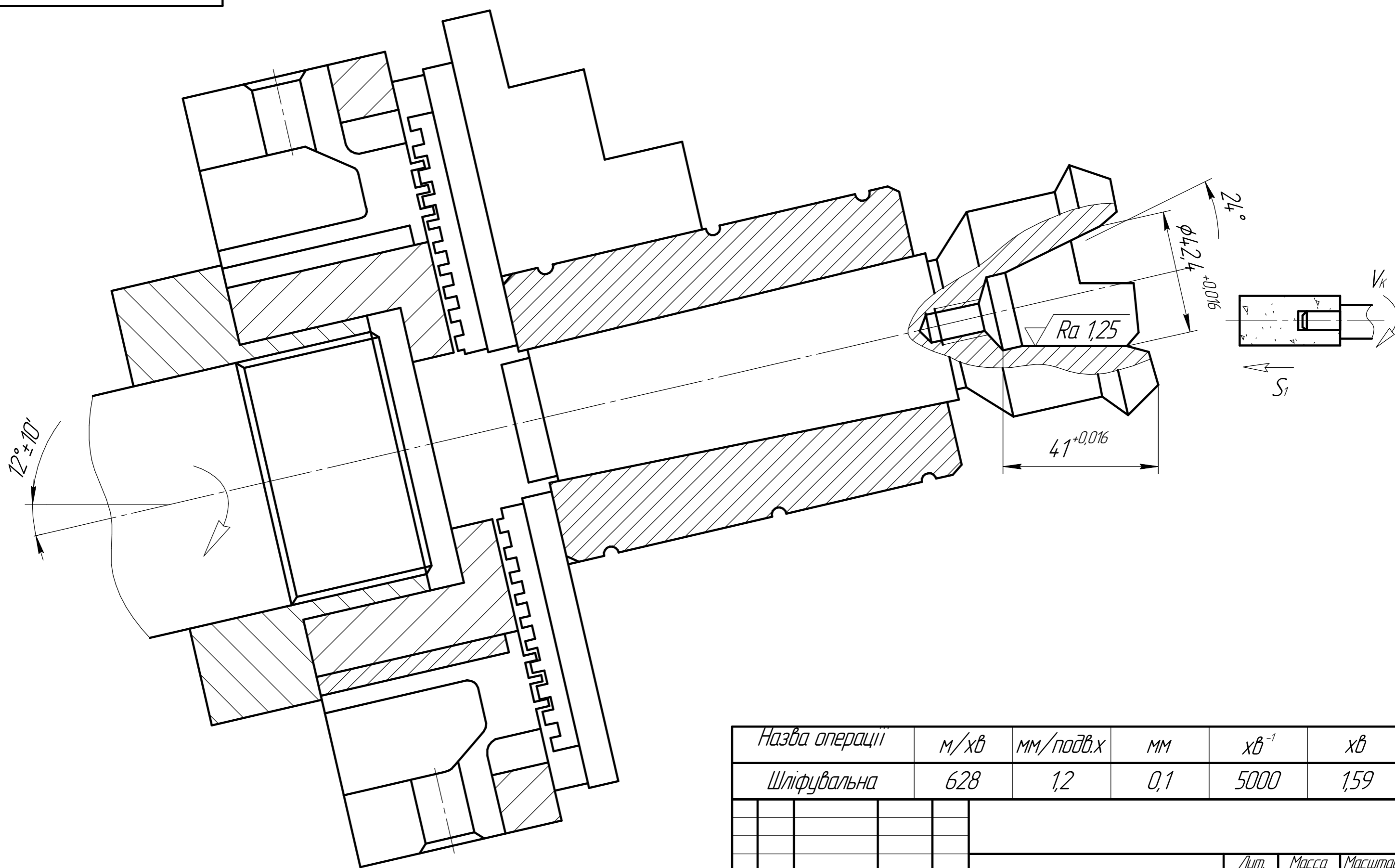
Ra 2,5



Найменування операції	S, мм/з	t, мм	V, м/хв	n, хв <sup>-1</sup>	T <sub>о</sub> , хв
Фрезерна	0,009	0,3	14,3	200	2,8

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Технологічна операція</b>	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Ляшевський							1:1
Проб.	Івановський					Лист	Листов	1
Т.контр.						НТУУ "КПІ" ім. Сікорського		
Н.контр.								
Утв.								

Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №



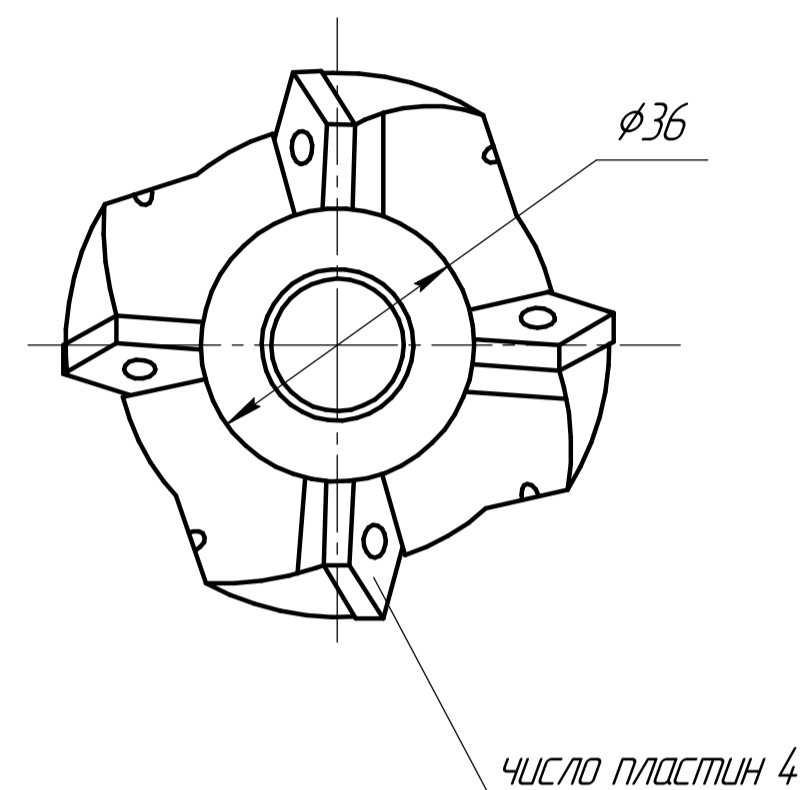
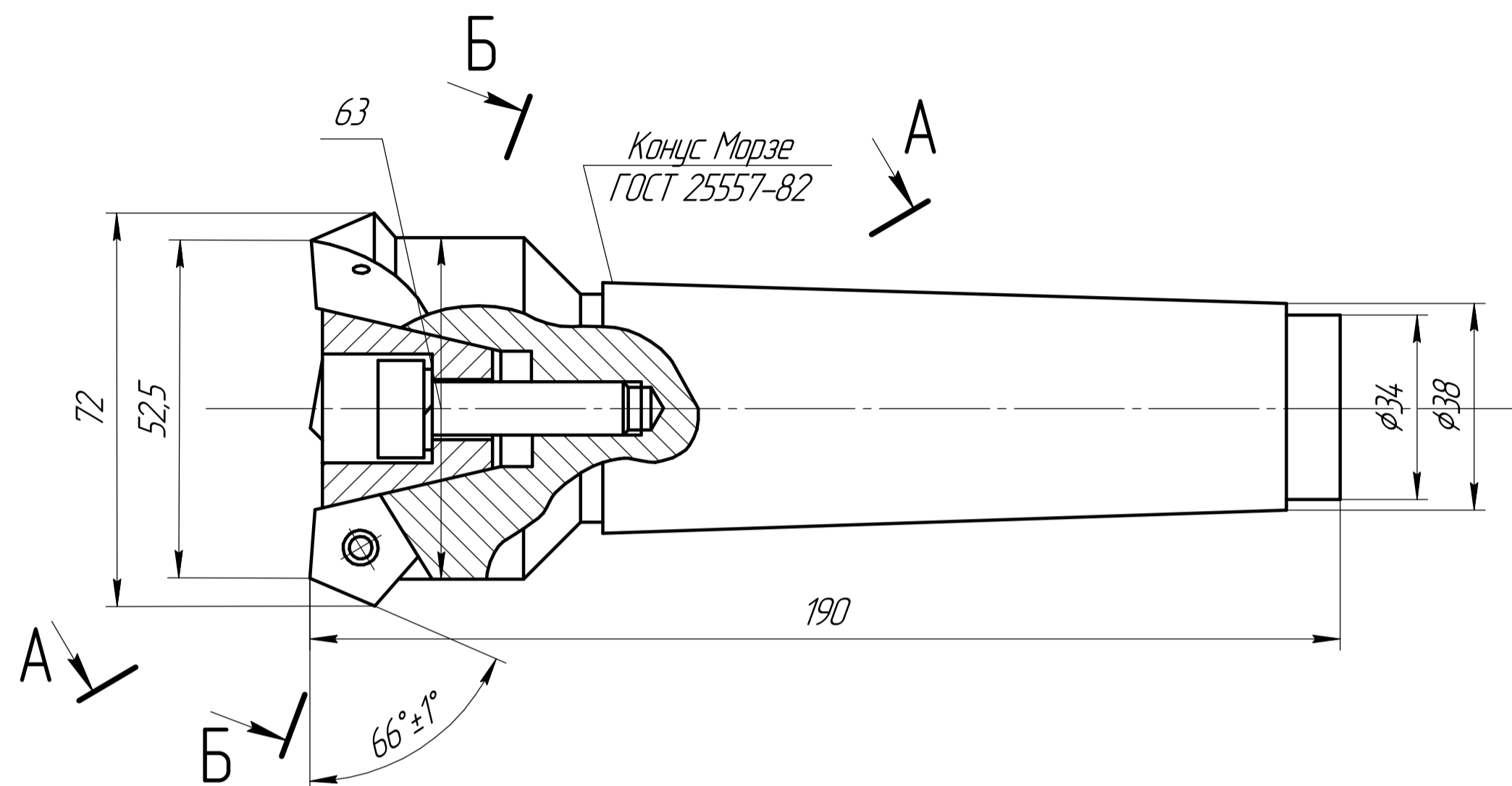
Назва операції	м/хв	мм/подв.х	мм	хв <sup>-1</sup>	хв
Шліфувальна	628	1,2	0,1	5000	1,59

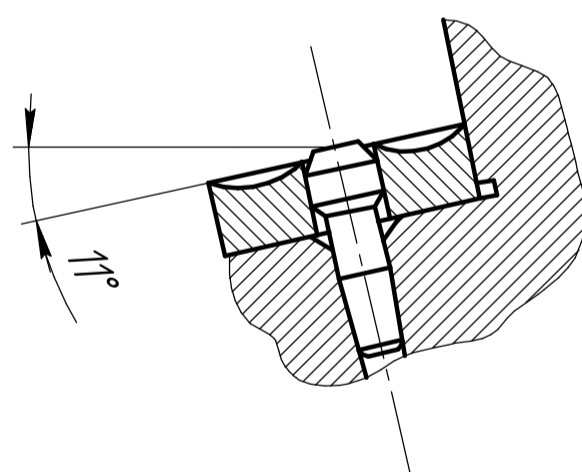
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Технологічна операція</b>	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Ляшевський						1:1
Проб.	Івановський				Лист	Листов	1
Т.контр.					<b>НТУУ "КПІ" ім. Сікорського</b>		
Н.контр.				<b>Формат А3</b>			
Утв.				Копіював			



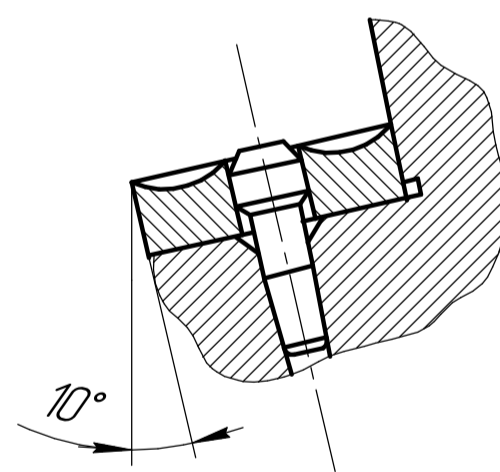
$\sqrt{Ra\ 3,2\ (\checkmark)}$



A-A  
M 2:1



B-B  
M 2:1



1. Розміри для довідок \*
2. Допуск радіального біття ріжучих кромок пластин відносно поверхні хвостовика – 0,05 мм
3. Допуск торцьового біття ріжучих кромок пластин відносно поверхні хвостовика – 0,05 мм
4. Різниця пластин по товщині в одному комплекті не повинна перевищувати більш як – 0,05 мм
5. Інші технічні умови, методи випробувань, упаковка по ТУ2-035-476-76

				Лист	Маса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Фреза зборка	
Разраб.	Ляшевський					
Проб.	Івановський				Лист	Листов
Т.контр.						1
Н.контр.					НТУУ "КПІ"	
Утв.					ім Сікорського	

Копирвал

Формат А2

Перв. примен.

Спраб. №

Подп. и дата

И.в. № д.д.д.

В.з.м. и.в. №

Подп. и дата

И.в. № подл.