

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА
МР.ПМКм-29.00.00.000.ПЗ

Група ПМКм-23-1

Грицак Роман

Іванович

2024

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Грицак Роман Іванович
(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9
(індекс)

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Технологічний процес виготовлення деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24» для умов
середньосерійного типу виробництва
(назва роботи)

Комп'ютеризовані та роботизовані технології машинобудування
(назва освітньої програми)

131 – Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

Здобувач освітнього ступеня Р.І. Грицак
(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Панчук А. Г., доцент кафедри КМВ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

професор

(посада)

(підпис)

(дата)

Панчук В. Г.

(ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

м. Івано-Франківськ — 2024 рік

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень магістр

Спеціальність 131 – Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

« ____ » _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я **НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Грицаку Роману Івановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Технологічний процес виготовлення деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24» для умов середньосерійного типу виробництва

керівник роботи Панчук А.Г., доцент кафедри КМВ

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом закладу вищої освіти від «22» листопада 2024 року № 780/7

2. Строки подання студентом роботи 15 грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: технічний кресленик деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24»;

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Проектування технологічного процесу та основних технологічних систем. 2. Створення маршрутних карт технологічно процесу виготовлення деталі 3. Розробка та розрахунок пристроїв.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Креслення деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24» – 1 лист А2. 2. Обладнання технологічного устаткування – 1 лист А1. 3. Різальний інструмент – 1 лист А1. 4. Карта налагоджень – 2 лист А1 та 1 лист А2. 5. Фрезерний пристрій – 1 лист А2. 6. Фрезерний пристрій - рознесений – 1 лист А2.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Панчук А.Г., доцент кафедри КМВ		
2	Панчук А.Г., доцент кафедри КМВ		
3	Панчук А.Г., доцент кафедри КМВ		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітки
1	Загальна огляд та характеристика	22.09.2024	
2	Опис і конструкція навчального проєкту	30.09.2024	
3	Технологічна частина	20.10.2024	
4	Конструкторська частина	25.11.2024	
5	Дослідницька частина	12.12.2024	
6	Захист магістерської роботи	18.12.2024	

Студент _____ Грицак Р.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Панчук А.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Реферат

Магістерська кваліфікаційна робота на тему: Технологічний процес виготовлення деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24» для умов середньосерійного типу виробництва. Дана робота складається зі 79 аркушів. До неї входять 50 рисунків, 7 таблиць, 3 додатки. Для розрахунку роботи було використано 15 бібліографічних найменувань.

Об'єкт дослідження – процес механічної обробки.

Предмет дослідження – технологічний процес виготовлення деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24».

Мета роботи – проєктування та удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24» для умов середньо серійного виробництва.

Основним завданням роботи є розроблення технологічного процесу для деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24», вибір обладнання технологічного устаткування та ріжучого інструменту для обробки даної деталі, створення допоміжного пристрою для фрезерної обробки, та проведення аналізу пристрою з визначення його слабких місць при навантаженнях.

В технологічній частині ми ознайомилися та вивчили структуру деталі. На основі чого здійснили аналіз конструктивних особливостей всіх її поверхонь. Склали теоретичний маршрут обробки деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24». Обрали обладнання технологічного устаткування для виробництва – токарний центр Haas серії ST-15 та вертикально-фрезерний верстат Haas серії VF-2 з різальний інструмент який використовується процесі обробки. Було створено 3D-модель деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24», на основі якої здійснили моделювання технології обробки в САМ-системі, побудували маршрутні карти налагодження та створили керуючі програми для кожної з них.

В конструкторській частині розглянуто призначення та конструкцію фрезерного пристрою зі створенням його 3D-моделі, яку використалася для моделювання технології обробки фрезерного установу та створення маршрутної

карти з керуючою програмою. В дослідницькій частині проведено ряд розрахунків стійкості та точності фрезерного пристрою.

Ключові слова: конструкція, технологічний процес, вал, верстат, різальний інструмент, токарна обробка, фрезерна обробка, САМ-система, 3D-модель, моделювання, налагодження, керуюча програма, фрезерний пристрій, навантаження, деформація.

Студент Грицак Р. І.

Summary

Master's qualification work on the topic: Technological process of manufacturing the part «Shaft MR PM 629.00.002/24» for medium-sized production. This work consists of 78 pages. It includes 50 figures, 7 tables, 3 appendices. For the calculation of the work, 15 bibliographic references were used.

The object of study – the machining process.

The subject of research – the technological process of manufacturing the part «Shaft MR PM 629.00.002/24».

The purpose of the work – to design and improve the technological process of manufacturing the part «Shaft MR PM 629.00.002/24» for medium-sized production.

Основним завданням роботи є розроблення технологічного процесу для деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24», вибір обладнання технологічного устаткування та ріжучого інструменту для обробки даної деталі, створення допоміжного пристрою для фрезерної обробки, та проведення аналізу пристрою з визначення його слабких місць при навантаженнях.

The main task of the work is to develop a technological process for the part «Shaft MR PM 629.00.002/24», select the process equipment and cutting tools for processing this part, create an auxiliary device for milling, and analyse the device to determine its weaknesses under loads.

In the technological part, we got acquainted with and studied the structure of the part. Based on this, we analysed the design features of all its surfaces. We made a theoretical route for machining the part «Shaft MR PM 629.00.002/24». We chose the production equipment - a Haas ST-15 series turning centre and a Haas VF-2 series vertical milling machine with cutting tools used in the machining process. A 3D model of the part «Shaft MR PM 629.00.002/24» was created, on the basis of which the machining technology was modelled in the CAM system, route maps were built and control programmes were created for each of them.

The design part considers the purpose and design of the milling device with the creation of its 3D model, which was used to simulate the processing technology of the

milling unit and create a route map with a control programme. In the research part, a number of stability and accuracy calculations of the milling device were carried out.

Keywords: design, technological process, shaft, machine tool, cutting tool, turning, milling, CAM system, 3D model, modelling, debugging, control programme, milling device, load, deformation.

Student Hrytsak R. I.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	12
1.1 Аналіз конструкції деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24».....	12
1.2 Проектування технологічного процесу виготовлення деталі та розробка маршрутної технології.....	15
1.3 Вибір обладнання технологічного устаткування для виробництва.....	16
1.3.1 Токарний центр Haas серії ST-15.....	17
1.3.2 Вертикально-фрезерний верстат Haas серії VF-2.....	19
1.3.3 Створення бази даних вибраного обладнання технологічного устаткування в автоматизованій системі технологічної підготовки виробництва.....	21
1.4 Вибір різального інструменту та формування кошику інструментів в САМ-системі.....	25
1.4.1 Вибір токарного різального інструменту.....	25
1.4.2 Вибір фрезерного різального інструменту.....	36
1.5 Моделювання маршрутної технології виготовлення деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24» в САМ-системі.....	42
1.5.1 Створення твердотілої моделі деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24» в системі автоматизованого проектування.....	42
1.5.2 Технологія обробки першого установу та створення керуючої програми.....	44
1.5.3 Технологія обробки другого установу та створення керуючої програми.....	48
1.5.4 Технологія обробки третього установу та створення керуючої програми.....	54

					<i>МР.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Грицак Р.І.			Технологічний процес виготовлення деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24» для умов середньосерійного типу виробництва	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Панчук А.Г.				8	79	
Реценз.						ІФНТУНГ		
Н. Контр.						ПМКМ-23-1		
Затверд.		Панчук В.Г.						

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	62
2.1 Опис конструкції та призначення фрезерного пристрою.....	62
2.2 Технологія обробки фрезерного установу та створення керуючої програми.....	64
3 ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА.....	72
3.1 Розрахунок сили затиску при обробці деталі.....	72
3.2 Розрахунок слабкої ланки пристрою.....	75
3.3 Розрахунок пристрою на точність.....	76
Висновки.....	77
Список використаної джерел.....	78
Додатки.....	80

					<i>МР.ПМКм-29.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

ВСТУП

Магістерська робота виконує роль завершального етапу у підготовці магістра освітньо-професійної програми «Комп'ютеризовані і роботизовані технології машинобудування», спеціальності «Прикладна механіка», визначаючи його інтегральні, загальні та фахові компетентності.

Робота магістра виконується з метою закріплення, систематизації, розширення практичних і теоретичних знань зі спеціальності та застосування їх при вирішенні конкретних наукових, технічних, економічних, виробничих та інших завдань. Виконання магістерської роботи дає можливість розвинути навички самостійної роботи і оволодіти методикою дослідження та експериментування при вирішенні проблем і питань, що розробляються у ньому.

Процес навчання в університеті і розроблення магістерської роботи також супроводжується змогою набуття студентом вагомих фахових компетентностей, які визначають його здатність успішно здійснювати професійну та подальшу навчальну діяльність, зокрема:

- здатність описувати та класифікувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні основних механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук;

- здатність здійснювати оптимальний вибір технологічного обладнання, комплектацію технічних комплексів, мати базові уявлення про правила їх експлуатації;

- здатність до просторового мислення і відтворення просторових об'єктів, конструкцій та механізмів у вигляді проєкційних креслень та тривимірних геометричних моделей;

- знання конструкцій, принципів роботи і способів використання виконавчих, контролюючих і керуючих модулів систем технологічного устаткування [1].

					<i>МР.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, проаналізувавши всю вищезазначену інформацію, можна виділити основну проблему, яка буде розглядатися в магістерській роботі, а саме здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в прикладній механіці або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів механічної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

При виборі теми магістерської роботи, було розглянуто вище зазначену проблему, яка являється актуальною для сьогоденного часу, базуючись на тенденціях стрімкого розвитку галузі металообробки. Тому темою магістерської роботи було обрано «Технологічний процес виготовлення деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24» для умов середньосерійного типу виробництва».

Завдання магістерської роботи включає в себе процес виконання організації технологічно-конструкторського проєктування процесу виготовлення деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24» для умов середньосерійного типу виробництва.

					<i>МР.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						11
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз конструкції деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24»

Деталь «Вал МР ПМ 629.00.002/24» за конструктивними властивостями представляє собою тілом обертання з циліндричною ступінчастою формою (рисунок 1.1). На ній розміщені чотири пази для шпонкового з'єднання, 2 з яких є обрізаними. На торцях для підтримки оброблювальної заготовки просвердлені центрувальні отвори. Також на двох поверхнях нарізані дві різьби М36 та М33 з кроком 1.5. Креслення деталі представлено в додатку А.

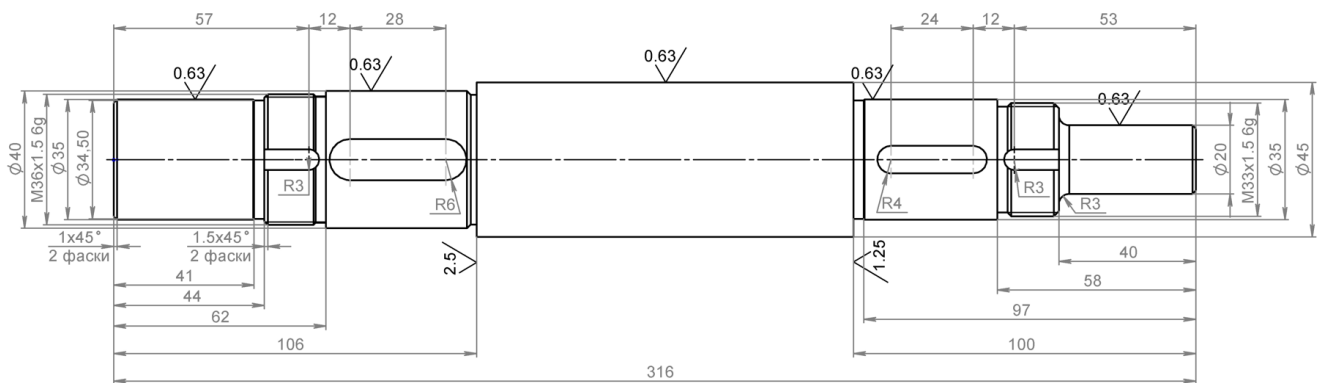


Рисунок 1.1 – Деталь «Вал МР ПМ 629.00.002/24»

Матеріал деталі – Сталь 40Х ДСТУ 7806:2015. Легована вуглецева сталь із вмістом вуглецю близько 0,4% і добавками хрому, молібдену та марганцю. Ці добавки надають сталі підвищену міцність, твердість і стійкість до зношування.

Сталь 40Х зазвичай використовується для виробництва різних деталей промислових машин, таких як зубчасті колеса, вали, кріпильні елементи, шпильки тощо. Також добре піддається механічній обробці, такій як точіння, фрезерування, свердління та шліфування. Механічні властивості та хімічний склад, наведені в таблицях нижче [2].

Таблиця 1.1 - Механічні властивості сталі 40Х ДСТУ 7806:2015

Сталь	σ_b , МПа	НВ
Ст 40Х	785	229

Таблиця 1.2 - Хімічні властивості сталі 40Х ДСТУ 7806:2015

Марка сталі	Масова частка елементів, %							
	Вуглець	Кремній	Марганець	Хром	Нікель	Мідь	Фосфор	Сірка
Ст 40Х	0,36-0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	0,8-1,1	до 0,3		до 0,035	

Проаналізуємо конструктивне та службове призначення усіх поверхонь деталі валу. Для наочності та зручності пронумеруємо кожену поверхню (рисунок 1.2). Дані про кожену поверхню заносимо в таблицю 1.3.

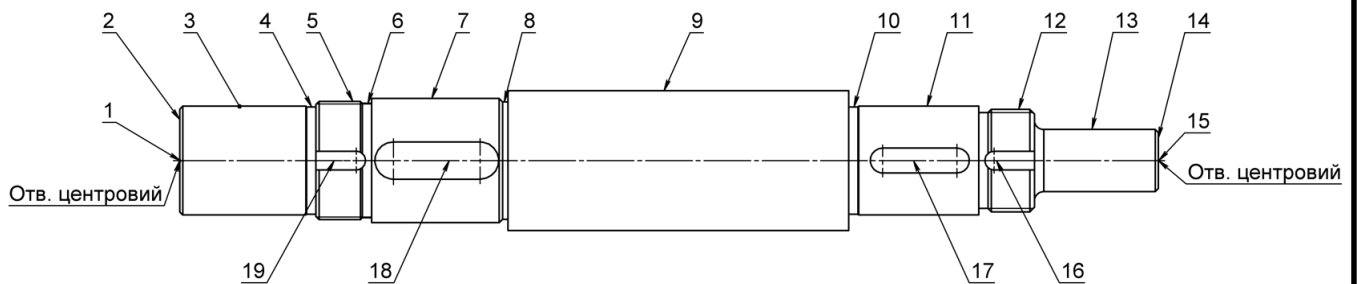


Рисунок 1.2 – Нумерація поверхонь деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24»

Таблиця 1.3 - Опис конструкції деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24»

№ Поверхні	Конфігурація та службове призначення поверхні	Розміри	Квалітет точності	Точність форми і розміщення	Шорсткість, мкм
1	Центрувальний отвір, допоміжна конструкторська база	Ø2,5	g6	В межах допуску на розмір	Ra 1,25
2	Торець, допоміжна конструкторська база	Ø35	h14	В межах допуску на розмір	Rz 40
3	Зовнішня циліндрична, основна конструкторська база	Ø35×41	h14	∇ 0,02 Д	Rz 40
4	Зовнішня циліндрична, допоміжна конструкторська база	Ø34.5×3	h14	В межах допуску на розмір	Rz 40
5	Різьбова, допоміжна конструкторська база	M36×1,5	g6	В межах допуску на розмір	Rz40
6	Зовнішня циліндрична, допоміжна конструкторська база	Ø36,8×3	h14	В межах допуску на розмір	Rz40

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ

Арк.

13

Продовження таблиці 1.3

7	Зовнішня циліндрична, основна конструкторська база	Ø40×44	h14	\nearrow 0,02 Д	Ra 0,63
8	Зовнішня циліндрична, допоміжна конструкторська база	Ø37,8×2	h14	В межах допуску на розмір	Rz40
9	Зовнішня циліндрична, основна конструкторська база	Ø45×110	h14	В межах допуску на розмір	Ra 0,63
10	Зовнішня циліндрична, допоміжна конструкторська база	Ø34,5×3	h14	В межах допуску на розмір	Rz40
11	Зовнішня циліндрична, основна конструкторська база	Ø35×42	h14	\nearrow 0,02 Д	Ra 0,63
12	Різьбова, допоміжна конструкторська база	M33×1,5	g6	В межах допуску на розмір	Ra 0,63
13	Зовнішня циліндрична, основна конструкторська база	Ø20×40	h14	\nearrow 0,02 Д	Ra 0,63
14	Торець, допоміжна конструкторська база	Ø20	h14	В межах допуску на розмір	Rz40
15	Центрувальний отвір, допоміжна конструкторська база	Ø2,5	g6	В межах допуску на розмір	Ra 1,25
16	Шпонковий паз, допоміжна конструкторська база	3×16	h14	В межах допуску на розмір	Rz40
17	Шпонковий паз, допоміжна конструкторська база	4×32	h14	В межах допуску на розмір	Rz40
18	Шпонковий паз, допоміжна конструкторська база	6×40	h14	В межах допуску на розмір	Rz40
19	Шпонковий паз, допоміжна конструкторська база	3×16	h14	В межах допуску на розмір	Rz40

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MP.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ

Арк.

14

Таким чином з аналізу конструкції даної деталі ми бачимо, що найвищі вимоги по точності і шорсткості ставляться до поверхонь основних і допоміжних конструкторських баз, а саме до:

- поверхонь 3,5,7,9,11,12, 13 (основна конструкторська база),
- поверхонь 1, 2, 14,15 (допоміжна конструкторська база),
- поверхонь 4, 6, 8,10 (допоміжна конструкторська база),
- поверхонь 9, 10, 11, 12 (допоміжна конструкторська база),
- поверхні 16, 17,18,19(допоміжна конструкторська база).

На обробку цих поверхонь в подальшому слід звернути особливу увагу. Інші поверхні є вільними і їх обробка не викликатиме труднощів [3].

1.2 Проектування технологічного процесу виготовлення деталі

Проектування технології виготовлення деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24» буде здійснюється за допомогою САМ-системи – автоматизованої системи технологічної підготовки виробництва. Технологія виготовлення буде представлена у вигляді моделювання чотирьох етапів обробки деталі на вибраному обладнанні технологічного устаткування, створених для кожного етапу керуючих програм та карт налагодження.

Загальний маршрут обробки деталі наведено в таблиці 1.4 де вказано тип операцій обробки, обладнання на якому буде виконуватися та принцип операції обробки.

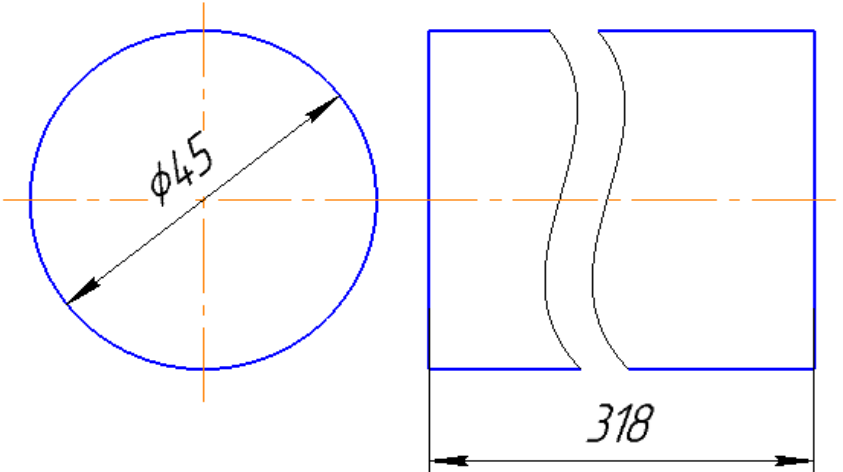
Першим етапом технології виготовлення деталі є заготівельна операція, яка представляє собою нарізання кругляка діаметром 45 мм на заготовки довжиною в 318 мм з допомогою стрічко-відрізного верстата.

Другий етап обробки уже буде відбуватися уже на токарному центрі, де буде виконана уся токарна обробка зовнішній поверхонь деталі та свердління центрових отворів.

Третій етап, обробка ряду поверхонь у вигляді шпонкових пазів, які потрібно буде обробляти на фрезерному верстаті з додатковою кріпильною оснасткою. Їх обробку можна здійснити на вертикально-фрезерному верстаті [4].

					МР.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.4 – Маршрут обробки деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24»

Операція / перехід	Обладнання	Принцип та ескіз обробки
<p>005 Заготівельна Відрізання заготовки з прокату</p>	<p>Стрічко- відрізний верстат</p>	
<p>010 Токарна</p>	<p>Токарний центр</p>	<p>Установ 1 Обробка поверхонь 1 – 2 згідно технології Установ 2 Обробка поверхонь 3 – 9 згідно технології Установ 3 Обробка поверхонь 10 – 15 згідно технології</p>
<p>015 Фрезерна</p>	<p>Вертикально- фрезерний верстат</p>	<p>Установ 4 Обробка шпонкових пазів 16 – 19 згідно технології</p>

Провівши аналіз конструкції деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24» та склавши маршрутну карту її обробки, ми можемо перейти до подальшого процесу проєктування технологічного процесу виготовлення деталі.

1.3 Вибір обладнання технологічного устаткування для виробництва

Вибір технологічного устаткування будемо розглядати в залежності від наших умов обробки деталі та умов експлуатації. Одним з найкращих варіантів для середньосерійного типу виробництва є обладнання від компанії – Haas Automation.

Haas Automation — це найбільший виробник інструментів для механічної обробки в США та один із найбільших виробників верстатів із ЧПУ у світі. Вони виробляємо повну лінійку вертикальних та горизонтальних

багатоцільових верстатів, токарних центрів, 5-осьових верстатів і поворотних пристроїв із ЧПУ, а також широкий вибір повністю інтегрованих рішень для автоматизації, зокрема автоматичні завантажувачі деталей, системи накопичувачів супутників та 6-осьові роботизовані комплекси.

1.3.1 Токарний центр Haas серії ST-15

Високопродуктивні токарні центри Haas серії ST від Haas були розроблені з нуля, щоб забезпечити гнучкість налаштування, надзвичайну жорсткість і високу термостійкість при обробці.

ST-15 (рисунок 1.3) — це токарний верстат зі збільшеним внутрішнім діаметром для обробки прутка, який займає дуже мало місця та забезпечує простору робочу зону. Цей верстат пропонує найкращу продуктивність за свою ціну, найкраще співвідношення ціни та якості у своєму класі. Стандартна конфігурація верстату представляє собою (рисунок 1.4):

- Шпиндель 4000-об/хв;
- 12-позиційна інструментальна револьверна голова VDI;
- Охолоджувальна рідина зі змінним потоком з резервуаром об'ємом 115 л.;
- Сенсорний екран керування;
- Гідравлічний патрон 211 мм;

Детальні технічні характеристики верстату наведено в таблиці 1.5 [5].



Рисунок 1.3 - Токарний центр Haas серії ST-15

					<i>MP.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.5 – Технічні характеристики верстата Haas ST-15

Розмір патрону	210 мм
Максимальний діаметр обробки	279 мм
Максимальна довжина оброблюваної деталі	406 мм
Найбільший діаметр прутка, що обробляється	64 мм
Робочий хід	X-200 мм, Z-406 мм
Пришвидшена подача	X-30.5, Z-30.5 м/хв
Максимальна потужність шпинделя	14.9 кВт
Максимальна швидкість шпинделя	4000 об/хв
Конус задньої бабки	MT3
Робочий хід гідравлічної пінолі	95 мм
Кількість інструментів револьверної голови	12 шт.
Габарити верстату	321 см x 178 см x 206 см
Вага верстату	3584 кг

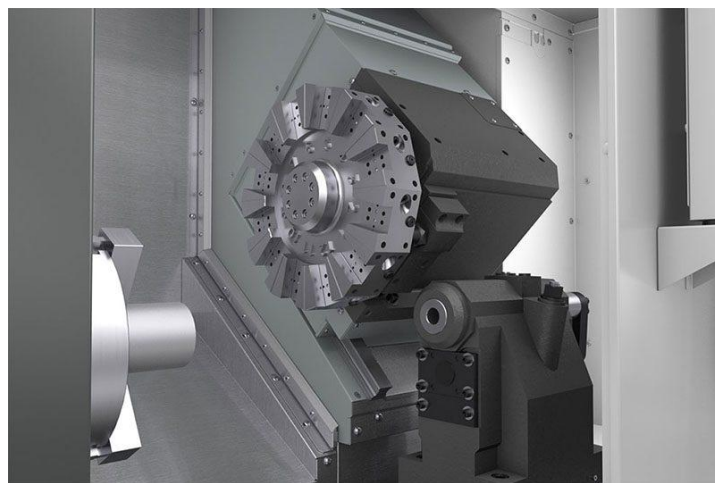


Рисунок 1.4 – Патрон та револьвер конфігурації верстату Haas серії ST-15

1.3.2 Вертикально-фрезерний верстат Haas серії VF-2

Кожний вертикальний багатоцільовий верстат серії VF забезпечує неперевершені функції за відмінною ціною та пропонує широкий спектр доступних варіантів налаштування нашого обладнання відповідно до конкретних потреб. VF-2 — це найпопулярніша модель, яка надійно служить на будь-якому виробництві.

Вертикально-фрезерний верстат Haas VF-2 (рисунок 1.5)— це високоточне обладнання з числовим програмним керуванням (ЧПК), призначене для обробки металів та інших матеріалів шляхом фрезерування, свердління, нарізання різьби й розточування. Він оснащений міцною станиною, високошвидкісним шпинделем і автоматичною системою зміни інструментів, що забезпечує безперервну роботу без втручання оператора. Верстат дозволяє виконувати складні тривимірні контури, обробляти деталі різних розмірів і конфігурацій з винятковою точністю та повторюваністю.



Рисунок 1.5 - Вертикально-фрезерний верстат Haas серії VF-2

					<i>MP.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Детальні технічні характеристики наведені в таблиці 1.6. Стандартна конфігурація верстату представляє собою (рисунок 1.6):

- Шпиндель 8100-об/хв;
- Пристрій для зміни інструмента з поворотним магазином на 20 гнізд;
- Охолоджувальна рідина зі змінним потоком та обдування вікна повітрям;
- Кришки кожуху захисту направляючих з нержавіючої сталі [6];

Таблиця 1.6 – Технічні характеристики верстата Haas VF-2

Робочий хід	X-762 мм, Z-508 мм, Y-406 мм
Відстань від торця шпинделя до столу, максимальна та мінімальна	610 мм, 102 мм
Максимальна потужність шпинделя	22.4 кВт
Максимальна швидкість шпинделя	8100 об/хв
Конус	СТ40
Габарити столу, довжина x ширина	914 мм x 356 мм
Максимальна вага на столі	1361 кг
Максимальна робоча швидкість різання	16.5 м/хв
Пришвидшена подача X, Y, Z	25.4 м/хв
Тип інструментального магазину	Карусель
Кількість інструментів в магазині	20
Габарити верстату	257 см x 251 см x 257 см
Вага	3539 кг

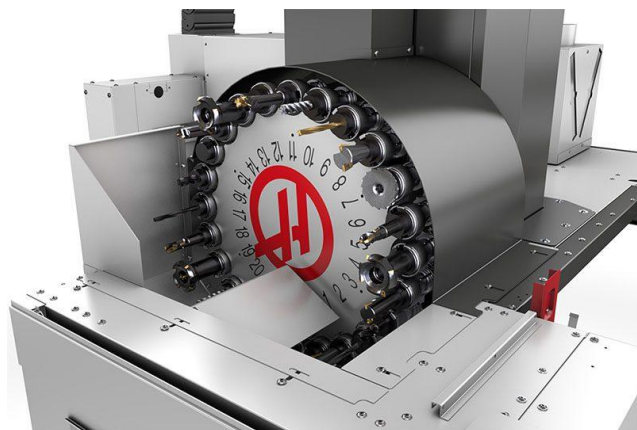
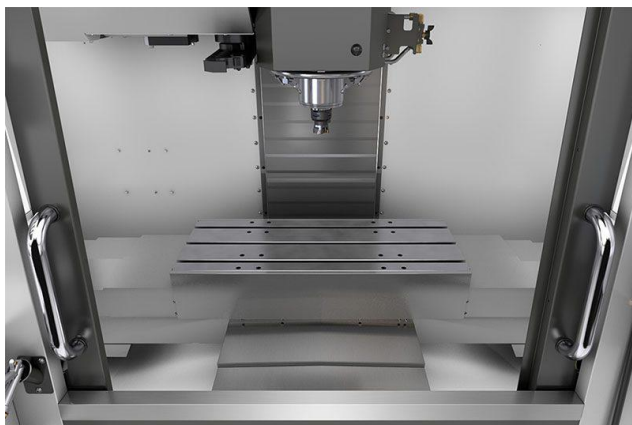


Рисунок 1.6 – Шпиндель та інструментальний магазин конфігурації верстату Haas серії VF-2

1.3.3 Створення бази даних вибраного обладнання технологічного устаткування в автоматизованій системі технологічної підготовки виробництва

CAM-системи – автоматизовані системи технологічної підготовки виробництва за допомогою комп'ютерного обладнання. Вони реалізують автоматизацію вирішення різних геометричних задач під час технологічного проектування, систематизують передачу інформацію і виконують управління технологічним устаткуванням, необхідними для виготовлення деталі.

Застосування CAM-систем дозволяє скоротити витрати часу і коштів на проектування, планування і виготовлення складних інженерних деталей, підвищує якість і технічний рівень результатів проектування, зменшує витрати на натурне моделювання та випробування.

Так як параметри обладнання та інструменту, які фізично присутні на виробництві, можуть відрізнитися від обладнання та інструменту, що є в базі даних нашої CAM-системи, виникає необхідність коректування останньої.

Для нас стає задачею створити цифрову версію технічних характеристик вибраного обладнання технологічного устаткування в базі даних програми.

Процес задання параметрів для необхідного нам токарного центру Haas серії ST-15 відбувається технологічній базі даних CAM-системи. У вікні налаштувань яке відкривається перед нами ми обираємо токарний тип верстату, вказуємо його назву, ID, постпроцесор та тип потужності верстата (рисунок 1.7).

The screenshot shows a software interface for configuring a machine. The breadcrumb navigation is 'Turn > Machines'. The selected machine is 'Haas ST-15 (Default)'. The 'General' tab is active, showing the following settings:

- Default Machine:
- Machine name: Haas ST-15
- Machine ID: Turn Machine Single Turret Metric
- Description: Sample Single Turret Turn Machine
- Post Processor: TURNHAAS_ST20.CTL
- Machine Duty: Medium heavy duty
- Default Feature Strategies: Default

Below the settings are expandable sections for Specifications, Turret, and Spindle.

Рисунок 1.7 – Запис загальних параметрів верстату

В наступному списку параметрів потрібно вказати потужність верстата, занести характеристики патрона, діапазон переміщення по вісям X, Z та параметри швидкості подачі (рисуюнок 1.8).

The screenshot shows the 'Specifications' section of the machine settings for a Haas ST-15. The interface includes a sidebar with navigation options like Mill, Turn, Mill Tooling, Turn Tooling, Feed / Speed, Settings, and About. The main panel displays the following parameters:

Parameter	Value	Unit
Horsepower	14.9	hp
Avg. index time	0.08	min
Bar Capacity	64	mm
Chuck Capacity	64	mm
Max Swing	279	mm
Square shank tool size (Max.)	25	mm
Round shank tool size (Max.)	50	mm

Parameter	Value	Unit
Max. feedrate	50000	mm/min
Rapid feedrate	30500	mm/min
Feed acceleration rate	500	mm/sec/sec
Feed deceleration rate	500	mm/sec/sec
Rapid acceleration rate	500	mm/sec/sec
Rapid deceleration rate	500	mm/sec/sec
Acceleration coordinate read time	0	sec
Deceleration coordinate read time	0.1	sec

Parameter	Value	Unit
X	200	mm
Z	406	mm

Рисуюнок 1.8 – Запис специфікації верстату

В останніх налаштуваннях потрібно вказати параметри револьвера та технічні характеристики шпинделя, максимальну частоту обертання та тип патрону (рисуюнок 1.9).

The screenshot shows the 'Turret' and 'Spindle' sections of the machine settings. The 'Turret' section includes:

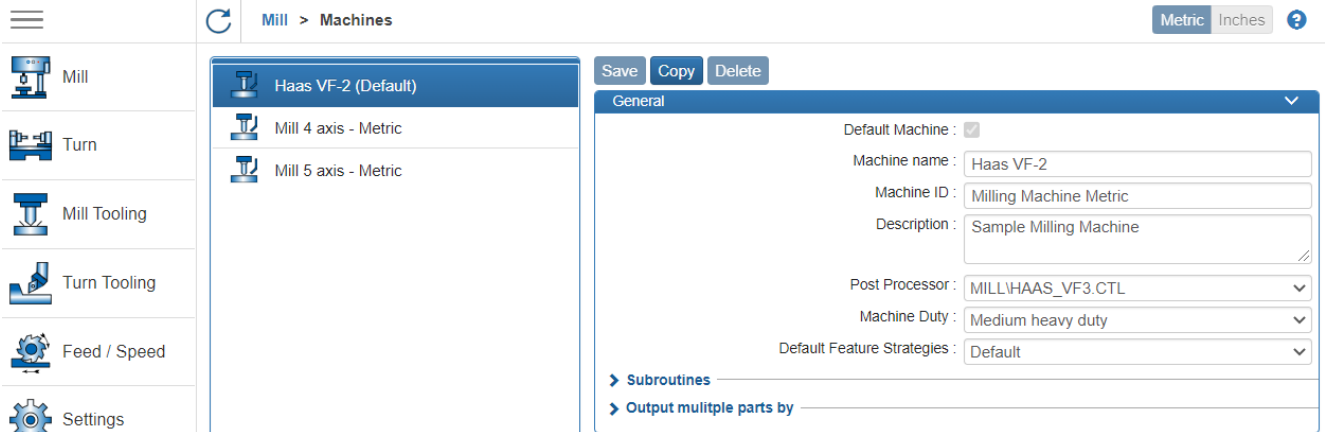
- Active:
- Description: Rear Turret
- Changer Method: Turret Indexer
- Tool crib: Tool Crib 1 Rear (Metric) Empty
- Bi-direction:
- No of tools: 12

The 'Spindle' section includes:

- Limit spindle speed:
- Limit main spindle speed: 4000
- Main spindle:
 - Default chuck/fixture: 200mm_3Step_Chuck
 - Spindle configuration: ANSI A2-5
 - Max. RPM: 4000
 - Clockwise spindle rotation direction: Towards operator

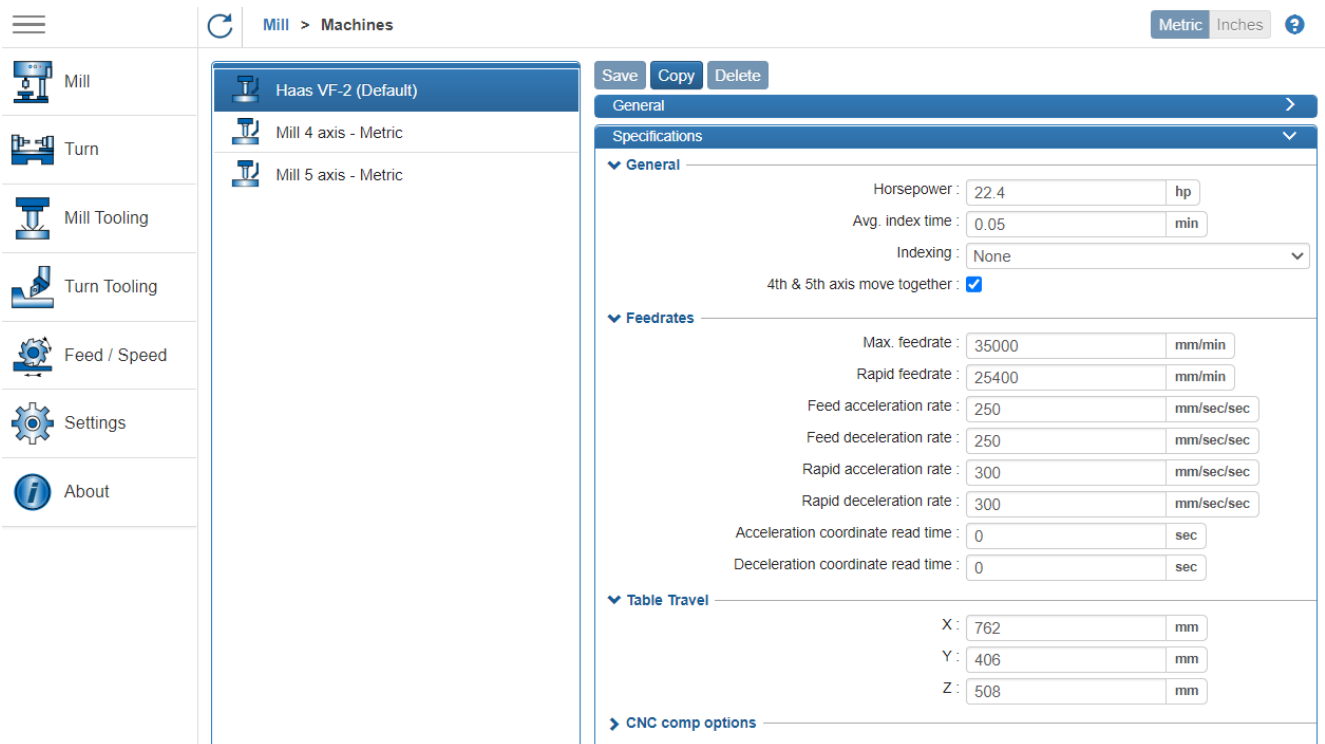
Рисуюнок 1.9 – Параметри револьвера та шпинделя верстату

Аналогічно повторюємо процес створення окремого запису в базі даних САМ-системи для вертикально-фрезерного верстату Haas серії VF-2. У вікні налаштувань яке знову відкривається перед нами, цього разу ми обираємо трьох осьовий фрезерний тип верстату, вказуємо його назву, ID, постпроцесор та тип потужності верстата (рисуюнок 1.10).



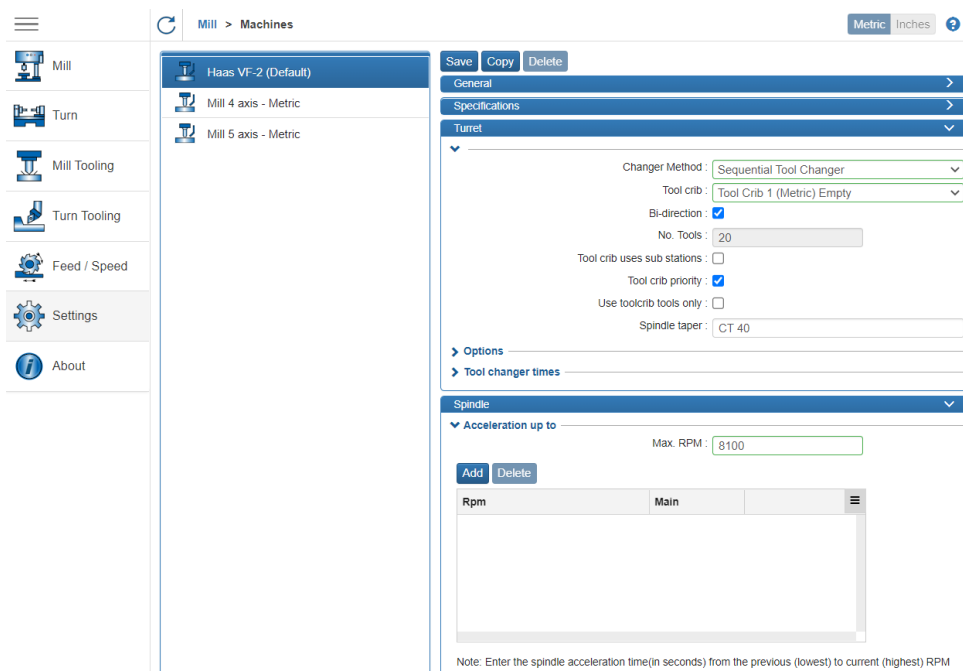
Рисуюнок 1.10 – Запис загальних параметрів верстату

В наступному списку параметрів потрібно вказати потужність верстата, діапазон переміщення по вісям X, Y і Z та параметри швидкості подачі (рисуюнок 1.11).



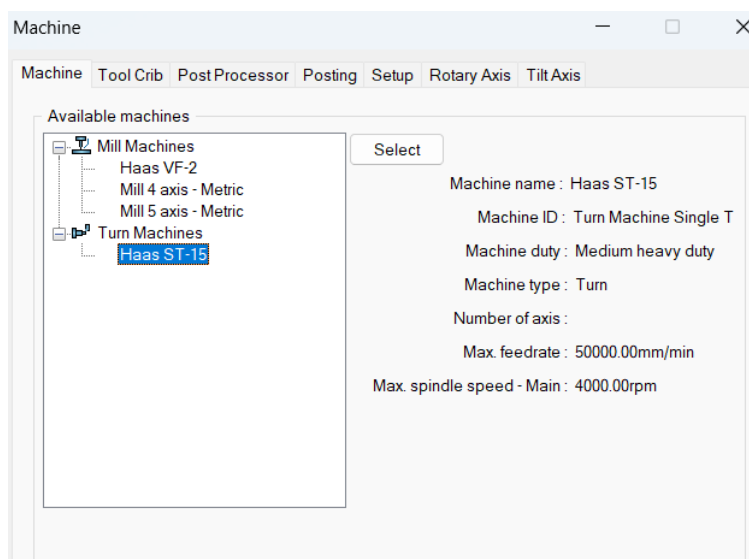
Рисуюнок 1.11 – Запис специфікації верстату

В останніх налаштуваннях потрібно вказати параметри револьвера та технічні характеристики шпинделя, максимальну частоту обертання та тип патрону (рисуюнок 1.12) [7].



Рисуюнок 1.12 – Параметри інструментального магазину та шпинделя верстату

Після внесення усіх змін вказані верстату тепер будуть доступні для вибору під час моделювання технології обробки у САМ-системі (рисуюнок 1.13). Всі технічні дані про вибране обладнання вказано у додатку Б. Після цього етапу можемо переходити до наступного, з вибором різального інструменту необхідного для обробки.



Рисуюнок 1.13 – Вибір обладнання в САМ-системі

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ

1.4 Вибір різального інструменту та формування кошику інструментів в автоматизованій системі технологічної підготовки виробництва

Також одним із початкових етапів проектування технології обробки деталі, є вибір необхідного різального інструменту, який забезпечить можливість здійснення всіх операцій обробки поверхонь нашої деталі на токарному та фрезерному верстатах.

1.4.1 Вибір токарного різального інструменту

Інструмент для наших вимог будемо обирати в одній з провідних компаній по виготовленню і впровадженню різального інструменту - Sandvik Coromant.

Sandvik Coromant — підрозділ шведської компанії Sandvik AB, який є світовим лідером у виробництві інструментів і рішень для металообробки. Заснована в 1942 році, компанія спеціалізується на розробці високоточних ріжучих інструментів, таких як токарні, фрезерні та свердлильні, а також на комплексних рішеннях для автоматизації виробничих процесів. Завдяки інноваціям, цифровим рішенням і фокусу на сталому розвитку, компанія залишається ключовим гравцем на глобальному ринку металообробки.

Для операції підрізання торця і чорнового точіння зовнішньої поверхні валу нам необхідний жорсткий різець з більшим габаритом та ромбом пластини. Вибираємо прохідний різець зі змінними пластинами 12 габариту та ромбом 80°, а саме державка DCLNR 2525M та пластини CNMG 190608-PR 4425 (рисунок 1.14). Детальні технічні характеристики різця та пластини вказано на рисунку 1.14.1 та 1.14.2 відповідно.

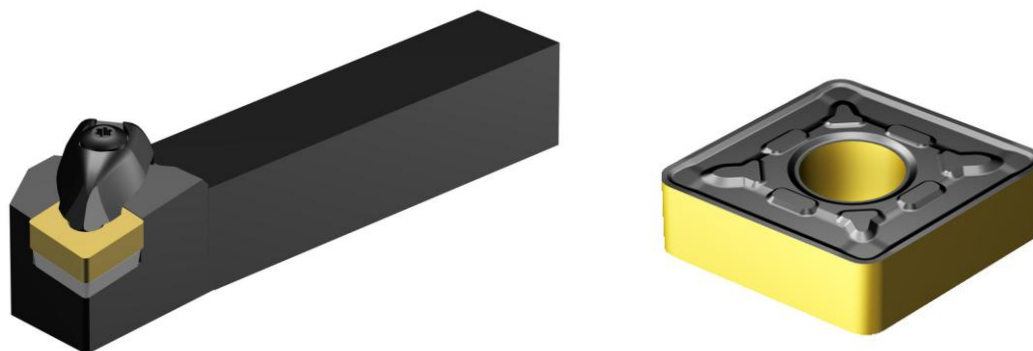
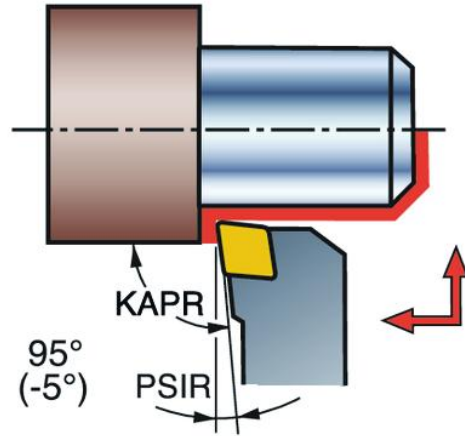
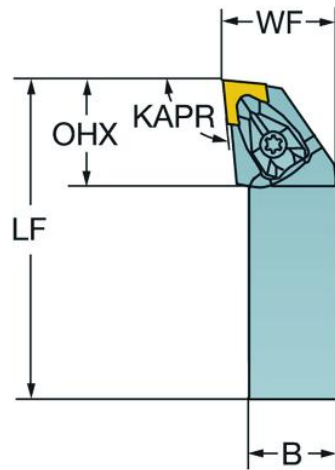


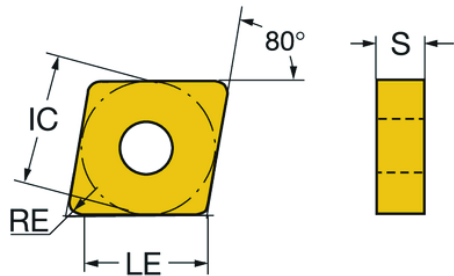
Рисунок 1.14 – Прохідний токарний різень 80° ромбу зі змінними пластинами

					<i>MP.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25



Кут ріжучої кромки інструменту (KAPR_1)	95 °
Кут випередження (PSIR)	-5 °
Код типу затиску (MTP)	затискач на верхній частині вставки та в отвір
Тип вставки (CUTINT_MASTER)	CNMG 190612
Підключення на стороні машини (ADINTMS)	Прямокутний хвостовик - метрика: 25 x 25
Максимальний кут нахилу (RMPX)	0 °
Кут сторони заготовки (BAWS)	0 °
Кут сторони машини (BAMS)	0 °
Максимальний звис (OHX)	43,7 мм
Рука (HAND)	правильно
Стиль входу охолоджуючої рідини (CNSC)	без входу теплоносія
Стиль виходу охолоджуючої рідини (CXSC)	немає виходу теплоносія
Ширина хвостовика (B)	25 мм
Висота хвостовика (H)	25 мм
Функціональна довжина (LF)	150 мм

Рисунок 1.14.1 – Технічні характеристики різця



a_p 6 mm (0.8 - 10)
 f_n 0.35 mm/r (0.2 - 0.5)
 h_{ex} 0.35 mm/r (0.2 - 0.5)
 v_c 315 m/min (375 - 280)

Матеріал(и) заготовки (TMC1ISO)



Стружколом (CBMD)

PR

Тип операції (CTPT)

чорнова обробка

Вставте код типу монтажу (IFS)

Циліндричний кріпильний отвір

Діаметр кріпильного отвору (D1)

7,925 мм

Вставте розмір і форму (CUTINT_SIZESHAP)

CN1906

Передовий підрахунок (CEDC)

4

Діаметр вписаного кола (IC)

19,05 мм

Вставте код форми (SC)

Ромбічний 80

Ефективна довжина ріжучої кромки (LE)

18,5439 мм

Радіус кута (RE)

0,7938 мм

Рука (HAND)

Нейтральний

Оцінка (GRADE)

4425

Підкладка (SUBSTRATE)

HC

Покриття (COATING)

CVD TiCN+Al2O3+TiN

Товщина вставки (S)

6,35 мм

Рисунок 1.14.2 – Технічні характеристики пластини

					<i>MP.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Вибір віртуального різального інструменту для проектування траєкторії руху інструменту та симуляції обробки відбувається із бази даних САМ-системи. Знаходимо необхідний нам різець DCLNR 2525M (рисунок 1.15) до якого за стандартом використовується пластинка CNMG-120608 (рисунок 1.16) за необхідності редагуємо її параметри на відповідні.

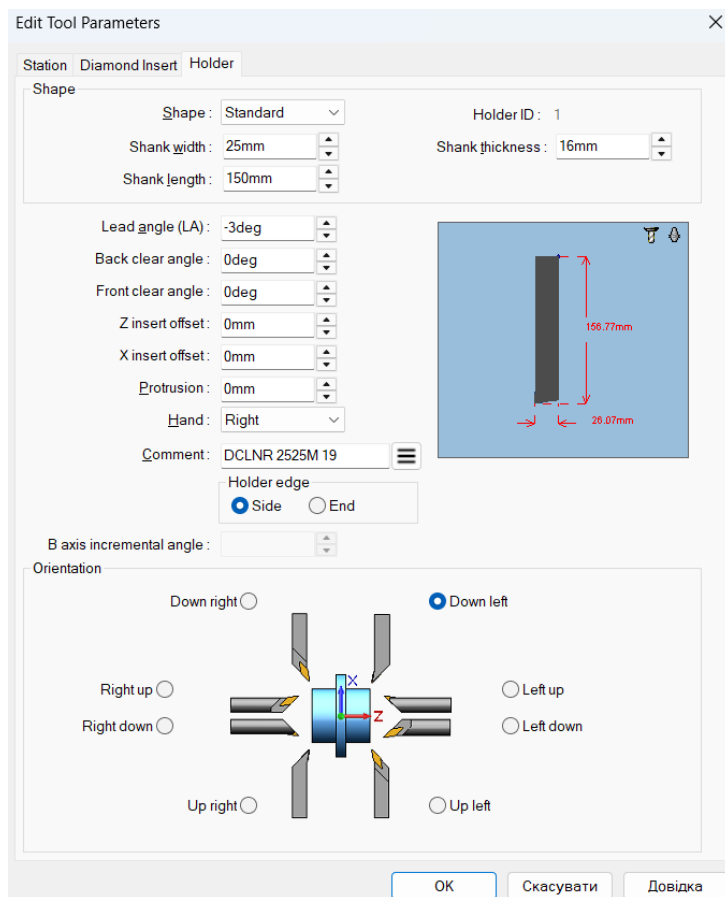


Рисунок 1.15 – Токарний різець DCLNR 2525M в базі даних САМ-системи

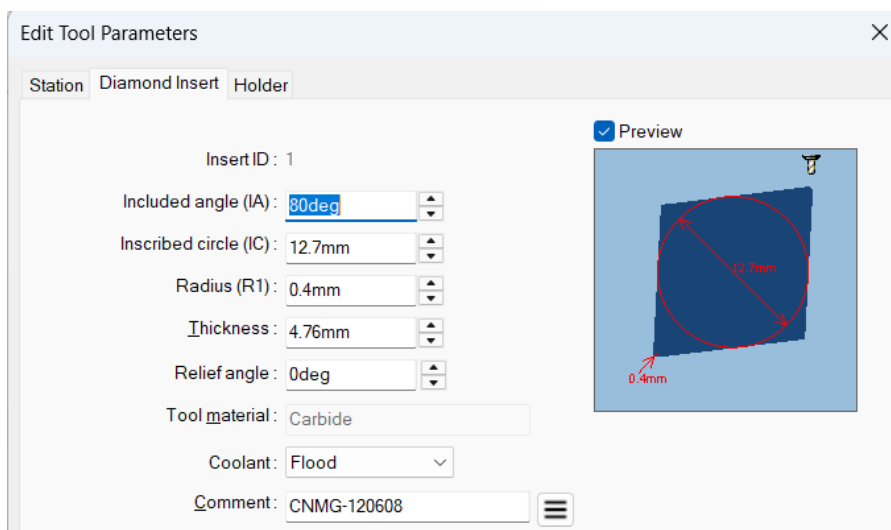


Рисунок 1.16 – Пластина різця CNMG в базі даних САМ-системи

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ

Для свердління центрувального отвору будемо використовувати стандартне центрувальне свердло діаметром 6.3 зі швидкоріжучої сталі P6M5 (рисунок 1.17), в базі даних САМ-системи вибираємо його, як - Ø6.3мм 6.3MM 60 DEG CENTERDRILL (рисунок 1.18)

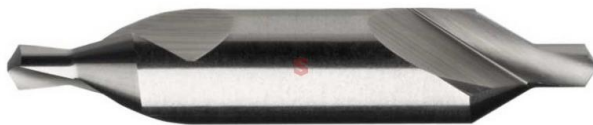


Рисунок 1.17 – Центрувальне свердло зі швидкоріжучої сталі

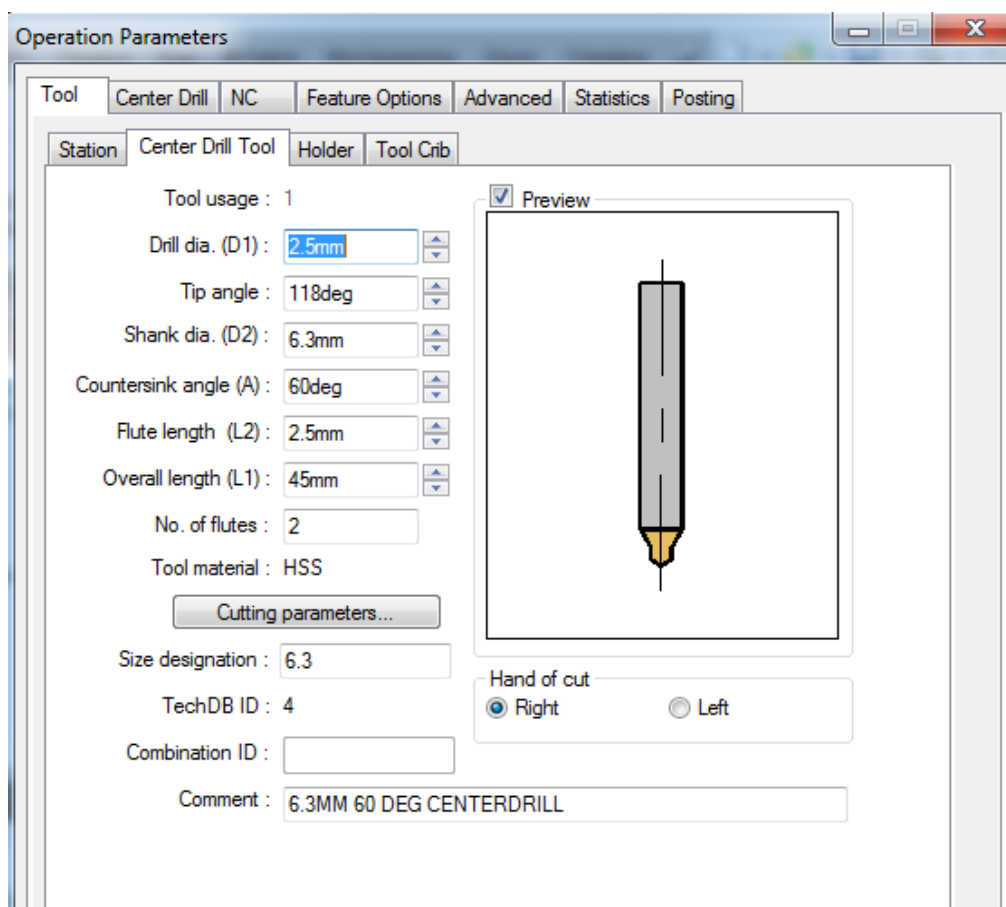


Рисунок 1.18 – Свердло центрувальне Ø6.3 мм в базі даних САМ-системи

Для операції чистового точіння зовнішньої поверхні та врізання канавок на поверхні валу вибираємо прохідний різець з гострішим кутом ромба 35°, державка SVJBR 2525M та пластини VBMT 16 04 08-PM 4425 (рисунок 1.19). Детальні технічні характеристики різця та пластини вказано на рисунку 1.19.1 та 1.19.2 відповідно.

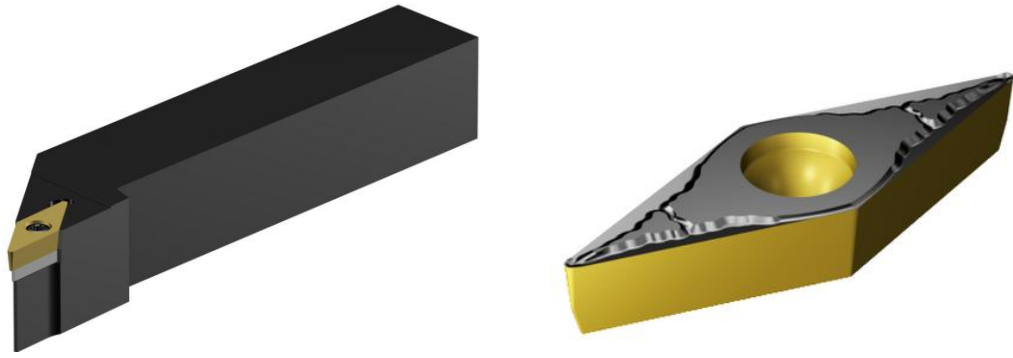
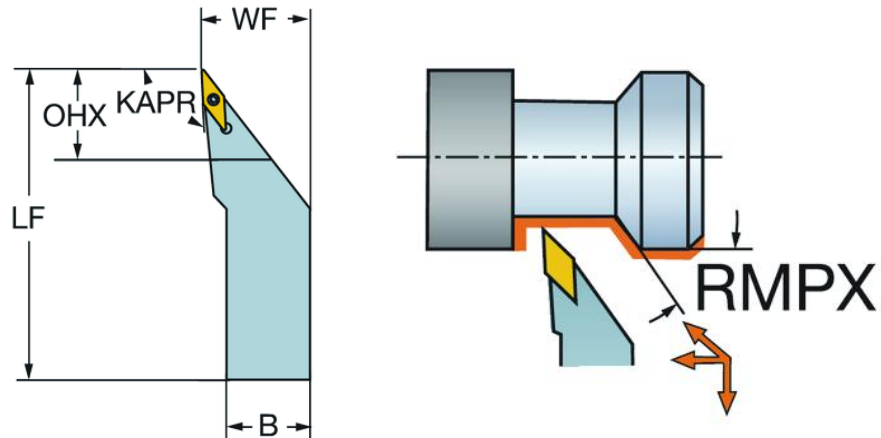


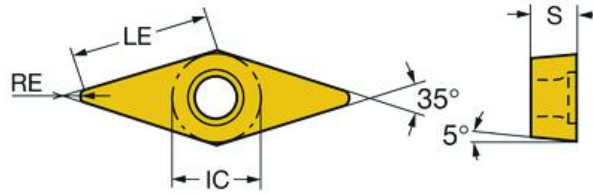
Рисунок 1.19 – Прохідний токарний різень 35° ромбу зі змінними пластинами



Кут ріжучої кромки інструменту (KAPR_1)	93 °
Кут випередження (PSIR)	-3 °
Код типу затиску (MTP)	затискач з гвинтовим отвором
Тип вставки (CUTINT_MASTER)	VBMT 160408/ VCMT 160408
Підключення на стороні машини (ADINTMS)	Прямокутний хвостовик - метрика: 25 x 25
Максимальний кут нахилу (RMPX)	50 °
Кут сторони заготовки (BAWS)	0 °
Кут сторони машини (BAMS)	0 °
Максимальний звис (OHX)	31,5 мм
Рука (HAND)	правильно
Стиль входу охолоджуючої рідини (CNSC)	без входу теплоносія
Стиль виходу охолоджуючої рідини (CXSC)	немає виходу теплоносія

Ширина хвостовика (B)	25 мм
Висота хвостовика (H)	25 мм
Функціональна довжина (LF)	150 мм

Рисунок 1.19.1 – Технічні характеристики різця



a_p 1.7 mm (0.6 - 3.2)
 f_n 0.18 mm/r (0.09 - 0.27)
 h_{ex} 0.18 mm/r (0.09 - 0.27)
 v_c 385 m/min (440 - 345)

Матеріал(и) заготовки (TMC1ISO)



Стружолом (CBMD)

PM

Тип операції (CTPT)

попередня обробка з вимогою до поверхні

Вставте код типу монтажу (IFS)

Частково циліндрична, зенкерування 40-60 градусів з одного або двох сторін

Діаметр кріпильного отвору (D1)

4,4 мм

Вставте розмір і форму (CUTINT_SIZESHAPE)

VB1604

Передовий підрахунок (CEDC)

2

Діаметр вписаного кола (IC)

9,525 мм

Вставте код форми (SC)

Ромбічна 35

Ефективна довжина ріжучої кромки (LE)

15.8063 мм

Радіус кута (RE)

0,7938 мм

Рука (HAND)

Нейтральний

Оцінка (GRADE)

4425

Підкладка (SUBSTRATE)

HC

Покриття (COATING)

CVD TiCN+Al2O3+TiN

Товщина вставки (S)

4,7625 мм

Рисунок 1.19.2 – Технічні характеристики пластини

					<i>MP.PMKM-29.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Паралельно з вибором реального інструменту із бази даних САМ-системи вибираємо аналогічний необхідний нам різець SVJBR 2525M (рисунок 1.20) та пластини VBMT 160408-PM (рисунок 1.21) за необхідності редагуємо її параметри на відповідні.

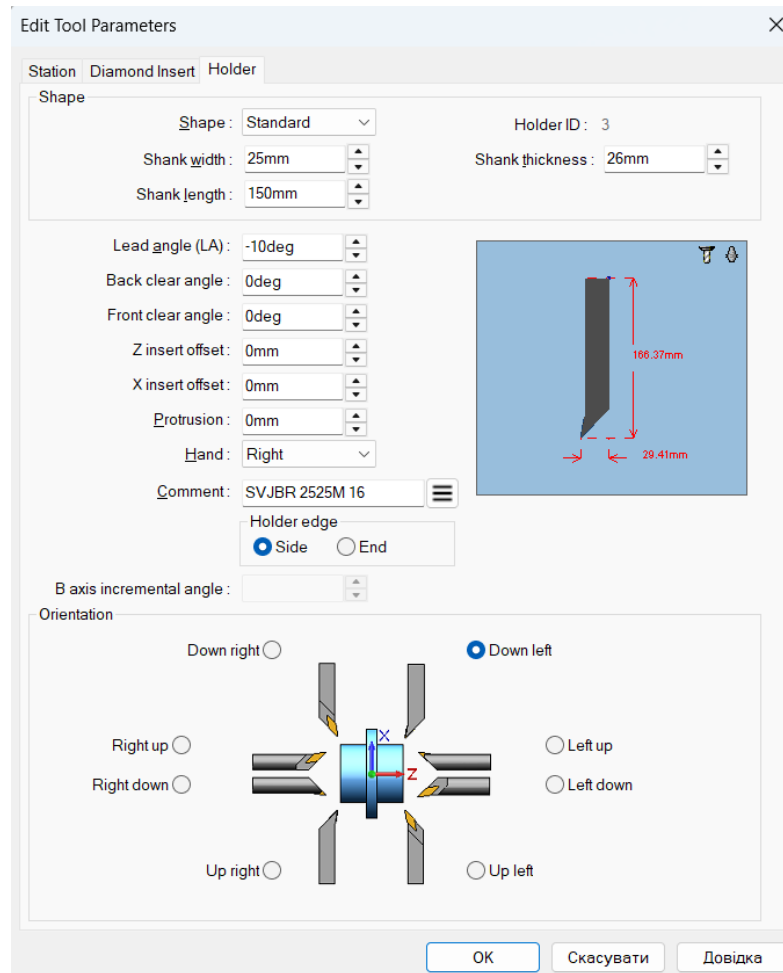


Рисунок 1.20 – Токарний різець SVJBR 2525M в базі даних САМ-системи

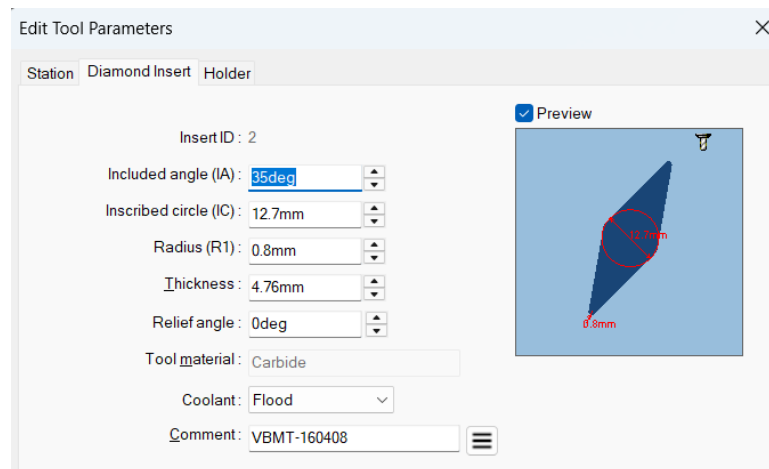


Рисунок 1.21 – Пластина різця VBMT в базі даних САМ-системи

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ

Для операції нарізання зовнішньої різьби будемо використовувати різьбовий різець 266RFA-2525 зі змінними різьбовими пластинами 266RG-16MM02A150M 1125 з кроком 1.5 (рисунок 1.22). Детальні технічні характеристики різця та пластини вказано на рисунку 1.22.1 та 1.22.2 відповідно.

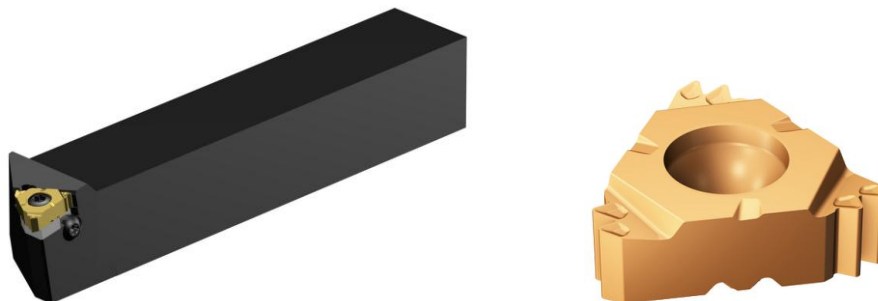
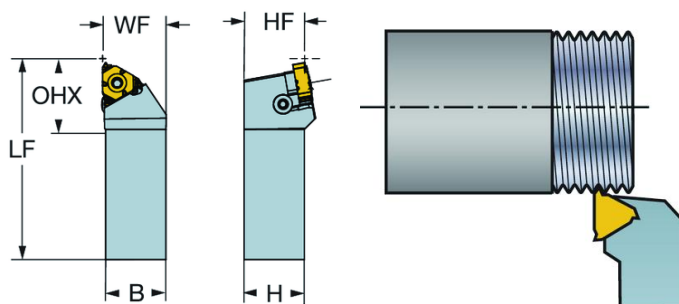


Рисунок 1.22 – Різьбовий різень зі змінними пластинами



Код типу затиску (MTP)

затискач з гвинтовим отвором

Тип вставки (CUTINT_MASTER)

CoroThread - зовнішній розмір 16 (266.RG-16)

Кут осевого зазору (ALP)

-10 °

Кут корекції спіралі нитки (THCA)

1 °

Підключення на стороні машини (ADINTMS)

Прямокутний хвостовик - метрика: 25 x 25

Кут сторони машини (BAMS)

0 °

Максимальний звис (OHX)

22,2 мм

Рука (HAND)

правильно

Стиль входу охолоджуючої рідини (CNCS)

без входу теплоносія

Ширина хвостовика (B)

25 мм

Висота хвостовика (H)

25 мм

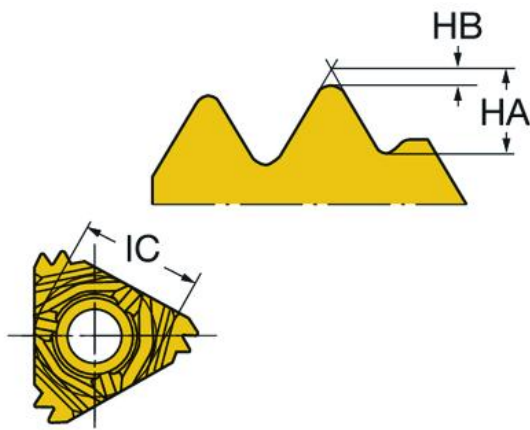
Рисунок 1.22.1 – Технічні характеристики різця

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MP.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ

Арк.

33



a_p 0.89 mm
 пар 4
 v_c 160 m/min

Матеріал(и) заготовки (TMC1ISO)



Стружколом (CBMD)

А

Форма потоку (THFT)

М (Метрика 60°)

Стандартний номер (STDNO_1)

ISO 965-1998

Тип потоку (TTP)

зовнішній

Крок різьби (TP)

1,5 мм

Тип профілю різьби (TPT)

повний профіль

Кількість зубів (NT)

2

Клас допуску різьби (TCTR)

IT 6

Теоретична висота різьби (HA)

1,12 мм

Перепад висоти різьби (HB)

0,22 мм

Профільна відстань e_x (PDX)

2,2 мм

Профільна відстань e_y (PDY)

1,42 мм

Рисунок 1.22.2 – Технічні характеристики пластини

					<i>MP.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

За відсутності аналогічного різьця, вибираємо із бази даних САМ-системи різьць різбовий NSL-163C NG-3L та міняємо його параметри (рисунок 1.23)

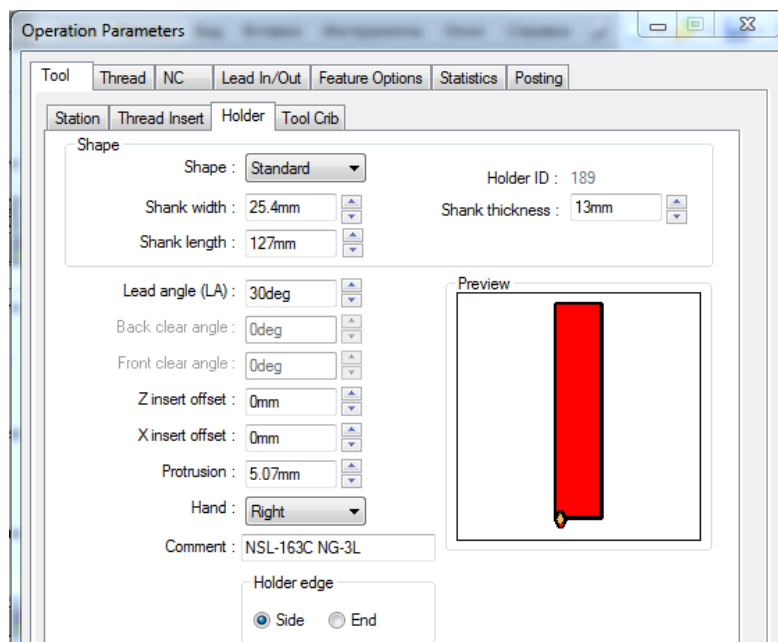


Рисунок 1.23 – Різьбовий різьць NSL-163C NG-3L в базі даних САМ-системи

Весь вибраний і вказаний інструмент додаємо в кошик інструментів який буде використовуватися для подальшої обробки зовнішніх поверхонь валу при трьох установах “Установ 1” “Установ 2” “Установ 3” (рисунок 1.24) [8].

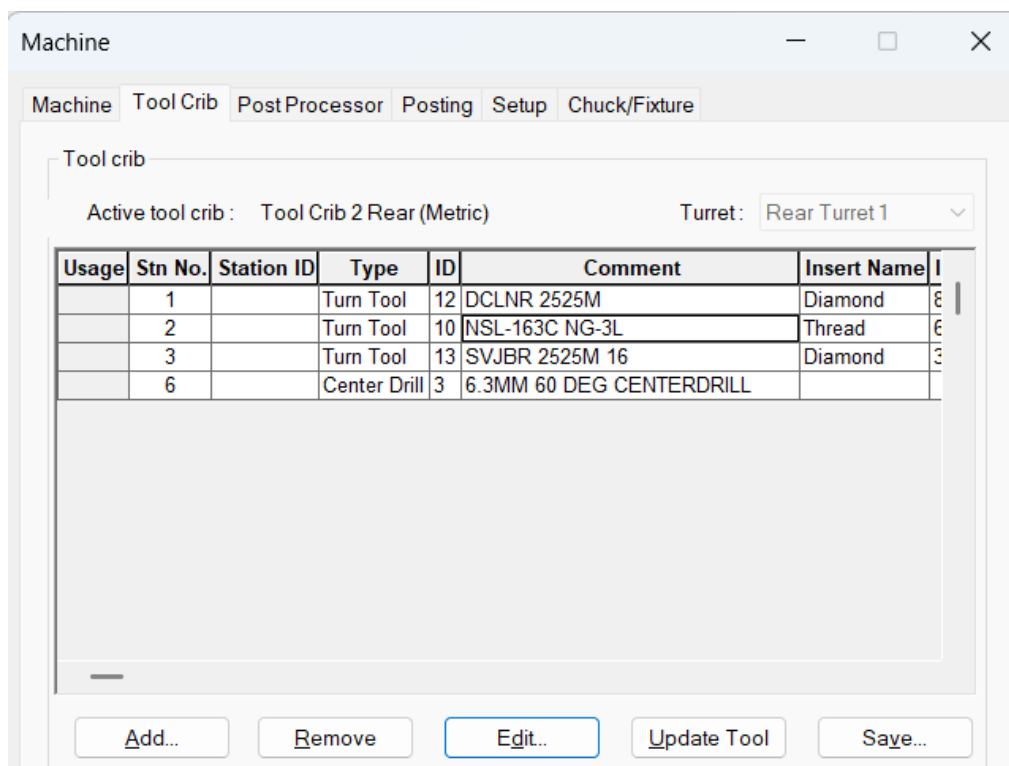


Рисунок 1.24 – Кошик інструментів для токарного верстата

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

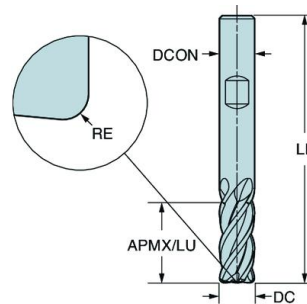
MP.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ

1.4.2 Вибір фрезерного різального інструменту

Фрезерний інструмент для наших вимог продовжуємо обирати з найпопулярніших і зарекомендованих лінійок інструменту від Sandvik Coromant.

Фрезерний інструментів необхідний нам для обробки шпонкових пазів поверхонь з різною шириною, довжиною та радіусом на бічних сторонах.

Для фрезерування шпонкового пазу шириною 12мм вибираємо із каталогу фрезерного інструменту Sandvik Coromant кінцеву фрезу з чотирма зубами діаметром 12мм та ріжучою поверхнею довжиною 26мм - 2S342-1200-050-PB P2VM. Детальні технічні характеристики фрези вказано на рисунку 1.25.



Матеріал(и) заготовки (TMC1ISO)



Діаметр різання (DC)

12 мм

Кут ріжучої кромки інструменту (KAPR)

90 °

Діаметр різання класу допуску (TCDC)

h10

Діаметр торця різання (DCF)

11 мм

Радіус кута (RE)

0,5 мм

Максимальна глибина пропилу (APMX)

26 мм

Рисунок 1.25 – Кінцева фреза 2S342-1200-050-PB та її технічні характеристики

					<i>MP.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Дальше із бази даних САМ-системи вибираємо необхідну нам кінцеву фрезу з відповідними параметрами, а саме – кінцева фреза Ø12mm HSS 2FL 16 LOC (рисунок 1.26).

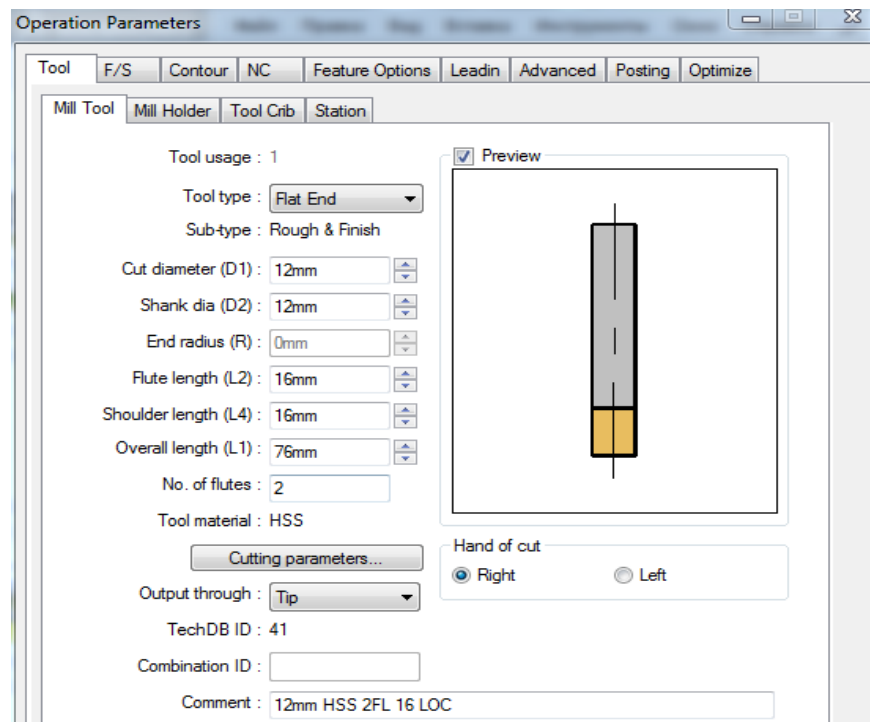
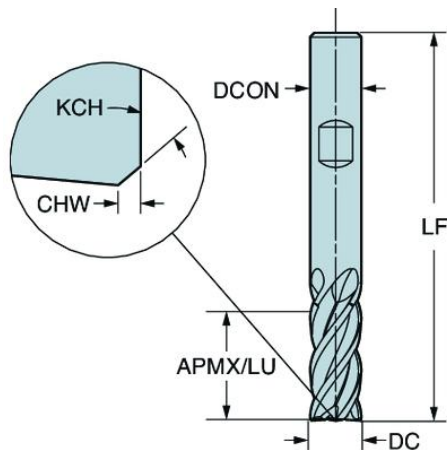


Рисунок 1.26 – Кінцева фреза Ø12мм HSS 2FL 16 LOC в базі даних САМ-системи

Для фрезерування шпонкового пазу шириною 8мм вибираємо із каталогу фрезерного інструменту Sandvik Coromant кінцеву фрезу з чотирма зубами діаметром 8мм та ріжучою поверхнею довжиною 18мм - 2P342-0800-PB P2BM (рисунок 1.27). Детальні технічні характеристики фрези вказано на рисунку 1.28.



Рисунок 1.27 – Кінцева фреза 2P342-0800-PB P2BM



Матеріал(и) заготовки (TMC1ISO)



Діаметр різання (DC)

8 мм

Кут ріжучої кромки інструменту (KAPR)

90 °

Діаметр різання класу допуску (TCDC)

h10

Діаметр торця різання (DCF)

7,8 мм

Кутова фаска (KCH)

45 °

Ширина кутової фаски (CHW)

0,1 мм

Максимальна глибина пропилу (APMX)

18 мм

Максимальна глибина пропилу (APMX_FFW)

18 мм

Максимальна глибина пропилу (APMX_PFW)

18 мм

Можливість різання по центру (CCC)

так

Корисна довжина (LU)

18 мм

Периферійна ефективна кількість ріжучих кромок (ZEFP)

4

Рисунок 1.28 – Технічні характеристики фрези 2P342-0800-PB

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MP.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ

Арк.

38

Дальше із бази даних САМ-системи вибираємо необхідну нам кінцеву фрезу з відповідними параметрами, а саме – кінцева фреза Ø8mm HSS 2FL 12 LOC (рисунок 1.29).

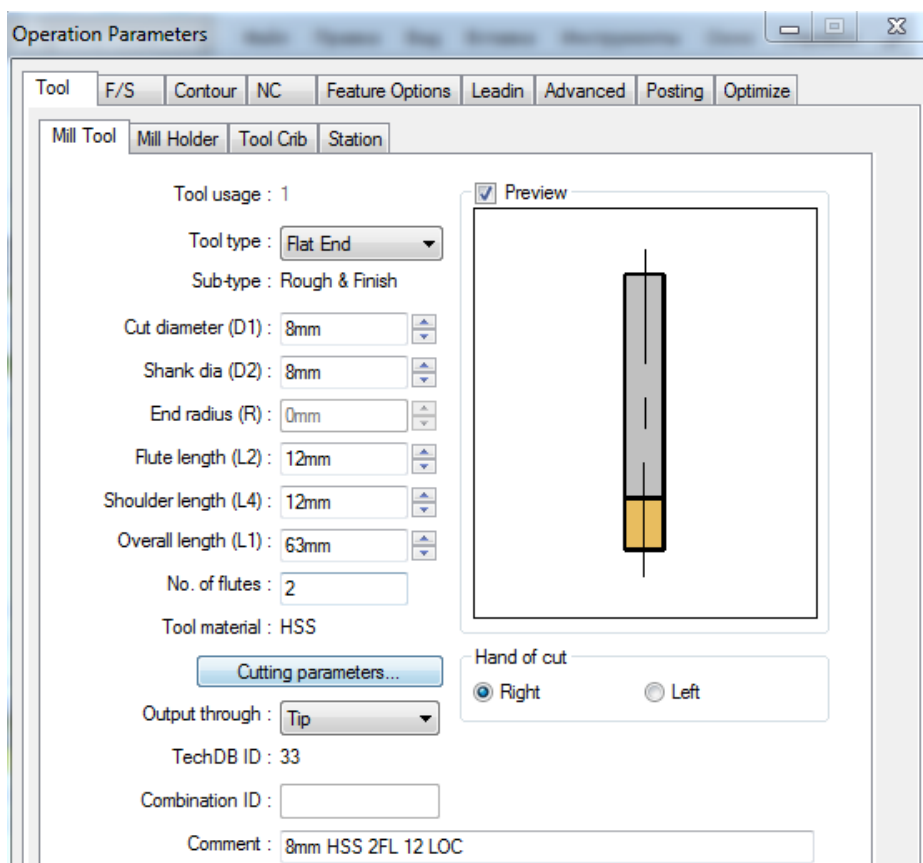
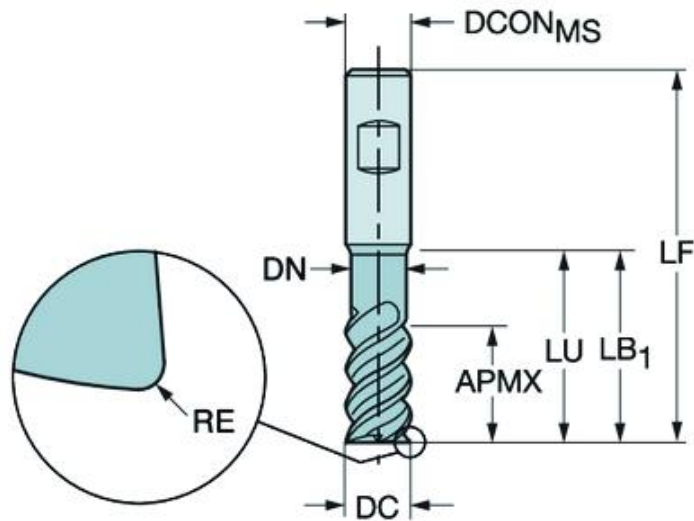


Рисунок 1.29 – Кінцева фреза Ø8mm HSS 2FL 12 LOC в базі даних САМ-системи

Для фрезерування шпонкових пазів шириною 6мм вибираємо із каталогу фрезерного інструменту Sandvik Coromant кінцеву фрезу з п'ятьма зубами діаметром 6мм та ріжучою поверхнею довжиною 13мм - 2F342-0600-050-PD P2VM (рисунок 1.30). Детальні технічні характеристики фрези вказано на рисунку 1.31



Рисунок 1.30 – Кінцева фреза 2F342-0600-050-PD



Матеріал(и) заготовки (TMC1ISO)



Діаметр різання (DC)

6 мм

Кут ріжучої кромки інструменту (KAPR)

90 °

Діаметр різання класу допуску (TCDC)

h10

Діаметр торця різання (DCF)

5 мм

Радіус кута (RE)

0,5 мм

Максимальна глибина пропилу (APMX)

13 мм

Максимальна глибина пропилу (APMX_FFW)

13 мм

Максимальна глибина пропилу (APMX_PFW)

13 мм

Корисна довжина (LU)

20 мм

Периферійна ефективна кількість ріжучих кромок (ZEFP)

5

Рисунок 1.30 – Технічні характеристики фрези 2F342-0600-050-PD

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MP.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ

Арк.

40

Дальше із бази даних САМ-системи вибираємо необхідну нам кінцеву фрезу з відповідними параметрами, а саме – кінцева фреза Ø6mm HSS 2FL 12 LOC (рисунок 1.31).

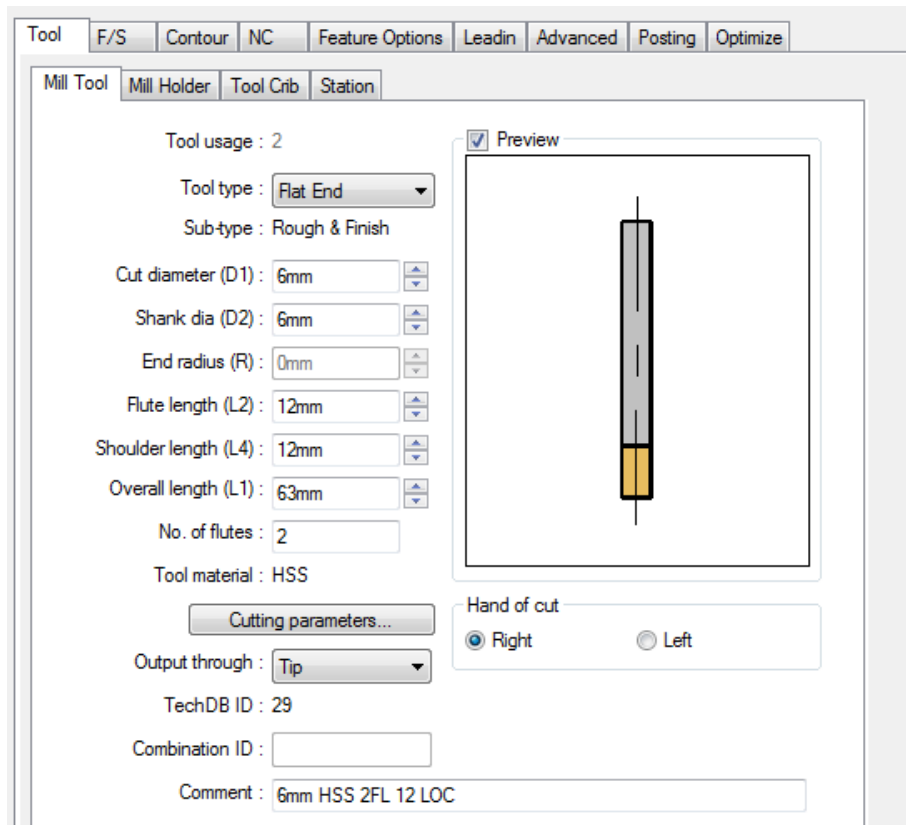


Рисунок 1.31 – Кінцева фреза Ø6mm HSS 2FL 12 LOC в базі даних САМ-системи

Весь необхідний інструмент добавляємо до кошика інструментів фрезерного верстата (рисунок 1.32) [9]. Всі технічні характеристики обраного різального інструменту показано у додатку В.

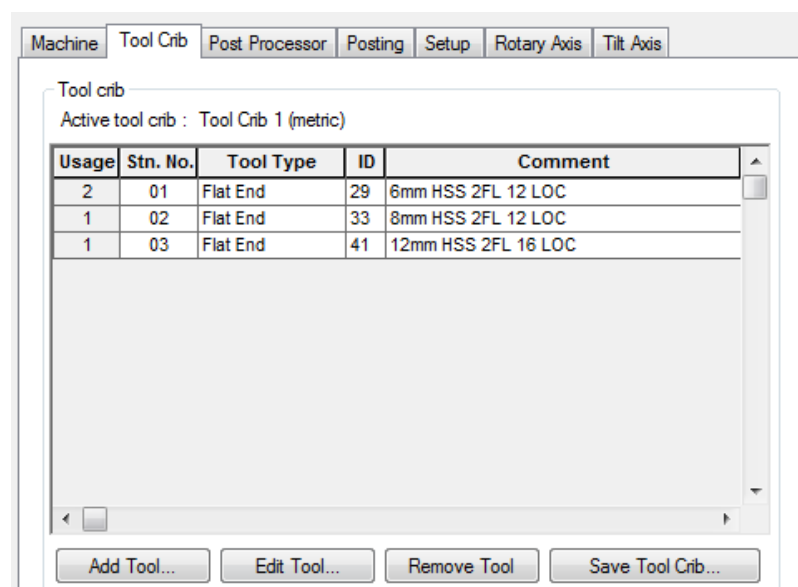


Рисунок 1.32 – Кошик інструментів для вертикально-фрезерного верстата

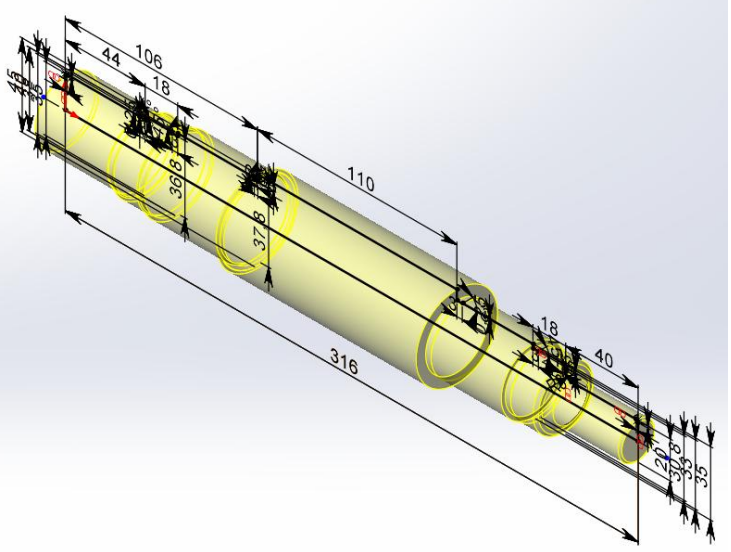
1.5 Моделювання маршрутної технології виготовлення деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24» в САМ-системі

САМ-системи – це програмні системи, які автоматизують процеси виробництва, забезпечуючи підготовку керуючих програм для верстатів із ЧПК, роботів та інших машин. Вони допомагають проектувати траєкторії обробки, оптимізувати використання матеріалів і мінімізувати час виготовлення продукції. Завдяки САМ-системам підвищується точність, продуктивність і якість виробничих процесів, що є ключовим фактором у сучасній промисловості.

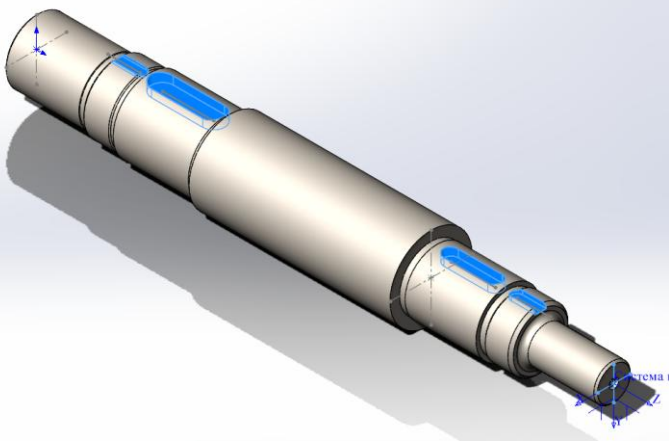
1.5.1 Створення твердотілої моделі деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24» в системі автоматизованого проєктування

Створюємо 3D-модель деталі згідно робочого креслення, при цьому вказуємо розміри з просторовими відхиленнями та матеріал. Процес побудови 3D моделі валу наведено в таблиці 2.1.

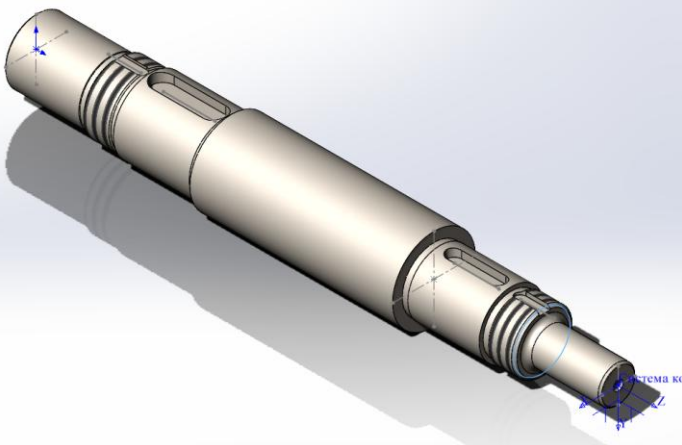
Таблиця 2.1 – Етапи побудови 3D моделі валу

	<p>1. Вибравши необхідну нам площину будуємо в ній ескіз нашого валу та використовуємо операцію обертання навколо осі.</p>
---	--

Продовження таблиці 2.1



2. Для шпонкових пазів використовуємо інструмент Вирізати-Витягнути попередньо побудувавши ескзи пазів.



3. В кінці моделювання додаємо позначення різьби та два центрових отвори на торцях валу. Вказуємо матеріал деталі.

Готова модель деталі з деревом побудови показана на рисунку 2.1 [10].

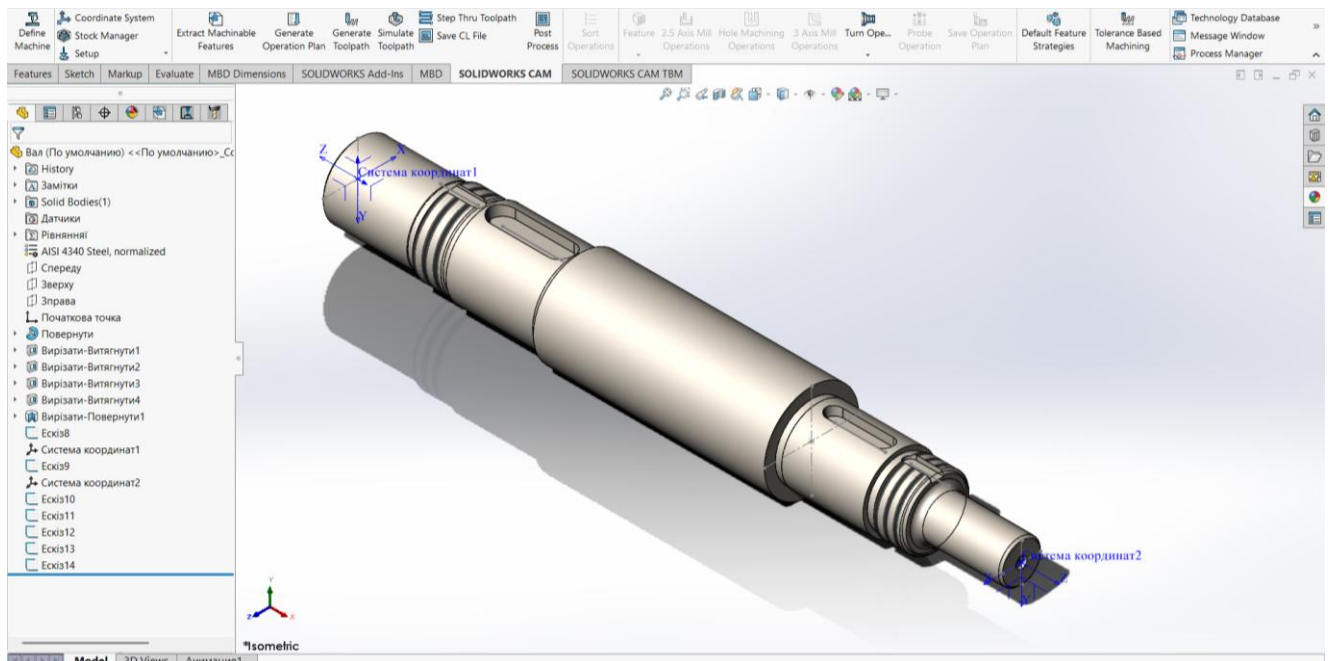


Рисунок 2.1 - Модель деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24»

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ

Арк.

43

1.5.2 Технологія обробки першого установу та створення керуючої програми

Системи автоматизованого проєктування та модулі автоматизованих систем технологічної підготовки виробництва дозволяють повноцінно змодельовати весь процес обробки поверхонь деталі, проаналізувати та передбачити ситуації, що можуть виникнути в технологічному процесі.

Для обробки поверхонь першого установу доцільно вибрати схему базування заготовки в патроні з невеликим вильотом, теоретичну схему базування на кресленні зображено на рисунку 2.2. В самій САМ-системі ця схема реалізована уже за допомогою трьох кулачкового самоцентруючого токарного патрона (рисунок 2.3).

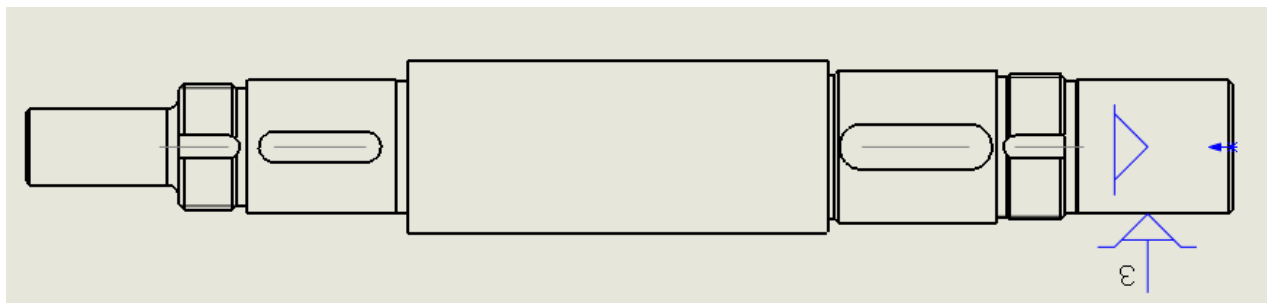


Рисунок 2.2 – Теоретична схема базування першого установу

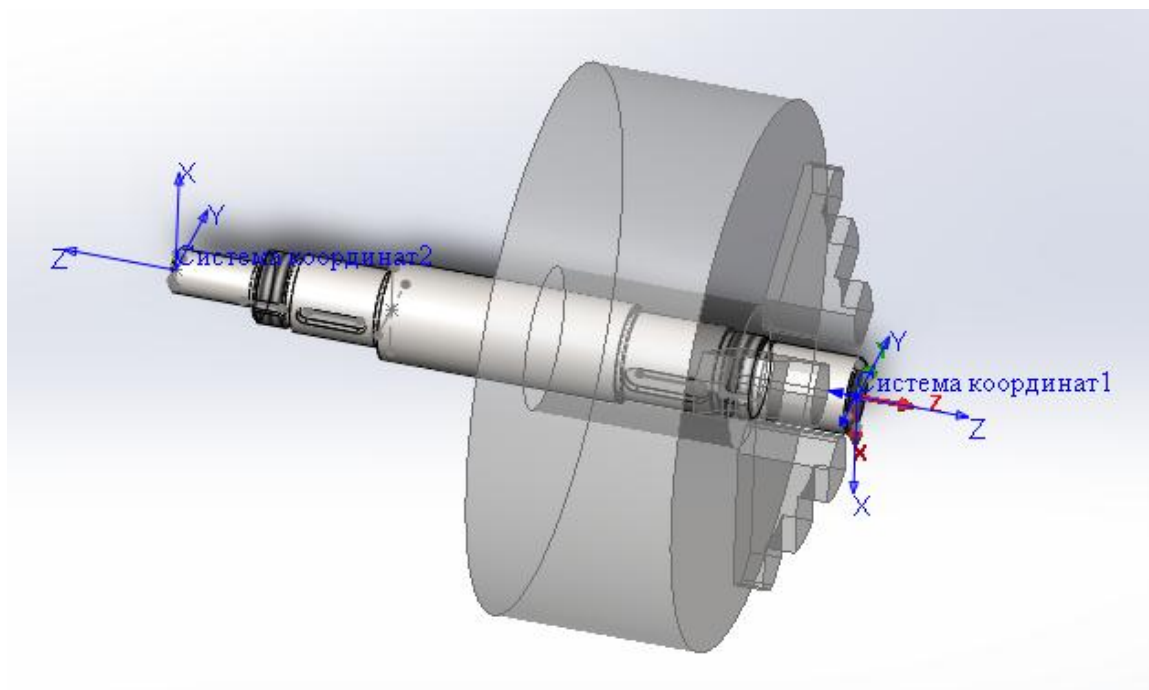


Рисунок 2.3 – Закріплення деталі в патроні токарного верстату

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ

Арк.
44

Наступним етапом переходимо до Дерева Елементів САМ-системи, де потрібно вказати ряд параметрів необхідних для моделювання обробки, а саме обладнання на якому буде виконуватися обробка та параметри заготовки.

Вибираємо з бази даних попередньо занесений нами токарний центр Наас серії ST-15 та кошик з різальним інструментом для токарної обробки деталі.

В менеджері заготовок вказуємо параметри нашої заготовки, а саме це циліндр з діаметром 45 мм та довжиною 318 мм (рисунок 2.4).

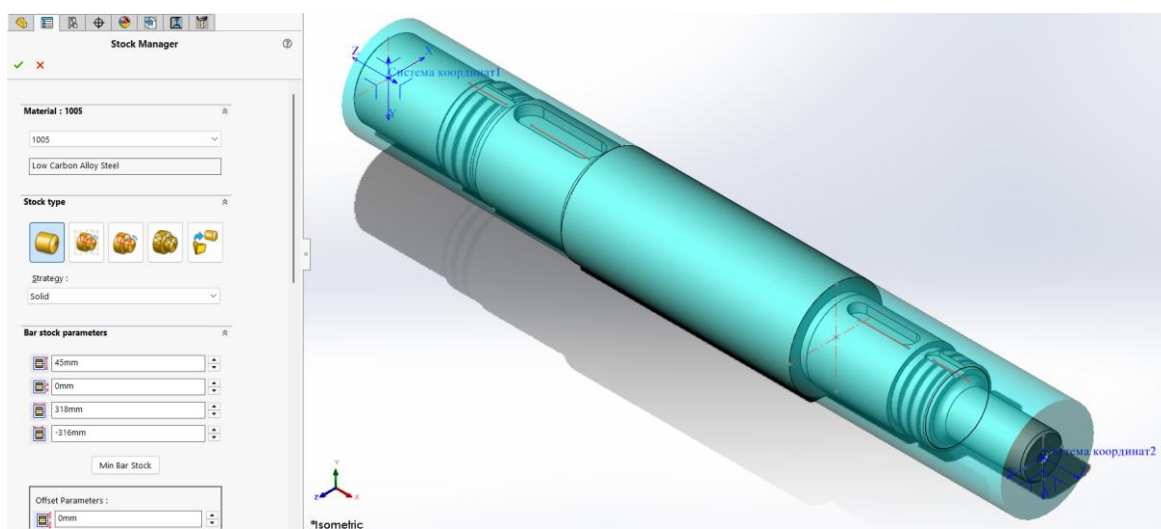


Рисунок 2.4 – Параметри заготовки

Вказавши ці всі параметри, у нас є можливість визначити елементи обробки, які будуть генеруватися у відповідності до нашого ескізу, в цих елементах вказуємо інструмент, який буде використовуватися для обробки. Після цих всіх операцій дерево елементів буде виглядати, так як на рисунку 2.5.

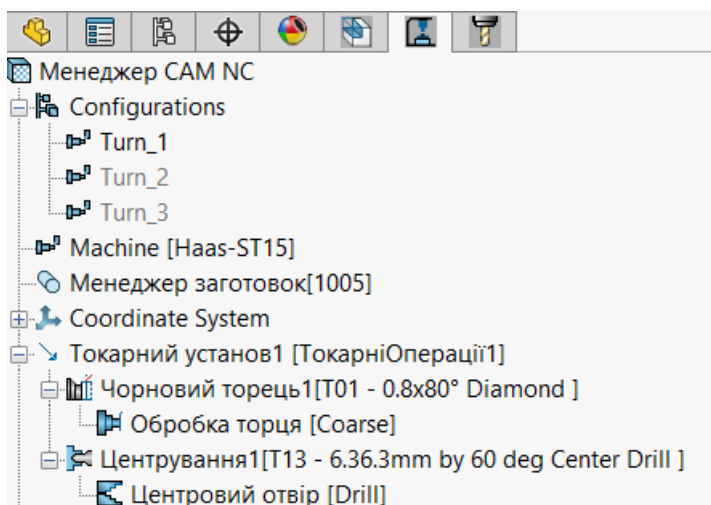
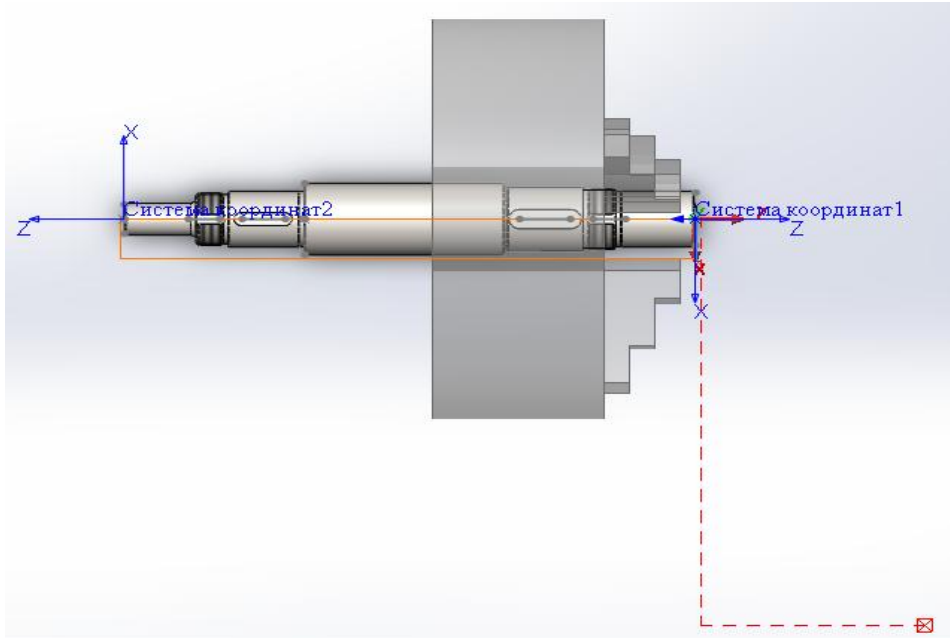


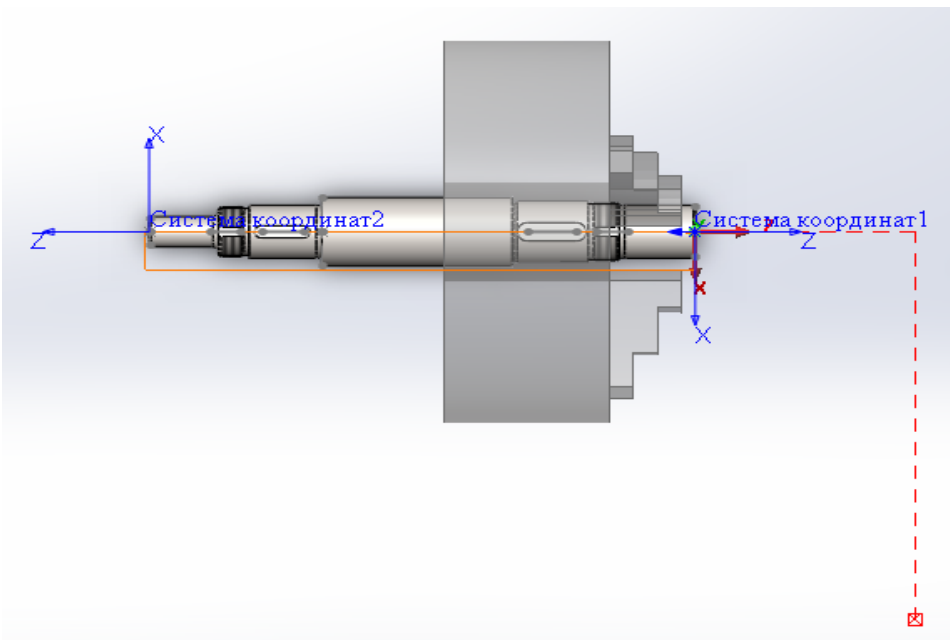
Рисунок 2.5 – Дерево елементів з визначеними елементами обробки

Перевіряємо параметри, що визначила система, при невідповідності потрібно провести зміни елементів. У нашому випадку корегування не потрібне.

Запускаємо модуль для створення траєкторії руху інструментів. Програма генерує траєкторію переміщення різця (рисунок 2.6, а) та центрального свердла (рисунок 2.6, б), позначаючи її червоною штрихпунктирною лінією.



а)



б)

Рисунок 2.6 – Траєкторія переміщення інструменту : а – різця, при підрізанні торця; б – свердла при свердлінні центрального отвору

Згенерувавши траєкторію руху інструменту при обробці нашої деталі, ми можемо за допомогою команди Симуляції руху інструменту, відтворити імітацію обробки наших поверхонь (рисунок 2.7).

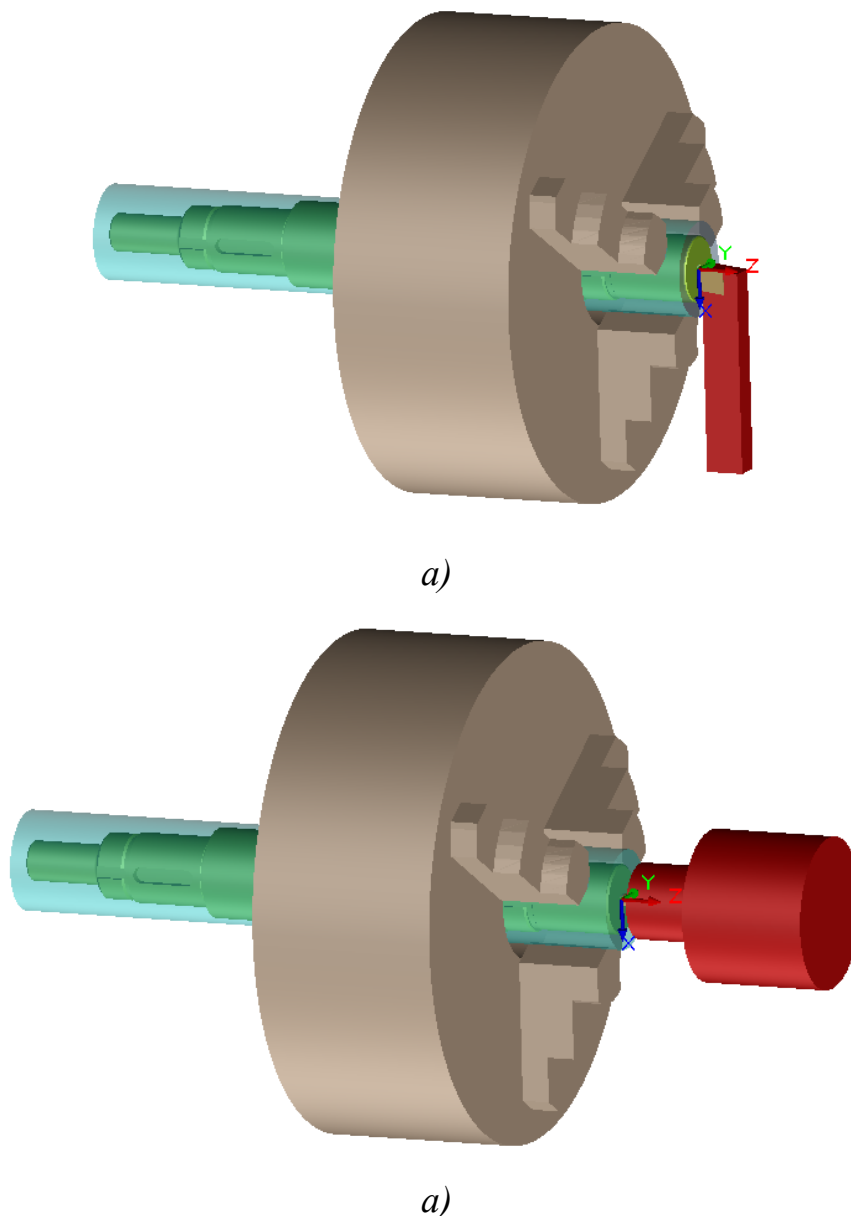


Рисунок 2.7 – Фрагмент імітації обробки поверхонь: *а* – підрізання торця; *б* – свердління центрального отвору

Виконавши усі попередні операції у нас є можливість з-за допомогою постпроцесора створити керуючу програму обробки першого установу. Також, для подальшого моделювання обробки зберігаємо оброблений вал, як модель заготовки для наступних установів. Створена керуюча програма обробки першого установу наведена нижче.

Керуюча програма обробки першого установу:

O0001	N15 X508.
N1 (DCLNR-2525M CNMG-120608)	N16 Z127. M09
N2 G50 S3000	N17 M01
N3 T0101	
N4 G00 G97 S1000 M03	N18 (6.3MM 60 DEG CENTERDRILL)
	N19 G50 S3000
N5 ('5@=>2>9 B>@5F1)	N20 T1212
N6 G54 G00 Z3.04 M08	N21 G00 G97 S200 M03
N7 X57.08	
N8 G01 X52. Z.5 F.147	N22 (&5=B@>20=851)
N9 X-2.792	N23 G54 G00 X0 M08
N10 G00 Z3.04	N24 Z5.
N11 X52.	N25 G01 Z-5.52 F.056
N12 Z0	N26 G00 Z127.
N13 G01 X-2.792	N27 X508.00 M09
N14 G00 Z2.936	N28 M30

1.5.3 Технологія обробки другого установу та створення керуючої програми

Для обробки поверхонь другого установу вибираємо схему базування заготовки в патроні уже з вильотом, довжина якого перевищує три діаметри заготовки, що в потребує додаткової підтримки центром при обробці. Теоретичну схему базування на креслені зображено на рисунку 2.8 та в САМ-системі на рисунку 2.9

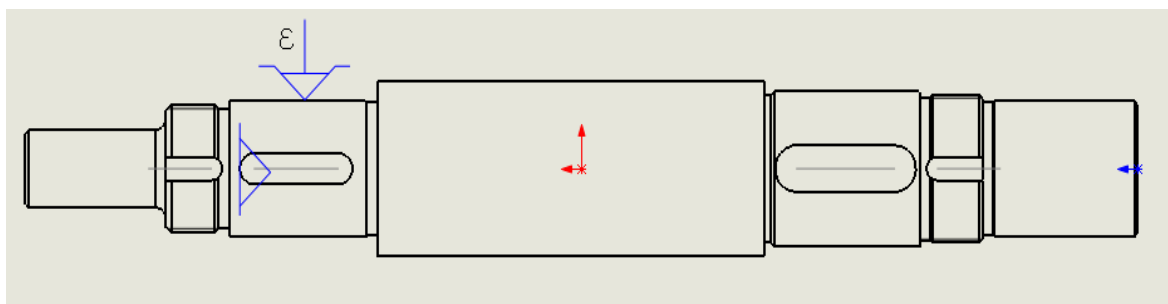


Рисунок 2.8 – Теоретична схема базування другого установу

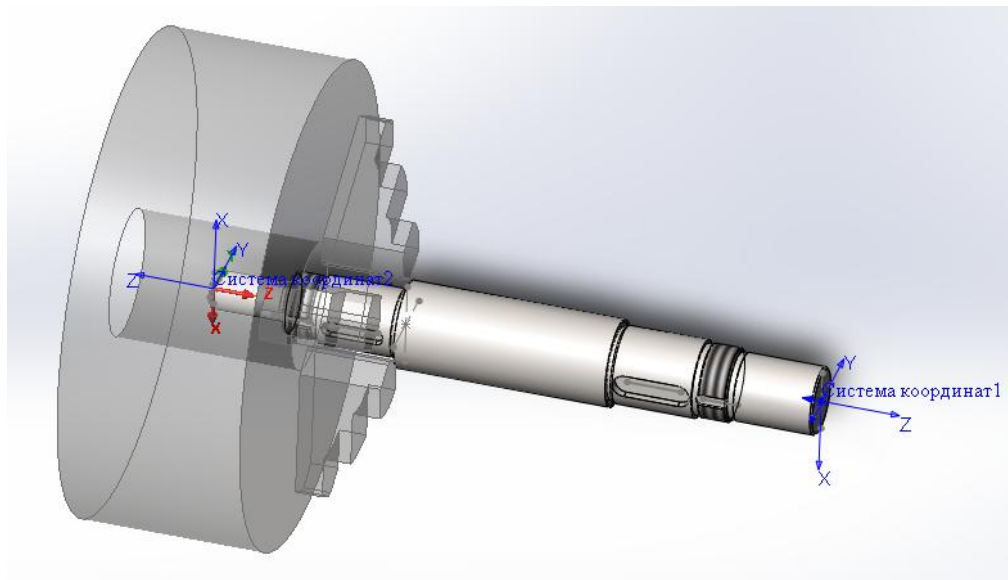


Рисунок 2.9 – Закріплення деталі в патроні токарного верстату

Аналогічно повторюємо етапи які ми виконували для попередніх операцій, перейшовши до Дерева Елементів САМ-системи, нам уже не потрібно ще раз вказувати обладнання на якому буде виконуватися обробка та параметри заготовки.

Продовжуємо роботу на токарному центрі Наас серії ST-15 та кошиком з різальним інструментом для токарної обробки деталі. Єдина відмінність, це в менеджері заготовок потрібно загрузити файл заготовки з першого установу.

Перевіривши ці всі параметри, у нас є можливість визначити елементи обробки для другого токарного установу, для яких також вказуємо інструмент, який буде використовуватися для обробки. Після цих всіх операцій дерево елементів буде мати такий вигляд, як на рисунку 2.10.

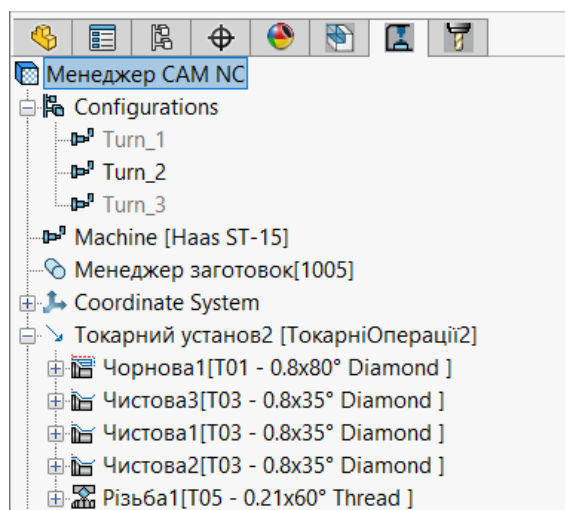
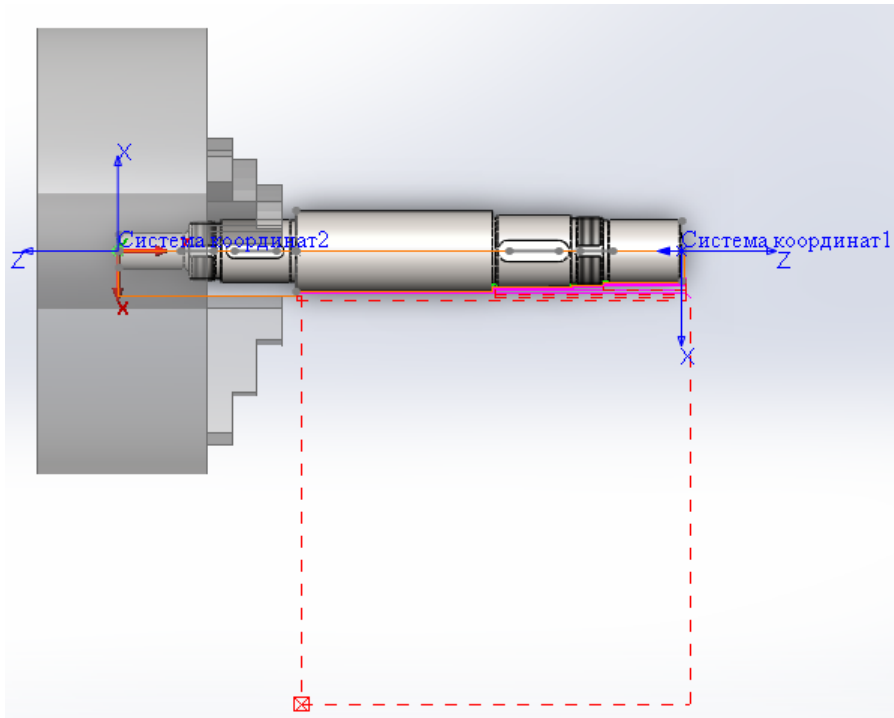


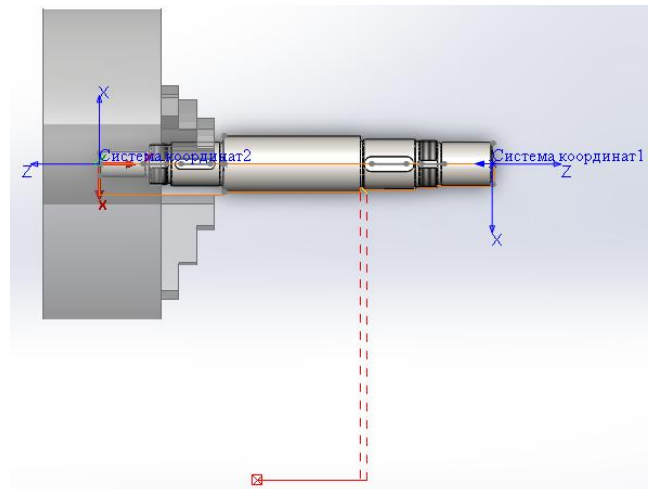
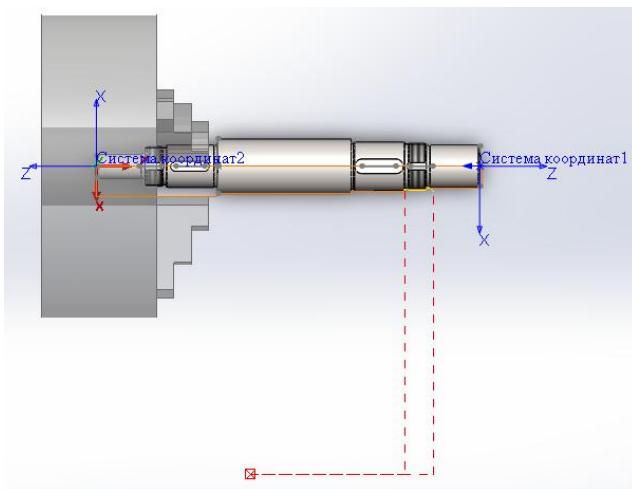
Рисунок 2.10 – Дерево елементів з визначеними елементами обробки

Перевіряємо параметри, що визначила система, при невідповідності потрібно провести зміни в елементах. У нашому випадку корегування майже не потрібне.

Запускаємо модуль для створення траєкторії руху інструментів. Тепер програма генерує траєкторію переміщення різця для чорнового точіння (рисунок 2.11, а), чистового проходу з нарізаннями канавок (рисунок 2.11, б) та нарізання різьби (рисунок 2.11, в).

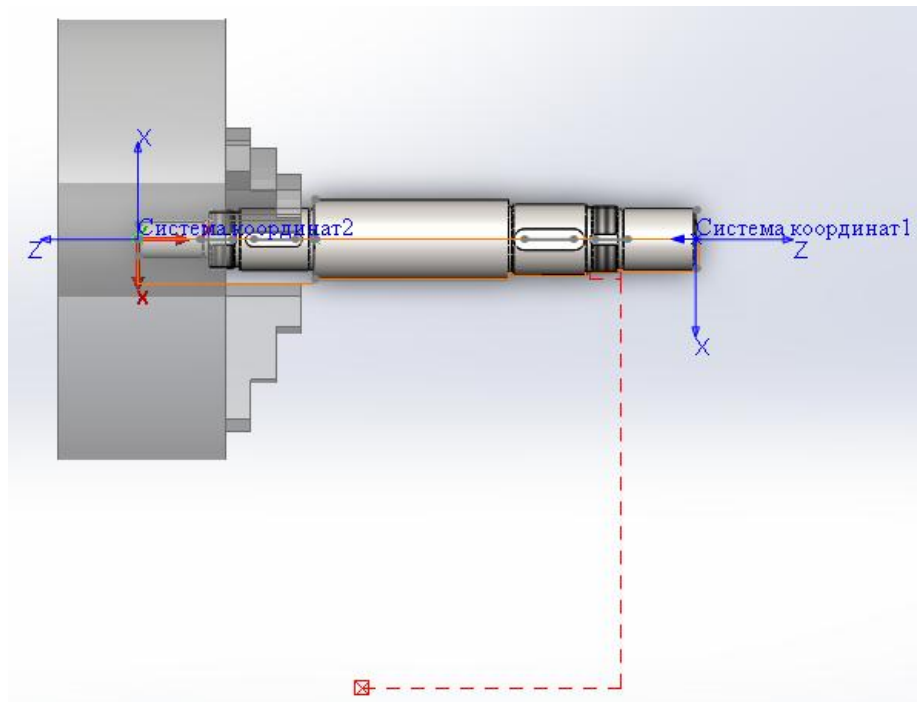


а)



б)

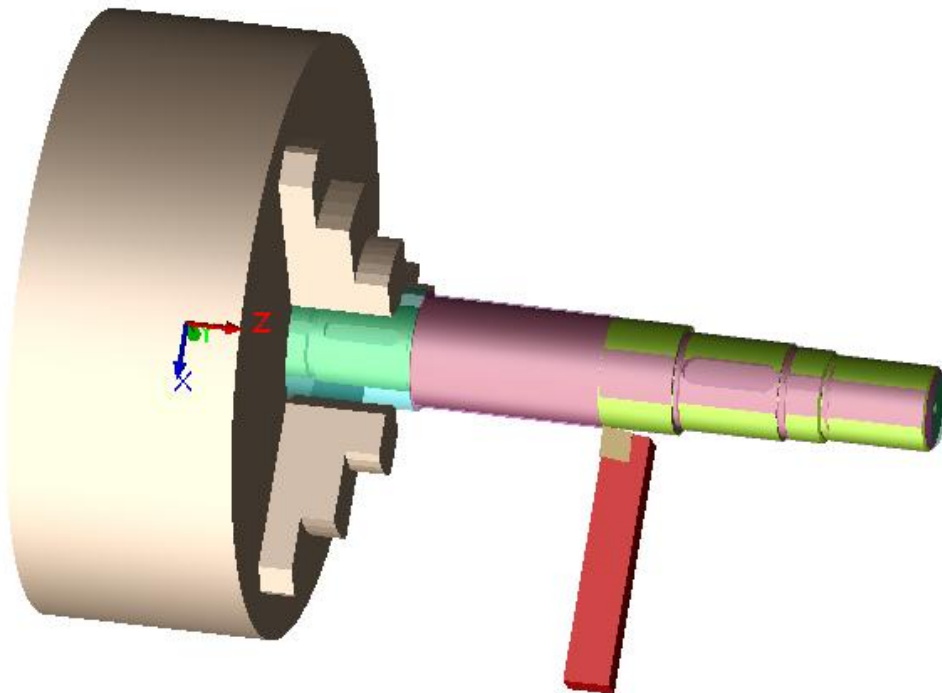
					<i>MP.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50



в)

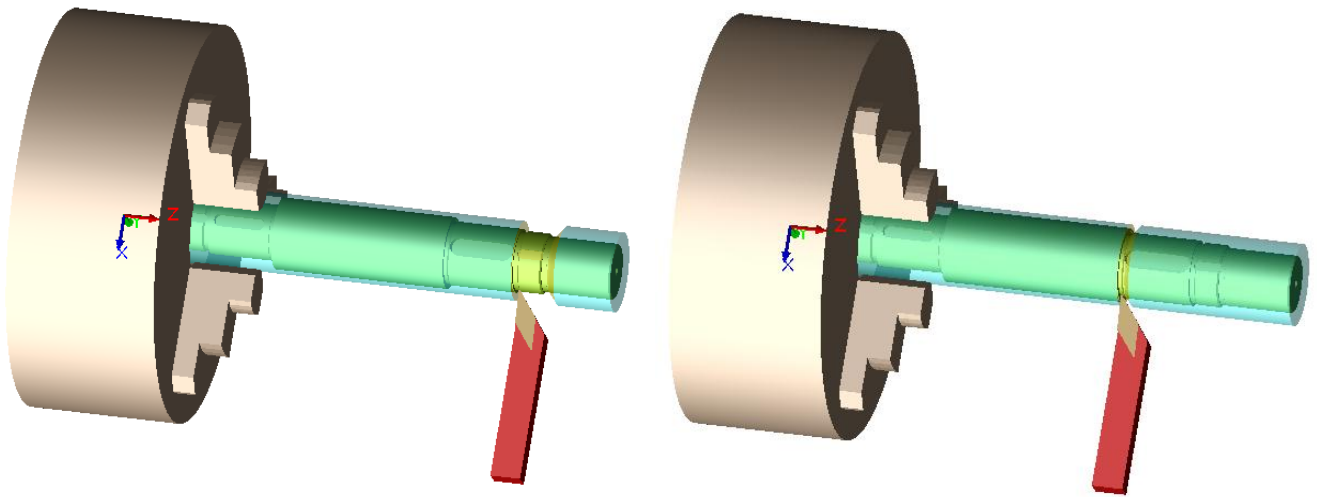
Рисунок 2.11 – Траєкторія руху інструментів : а - при чорновому точінні; б - при знятті фаски та чистовому точінні; в - при нарізанні різьби

Згенерувавши траєкторію руху інструменту при обробці нашої деталі, даліше командою Симуляції руху інструменту, відтворюємо імітацію обробки наших поверхонь (рисунок 2.12).

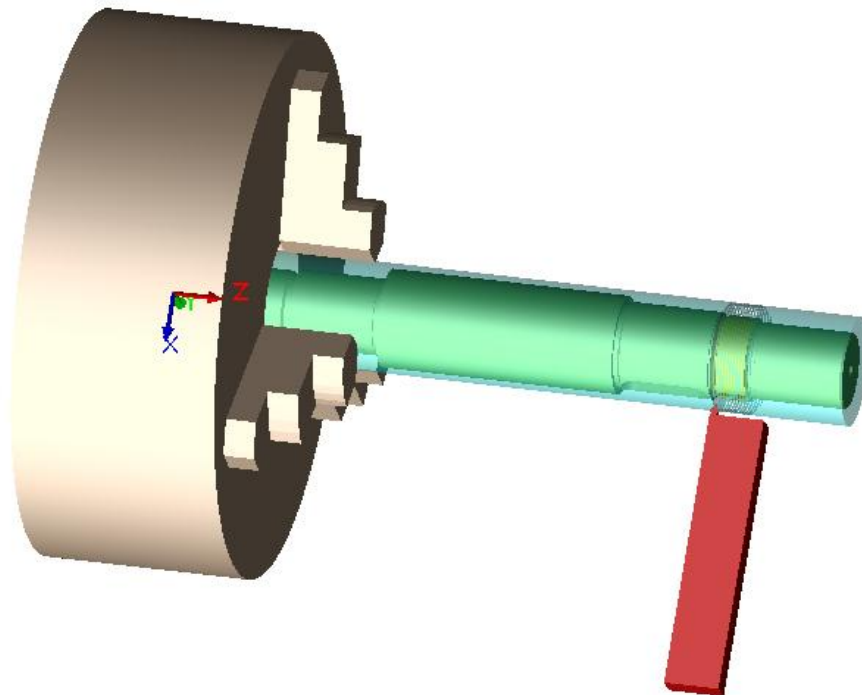


а)

					МР.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51



б)



в)

Рисунок 2.12 – Фрагмент імітації обробки поверхонь: *a* – чорнове точіння; *б* – чистовий прохід і нарізання канавок; *в* – нарізання різьби

Виконавши усі попередні операції з-за допомогою постпроцесора створюємо керуючу програму для обробки другого установу. Також, для подальшого моделювання обробки зберігаємо оброблений вал, як модель заготовки для наступних установів. Створена керуюча програма обробки другого установу наведена нижче.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MP.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ

Арк.

52

Керуюча програма обробки другого установу:

O0002	N43 G0 X30.799
N1 (DCLNR-2525M CNMG-120608)	N44 X34.599 Z316.1
N2 G50 S3000	N45 G00 X35.991
N3 T0101	N46 Z318.164
N4 G00 G97 S875 M03	N47 X29.056
	N48 G01 X35.6 Z314.892
N5 ('5@=>2001)	N49 Z274.705
N6 G54 G00 Z320.54 M08	N50 X35.1 Z272.669
N7 X51.08	N51 Z272.3
N8 G01 X46. Z318. F.147	N52 X35.784
N9 Z210.8	N53 X38.6 Z270.892
N10 X46.6	N54 Z257.055
N11 Z100.104	N55 X37.923 Z254.3
N12 X50.	N56 X40.6
N13 G00 X55.08	N57 Z212.305
N14 Z318.	N58 X40.1 Z210.27
N15 X42.2	N59 X41.238 Z210.3
N16 G01 Z210.8	N60 X45.6
N17 X46.	N61 Z99.604
N18 G00 X51.08 Z211.248	N62 X49.208
N19 Z318.	N63 G00 X508.00 M09
N20 X38.399	N64 M01
N21 G01 Z271.7	
N22 X39.6 Z271.099	N65 (SVJBR-2525M VBMT-160408)
N23 Z257.025	N66 G50 S3000
N24 X39.054 Z254.8	N67 T0303
N25 X41.6	N68 G00 G97 S1036 M03
N26 Z212.275	
N27 X41.238 Z210.8	N69 ('8AB>2003)
N28 X41.248	N70 G54 G00 Z320.424 M08
N29 X42.2	N71 X33.848
N30 G00 X47.28 Z211.248	N72 G01 X28.768 Z317.884 F.229
N31 Z318.	N73 X35. Z314.768
N32 X34.599	N74 Z314.592
N33 G01 Z316.1	N75 G00 X508.
N34 X36.6 Z315.099	N76 Z127.
N35 Z274.675	
N36 X36.124 Z272.735	N77 ('8AB>2001)
N37 X36.464 Z272.667	N78 G97 S907
N38 X38.399 Z271.7	N79 Z277.414
N39 X39.161	N80 X40.448
N40 G00 X43.479	N81 G01 X34.5 Z274.44 F.229
N41 Z318.	N82 Z272.
N42 X32.701	N83 X35.536

N84 X38. Z270.768
N85 Z257.04
N86 X36.8 Z256.44
N87 Z254.
N88 X39.808
N89 G00 X508.
N90 Z127.

N91 ('8AB>2002)
N92 G97 S806
N93 Z215.014
N94 X45.448
N95 G01 X37.8 Z211.19 F.229
N96 Z209.903
N97 X41.487 Z210.
N98 X44.808
N99 G00 X508.
N100 Z127. M09
N101 M01

N102 (NSL-163C NG-3L NT-2RK all
60)
N103 G50 S3000

N104 T0505
N105 G00 G97 S390 M03
N106 (57L101)
N107 G54 G00 Z274. M08
N108 X37.42
N109 G32 Z257.415 F1.5
N110 X39.05 Z256.6
N111 G00 X45.13
N112 Z274.
N113 X37.19
N114 G32 Z257.415
N115 X38.82 Z256.6
N116 G00 X45.13
N117 Z274.
N118 X36.79
N119 G32 Z257.415
N120 X38.42 Z256.6
N121 G00 X45.13
N122 Z274.
N123 X508.
N124 Z127. M09
N125 M30

1.5.4 Технологія обробки третього установу та створення керуючої програми

Для обробки поверхонь третього установу вибираємо схему базування заготовки в патроні і додатковою підтримкою центром при обробці. Теоретичну схему базування зображено на рисунку 2.13 та в САМ-системі на рисунку 2.14

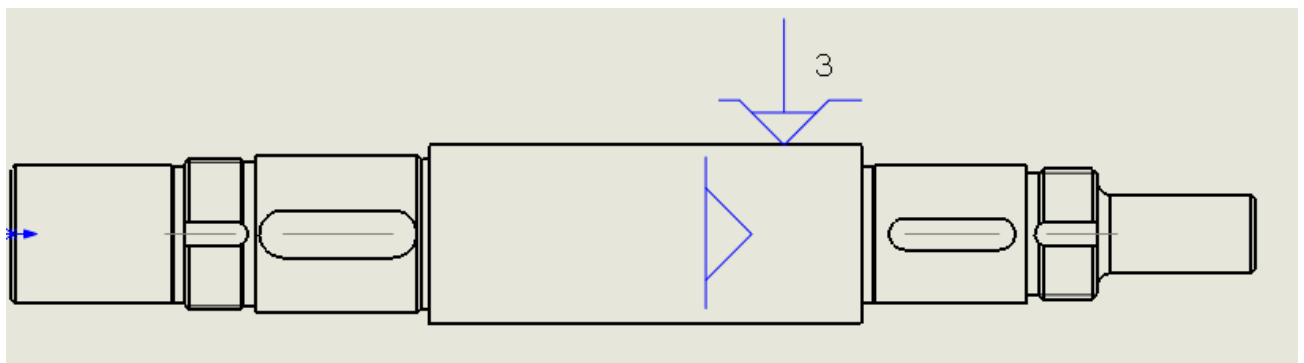


Рисунок 2.13 – Теоретична схема базування третього установу

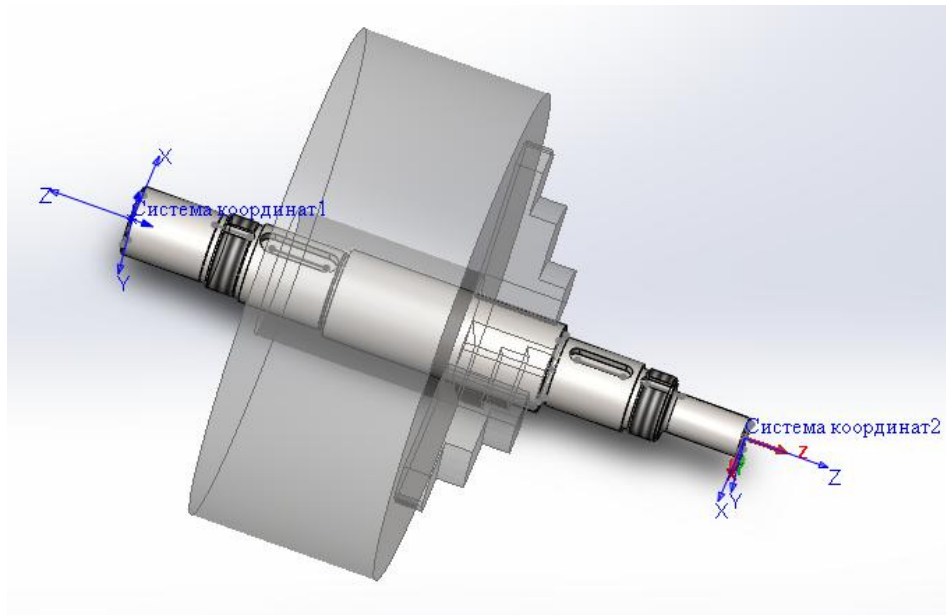


Рисунок 2.14 – Закріплення деталі в патроні токарного верстату

Продовжуємо повторювати етапи які ми виконували для попередніх операцій, перейшовши до Дерева Елементів САМ-системи продовжуємо роботу на токарному центрі Haas серії ST-15 та кошиком з різальним інструментом для токарної обробки деталі. В менеджері заготовки знову оновлюємо файл заготовки з другого установу.

Перевіривши ці всі параметри, у нас є можливість визначити елементи обробки для третього токарного установу, для яких також вказуємо інструмент, який буде використовуватися для обробки. Після цих всіх операцій дерево елементів буде мати такий вигляд, як на рисунку 2.15.

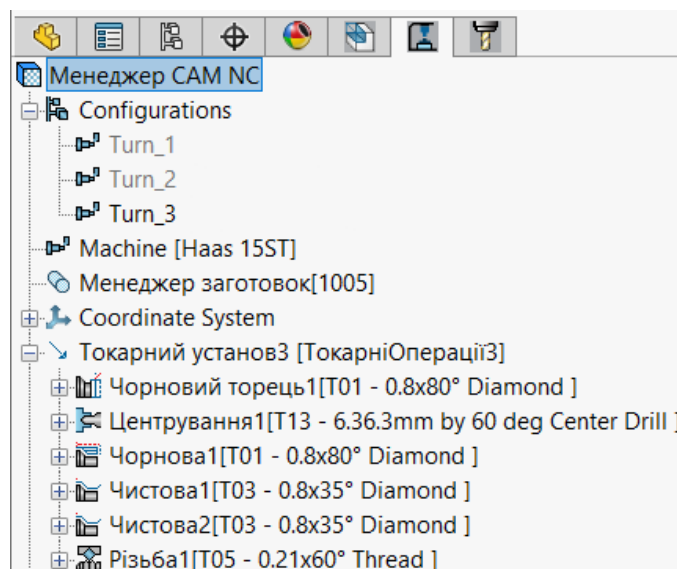
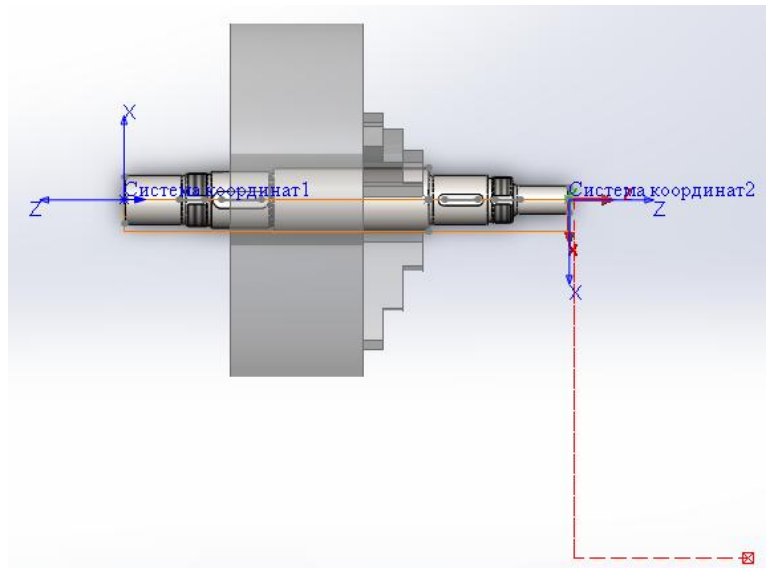
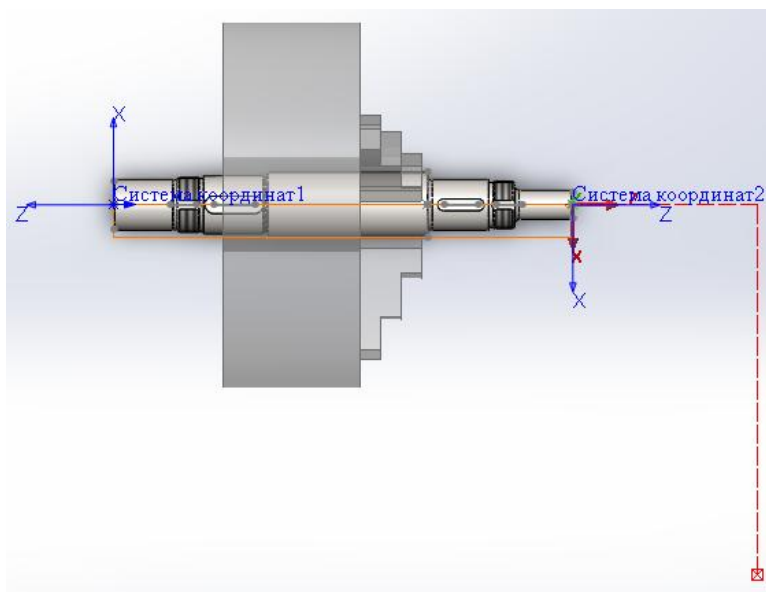


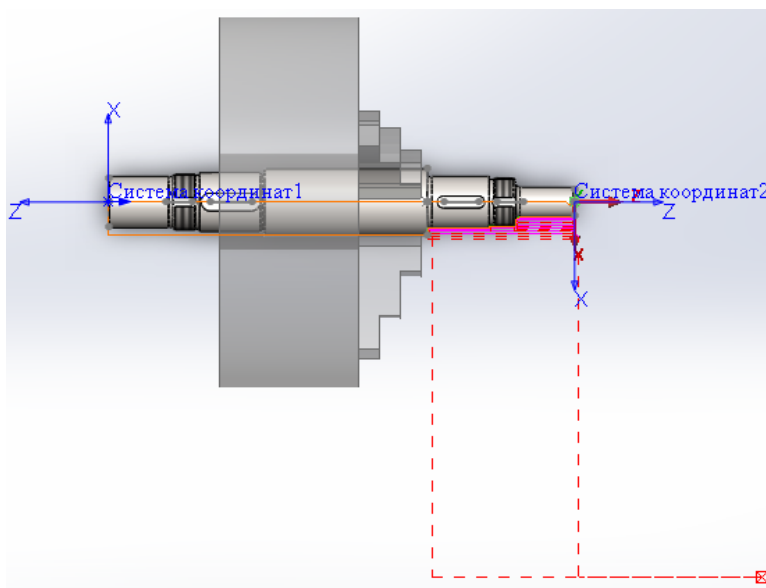
Рисунок 2.15 – Дерево елементів з визначеними елементами обробки



а)



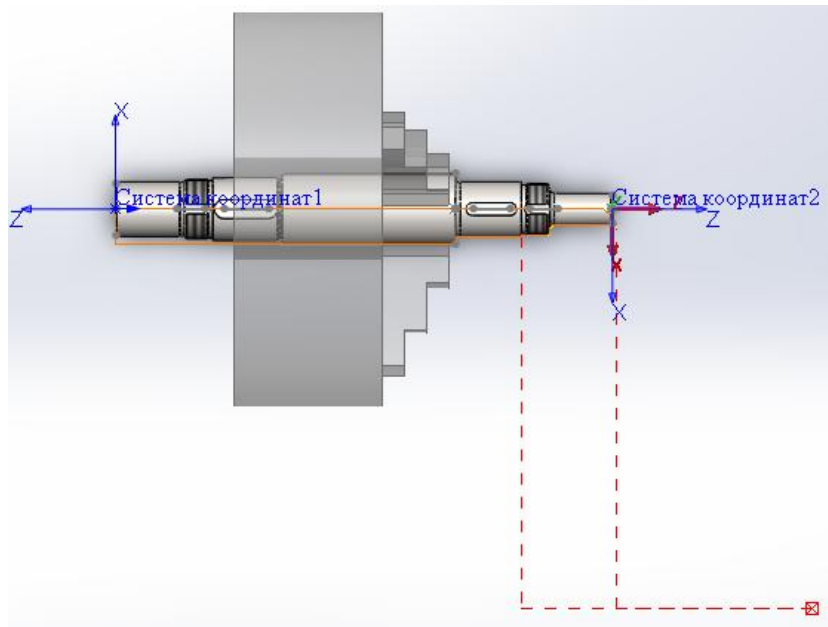
б)



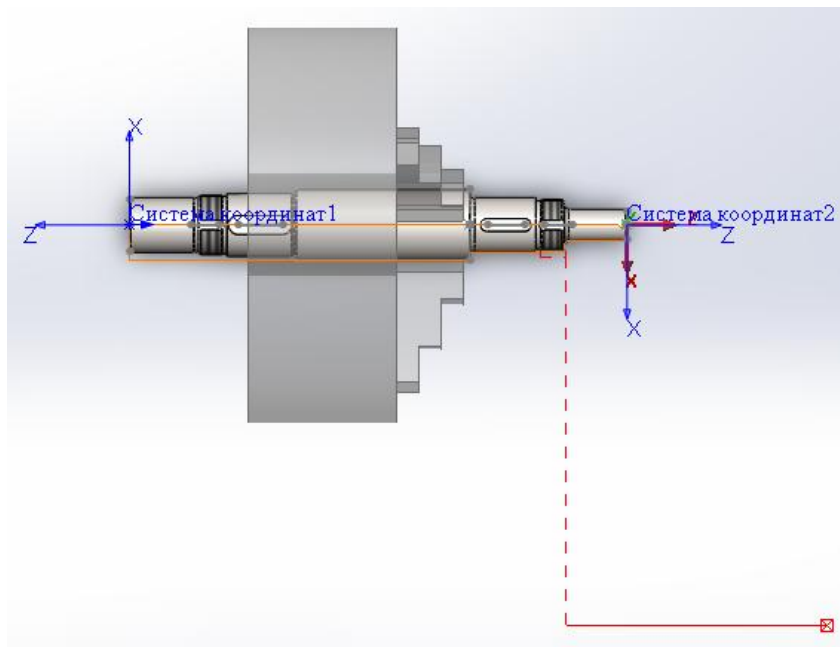
в)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ



з)



д)

Рисунок 2.15 – Траєкторія руху інструментів : *а* - при підрізанні торця; *б* - при центруванні; *в* - при чорновому точінні; *з* - при знятті фаски та чистовому точінні; *д* - при нарізанні різьби

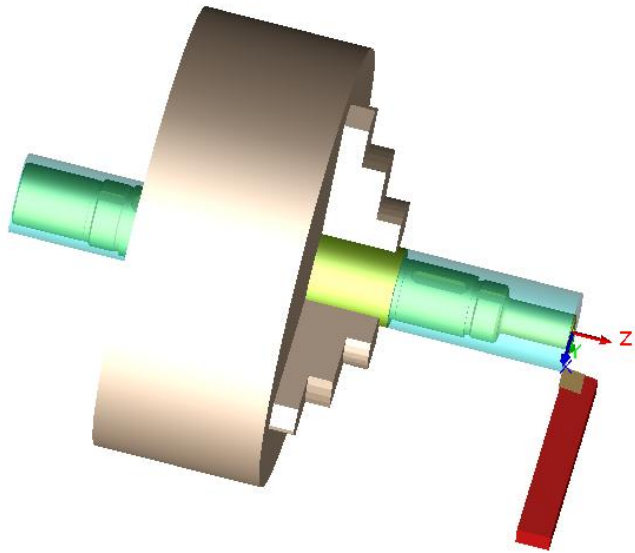
Згенерувавши траєкторію руху інструменту при обробці нашої деталі, даліше командою Симуляції руху інструменту, відтворюємо імітацію обробки наших поверхонь (рисунок 2.16) [11].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

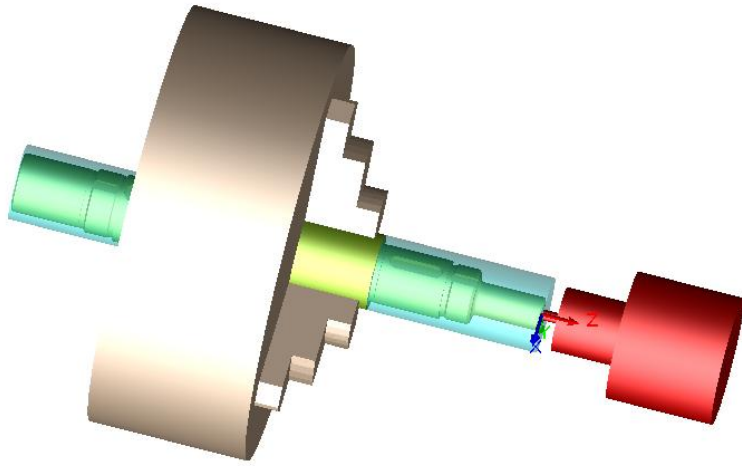
MP.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ

Арк.

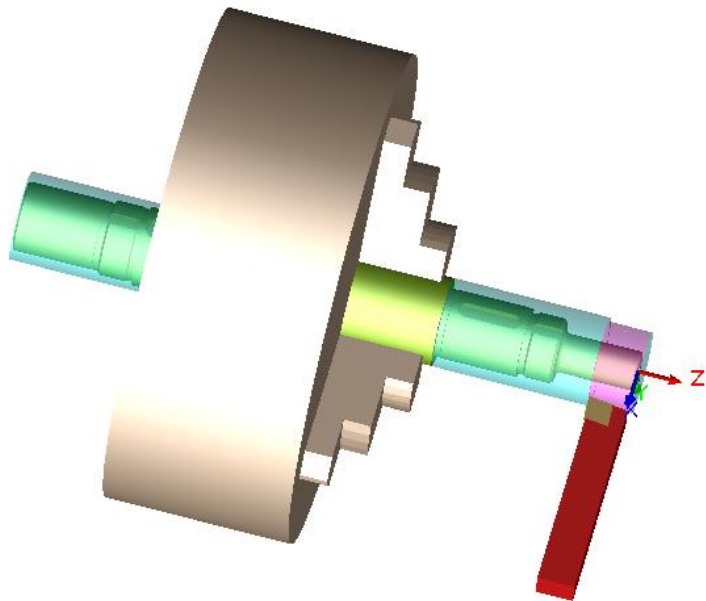
57



a)



б)



в)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ

Арк.

58

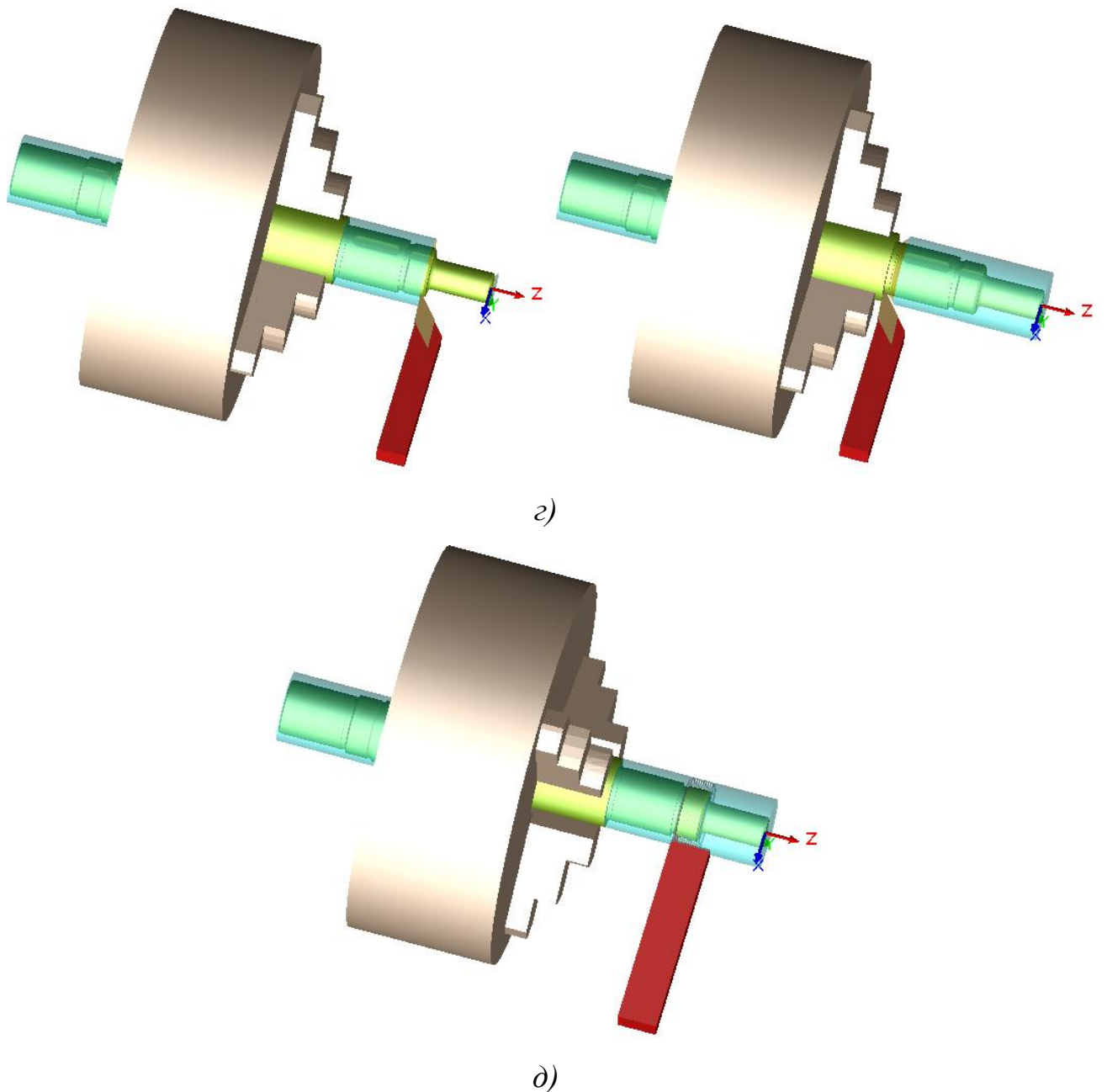


Рисунок 2.16 – Фрагмент імітації обробки поверхонь: *а* - підрізання торця; *б* - центрування; *в* - чорнове точіння; *г* - зняття фаски та чистове точіння; *д* - нарізання різьби

Виконавши усі попередні операції з-за допомогою постпроцесора створюємо керуючу програму для обробки третього установу. Також, для подальшого моделювання обробки зберігаємо оброблений вал, як модель заготовки для наступної обробки на фрезерному верстаті. Створена керуюча програма обробки третього установу наведена нижче [12]. Технологічні карти налагодження заносимо у додаток Г.

Керуюча програма обробки третього установу:

O0003	N39 G00 X50.08
N1 (DCLNR-2525M CNMG-120608)	N40 Z0
N2 G50 S3000	N41 X37.466
N3 T0101	N42 G01 Z-99.2
N4 G00 G97 S2188 M03	N43 X41.
	N44 G00 X45. Z-98.847
N5 ('5@=>2>9 B>@5F1)	N45 Z0
N6 G54 G00 Z3.04 M08	N46 X33.933
N7 X50.08	N47 G01 Z-41.067
N8 G01 X45. Z.5 F.147	N48 X34.6 Z-41.401
N9 X-.792	N49 Z-54.475
N10 G00 Z3.04	N50 X33.933 Z-57.192
N11 X45.	N51 Z-57.2
N12 Z0	N52 X34.695
N13 G01 X-.792	N53 G00 X39.013
N14 G00 Z2.936	N54 Z-57.192
N15 X508.	N55 X34.695
N16 Z127. M09	N56 G01 X33.933
N17 M01	N57 X33.931 Z-57.2
	N58 X36.6
N18 (6.3MM 60 DEG CENTERDRILL)	N59 Z-97.325
N19 G50 S3000	N60 X36.14 Z-99.2
N20 T1212	N61 X37.466
N21 G00 G97 S200 M03	N62 G00 X42.546
	N63 Z0
N22 (&5=B@>20=851)	N64 X30.399
N23 G54 G00 X0 M08	N65 G01 Z-39.3
N24 Z5.	N66 X33.933 Z-41.067
N25 G01 Z-5.52 F.056	N67 G00 X39.013
N26 G00 Z127.	N68 Z0
N27 X508.00 M09	N69 X26.866
N28 M01	N70 G01 Z-39.2
	N71 X30.199
N29 (DCLNR-2525M CNMG-120608)	N72 X30.399 Z-39.3
N30 G50 S3000	N73 G00 X35.479
N31 T0101	N74 Z0
N32 G00 G97 S875 M03	N75 X23.332
	N76 G01 Z-38.937
N33 ('5@=>20O1)	N77 G02 X25.208 Z-39.2 R1.804
N34 G54 G00 Z2.54 M08	N78 G01 X27.628
N35 X46.08	N79 G00 X31.946
N36 G01 X41. Z0 F.147	N80 Z0
N37 Z-99.2	N81 X21.621
N38 X45.	N82 G01 X19.799

N83 X21.6 Z-.901
 N84 Z-37.396
 N85 G02 X23.332 Z-38.937 R1.804
 N86 G00 X26.225
 N87 Z.164
 N88 X18.056
 N89 G01 X20.6 Z-1.108
 N90 Z-37.396
 N91 G02 X25.208 Z-39.7 R2.304
 N92 G01 X29.784
 N93 X33.6 Z-41.608
 N94 Z-54.445
 N95 X32.801 Z-57.7
 N96 X35.6
 N97 Z-97.295
 N98 X35.1 Z-99.331
 N99 Z-99.7
 N100 X44.208
 N101 G00 Z-96.764
 N102 X508.
 N103 Z127. M09
 N104 M01

 N105 (SVJBR-2525M VBMT-160408)
 N106 G50 S3000
 N107 T0303
 N108 G00 G97 S1036 M03

 N109 ('8AB>20O1)
 N110 G54 G00 Z2.424 M08
 N111 X22.848
 N112 G01 X17.768 Z-.116 F.229
 N113 X20. Z-1.232
 N114 Z-37.396
 N115 G02 X25.208 Z-40. R2.604
 N116 G01 X29.536
 N117 X33. Z-41.732
 N118 Z-54.46
 N119 X30.8 Z-55.56
 N120 Z-58.
 N121 X34.808

N122 G00 X508.
 N123 Z127.

 N124 ('8AB>20O2)
 N125 G97 S806
 N126 Z-94.586
 N127 X40.448
 N128 G01 X34.5 Z-97.56 F.229
 N129 Z-100.
 N130 X44.208
 N131 G00 X508.
 N132 Z127. M09
 N133 M01

 N134 (NSL-163C NG-3L NT-2RK all
 60)
 N135 G50 S3000
 N136 T0505
 N137 G00 G97 S449 M03

 N138 (57L101)
 N139 G54 G00 Z-38.5 M08
 N140 X40.13
 N141 X32.42
 N142 G32 Z-54.085 F1.5
 N143 X34.05 Z-54.9
 N144 G00 X40.13
 N145 Z-38.5
 N146 X32.19
 N147 G32 Z-54.085
 N148 X33.82 Z-54.9
 N149 G00 X40.13
 N150 Z-38.5
 N151 X31.79
 N152 G32 Z-54.085
 N153 X33.42 Z-54.9
 N154 G00 X40.13
 N155 Z-38.5
 N156 X508.
 N157 Z127. M09
 N158 M30

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Опис конструкції та призначення фрезерного пристрою

Конструкція фрезерного пристрою повинна забезпечувати функцію кріплення та базування деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24» на столі вертикально-фрезерного верстату Haas серії VF-2 для обробки шпонкових пазів.

Фрезерний пристрій (рисунок 3.1) складається з нижньої плити 1, на якій, з допомогою шести М10 болтів 14, кріпляться дві призми – ліва 4 та права 3. На нижній плиті 1 закріпленні дві направляючі циліндричні шпонки 8, які центрують пристрій в пазах столу верстата.

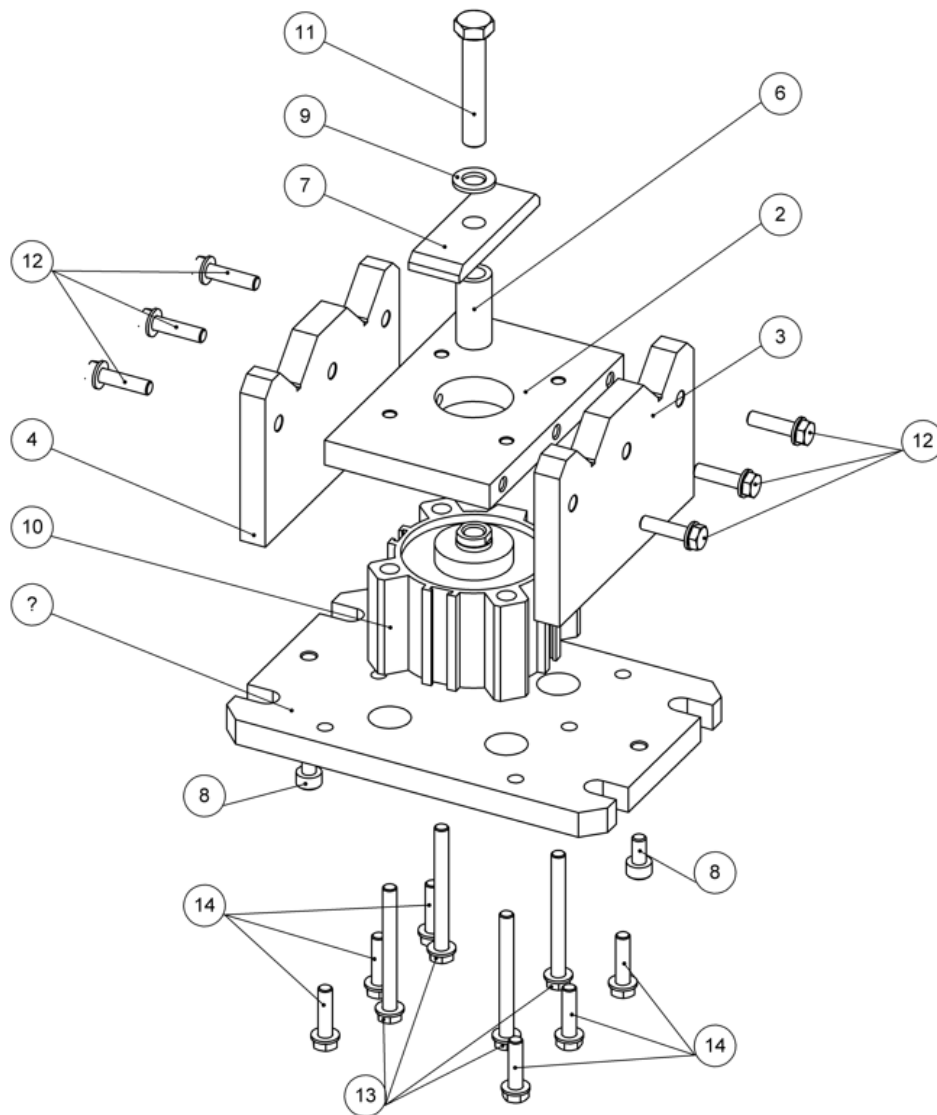


Рисунок 3.1 – Фрезерний пристрій

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ

Арк.

62

Також до нижньої плити за допомогою чотирьох М10 болтів 13 кріпиться пневмоциліндр 10. В даному пристрої присутня верхня плита 2, яка прижимає пневмоциліндр 10 до нижньої плити 1.

Верхня плита 2 прикріплюється до двох призм за допомогою шести М10 болтів 12. На ці призми будуть встановлюватися дві деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24». Вали притискаються до призм за допомогою важеля 7, який через втулку 6 прикріплюється до пневмоциліндра 10 за допомогою шайби 9 та М16 болта 11. Креслення пристрою виносимо в додаток Д.

Виконуємо збірку моделі фрезерного пристрою для подальшого використання в моделюванні технології обробки фрезерного установу в автоматизованій системі технологічної підготовки виробництва. Готова збірка моделі фрезерного пристрою показана на рисунку 3.2 [13].

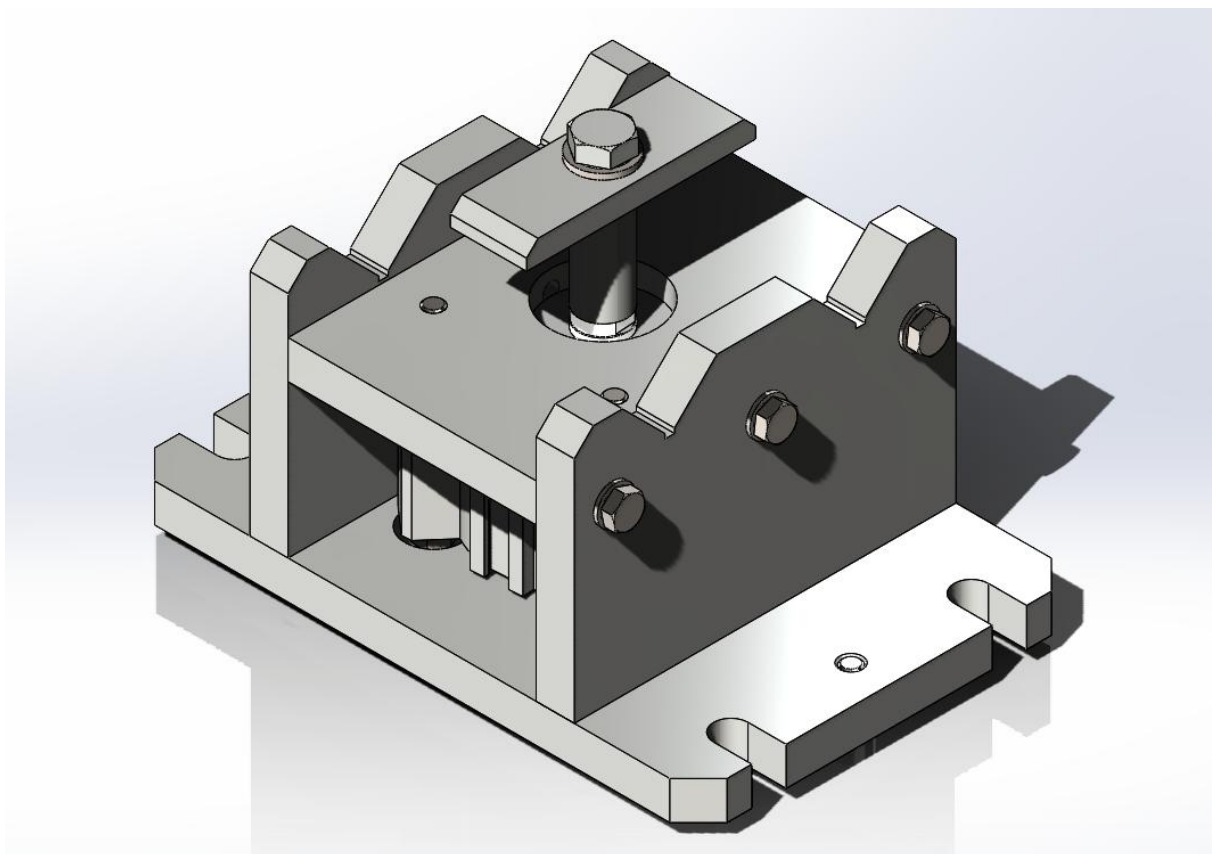


Рисунок 3.2 – Модель фрезерного пристрою

					<i>МР.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

2.2 Технологія обробки фрезерного установу та створення керуючої програми

Для обробки шпонкових пазів фрезерного установу вибираємо схему базування двома циліндричними поверхнями деталі на спеціальних пазах фрезерного пристрою. Теоретичну схему базування зображено на рисунку 3.3

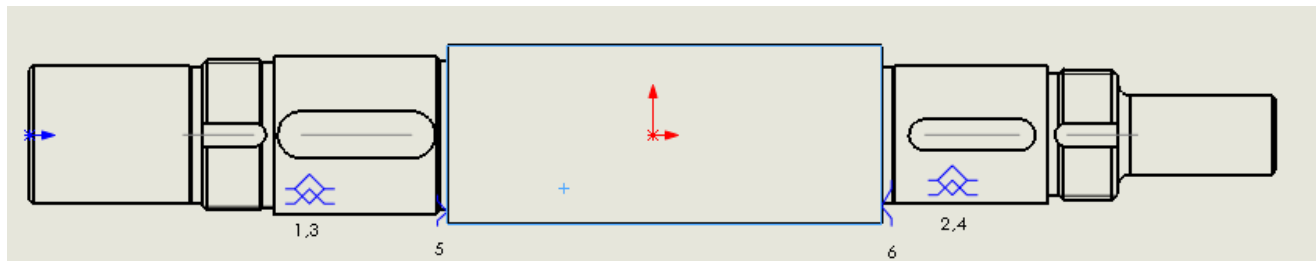


Рисунок 3.3 – Теоретична схема базування фрезерного установу на пристрої

Переходимо до Дерева Елементів САМ-системи, де потрібно вказати ряд параметрів необхідних для моделювання фрезерної обробки. Знову потрібно вказати обладнання на якому буде виконуватися обробка, а в менеджері заготовок провести ряд змін.

Вибираємо з бази даних попередньо занесений нами вертикально-фрезерний верстат Haas серії VF-2 та кошик інструментів з фрезами.

Перед тим, як задавати параметри заготовки, нам потрібно в менеджері деталей додати наш фрезерний пристрій та збазувати деталі на ньому. Після цього в менеджері заготовок обираємо два вали, як заготовку, яка буде оброблятися.

Вказавши необхідні параметри та доддавши всі деталі для менеджера заготовок, ми можемо визначити елементи для фрезерної обробки. Для цього з допомогою функції розпізнавання елементів вибираємо всі наші шпонкові пази які необхідно обробити. Після цього отримавши чотири елементи обробки, створюємо для них операції обробки вказуючи весь необхідний інструмент, який вказаний в кошику фрезерного верстату. Після цих всіх операцій дерево елементів буде виглядати, так як на рисунку 3.4.

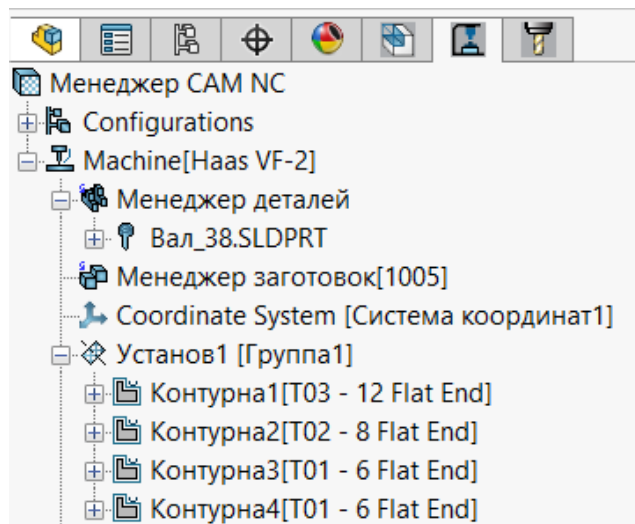
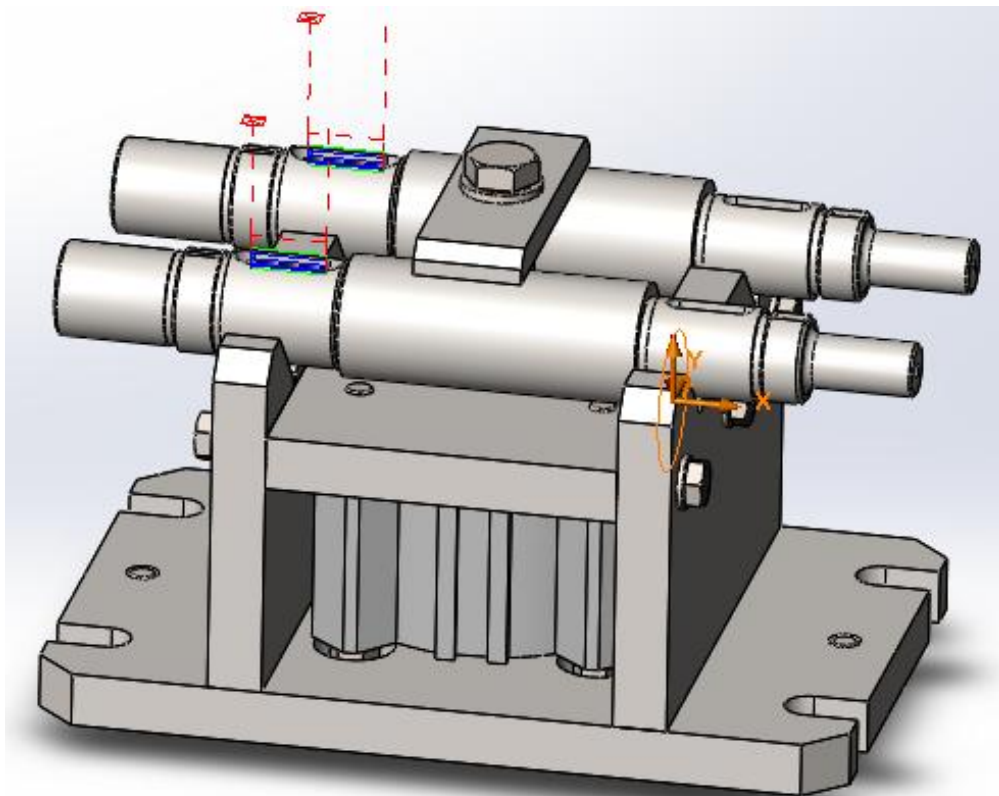


Рисунок 3.4 – Дерево елементів з визначеними елементами обробки

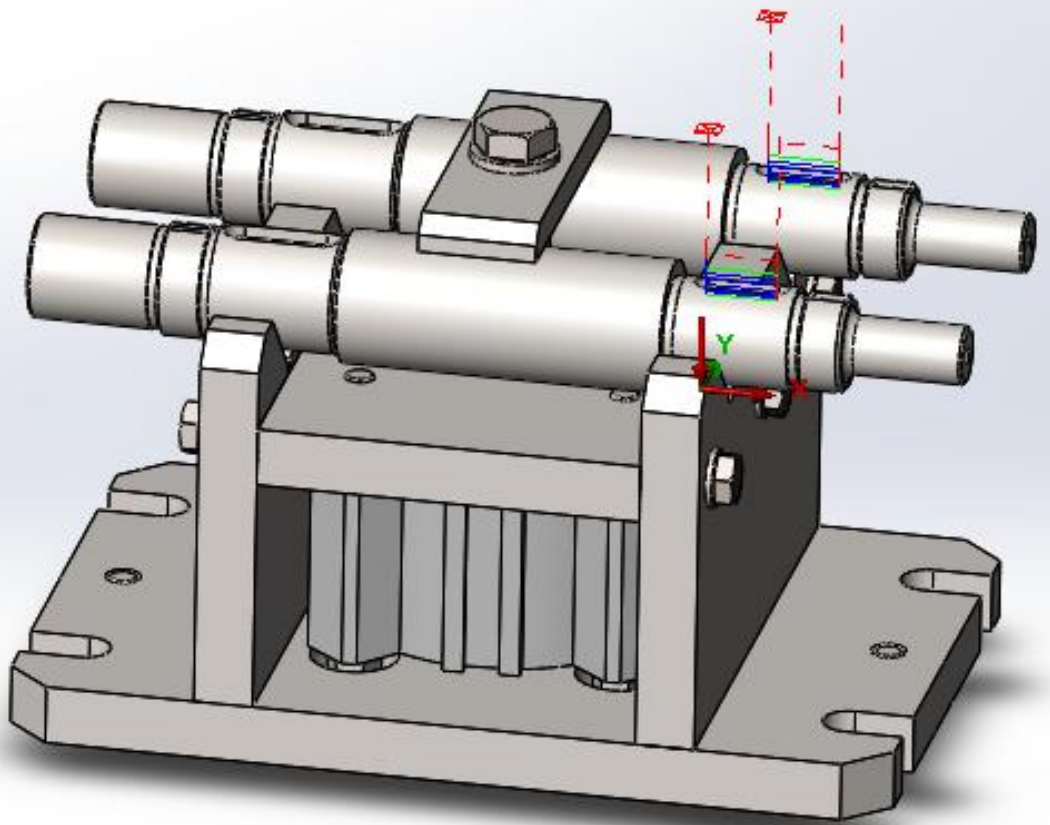
Перевіряємо параметри, що визначила система, при невідповідності потрібно провести зміни елементів. У нашому випадку корегування не потрібне.

Запускаємо модуль для створення траєкторії руху інструментів. Програма генерує траєкторію переміщення для кожної фрези при обробці шпонкових пазів (рисунок 3.5).

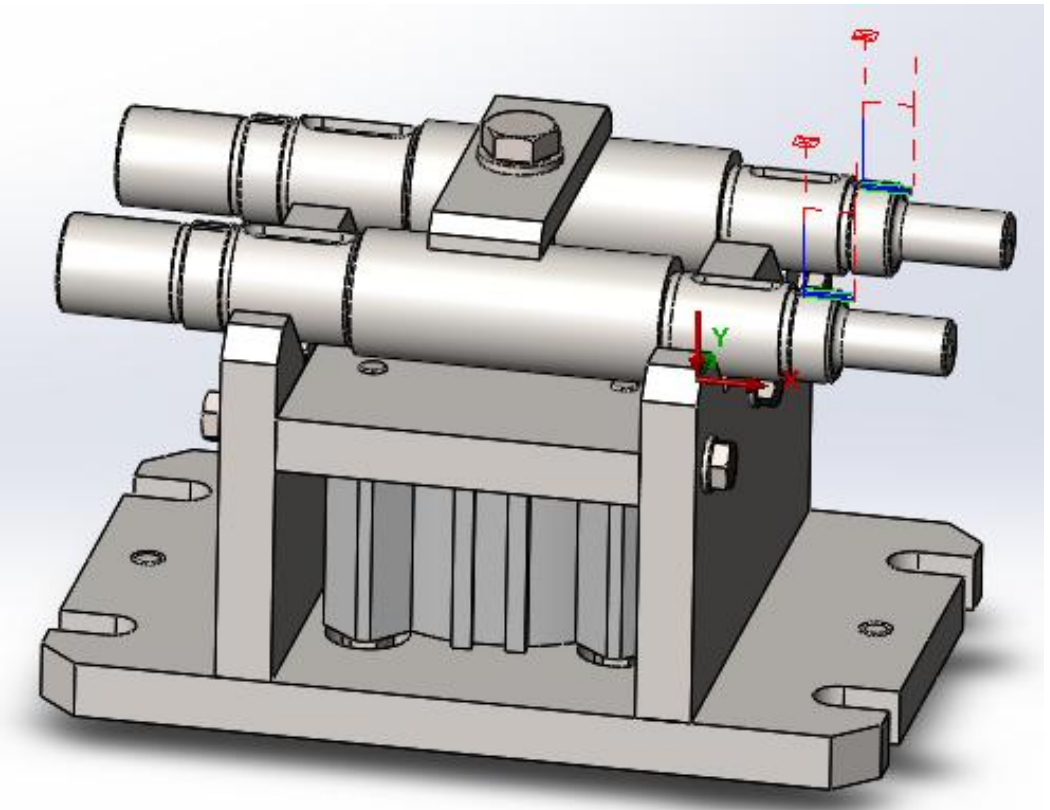


а)

					<i>МР.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65



б)



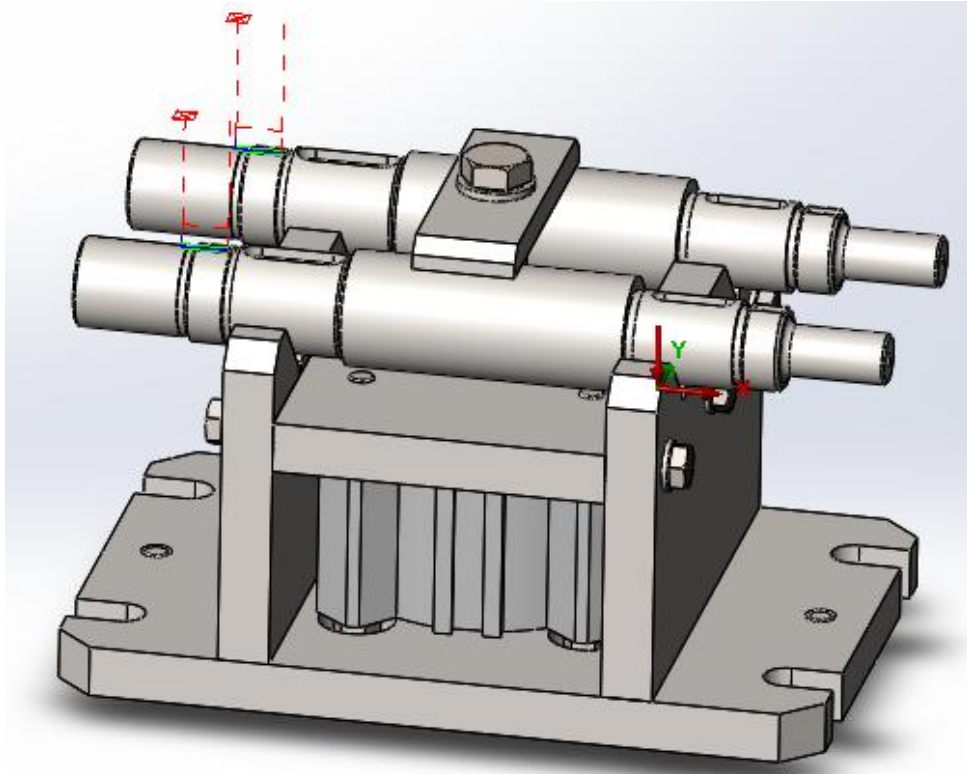
в)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ

Арк.

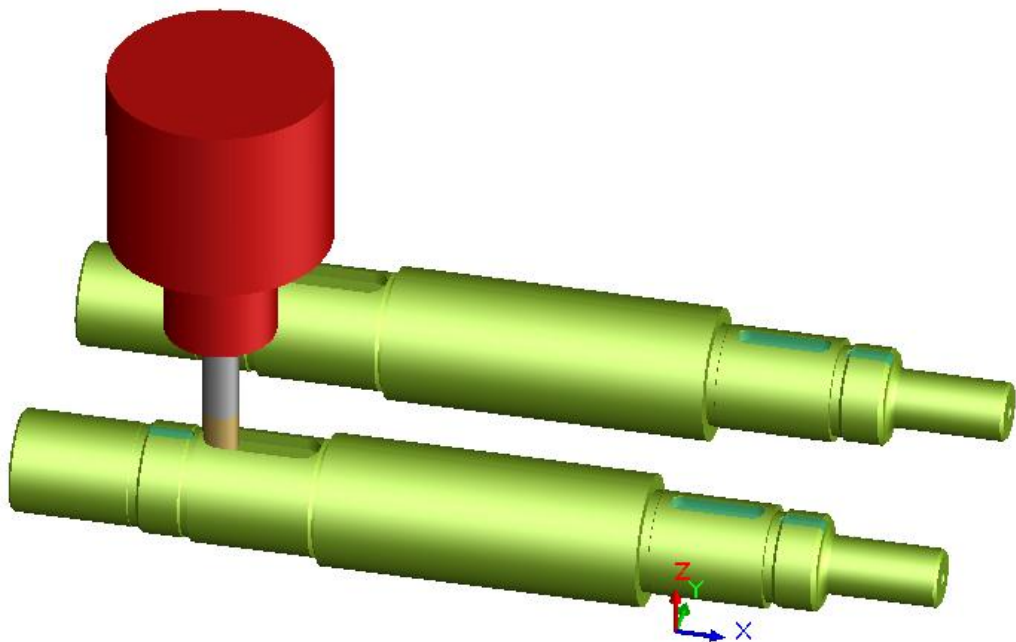
66



з)

Рисунок 3.5 – Траєкторія руху інструментів при обробці шпонкових пазів шириною: $a - 12$ мм; $b - 8$ мм; $в, з - 6$ мм

Згенерувавши траєкторію руху інструменту при обробці шпонкових пазів, даліше командою Симуляції руху інструменту, відтворюємо імітацію обробки наших поверхонь (рисунок 3.6) [11].



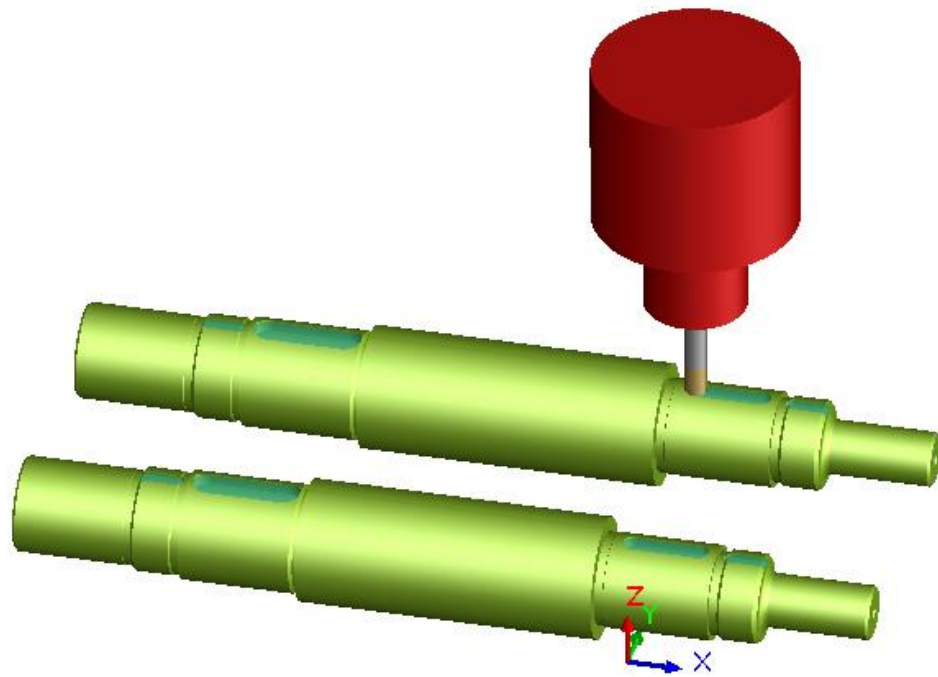
а)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

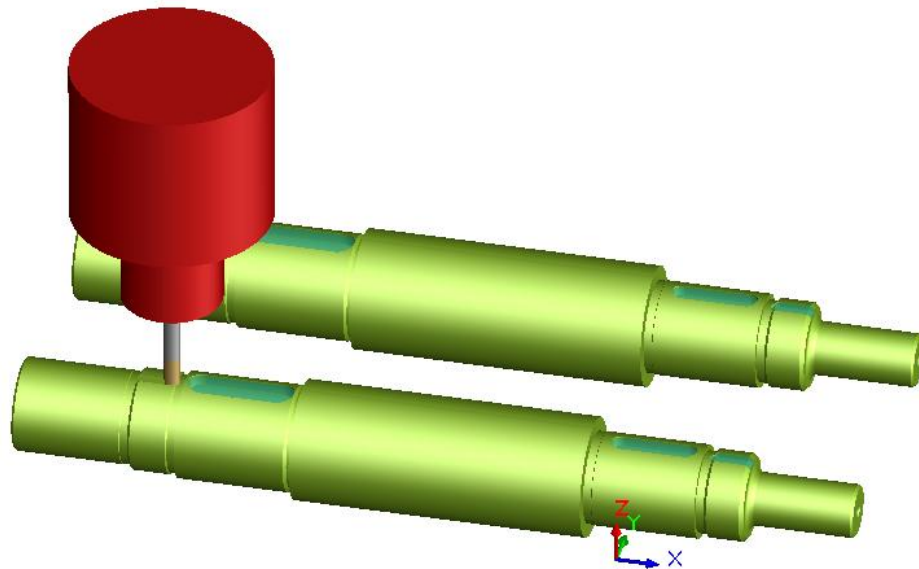
МР.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ

Арк.

67



б)



в)

Рисунок 3.6 – Фрагмент імітації обробки шпонкових пазів різної ширини:

$a - 12$ мм; $b - 8$ мм; $в, г - 6$ мм

Виконавши усі попередні операції, з допомогою постпроцесора створюємо керуючу програму для обробки фрезерного установу. Створена керуюча програма обробки фрезерного установу наведена нижче [12]. Карту налагодження фрезерного установу заносимо в додаток Г.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МР.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ

Арк.

68

Керуюча програма обробки фрезерного установу:

O0001	N42 X-139. F500.
N1 G21	N43 G00 Z27.5
N2 (12mm HSS 2FL 16 LOC)	N44 X-167.
N3 G91 G28 X0 Y0 Z0	N45 Z23.5
N4 T03 M06	N46 G01 Z16.5 F62.5
N5 S200 M03	N47 X-139. F500.
	N48 G00 Z27.5
N6 (>=BC@=001)	N49 X-167.
N7 G90 G54 G00 X-167. Y150.	N50 Z21.5
N8 G43 Z27.5 H03 M08	N51 G01 Z15.8 F62.5
N9 G01 Z20.5 F62.5	N52 X-139. F500.
N10 G17 X-139. F500.	N53 G00 Z27.5
N11 G00 Z27.5	N54 X-167.
N12 X-167.	N55 Z20.8
N13 Z25.5	N56 G01 Z14.8 F62.5
N14 G01 Z18.5 F62.5	N57 X-139. F500.
N15 X-139. F500.	N58 G00 Z27.5
N16 G00 Z27.5	N59 Z72.5 M09
N17 X-167.	N60 G91 G28 Z0
N18 Z23.5	N61 (8mm HSS 2FL 12 LOC)
N19 G01 Z16.5 F62.5	N62 T02 M06
N20 X-139. F500.	N63 S300 M03
N21 G00 Z27.5	
N22 X-167.	N64 (>=BC@=002)
N23 Z21.5	N65 G90 G54 G00 X-9. Y150.
N24 G01 Z15.8 F62.5	N66 G43 Z27.5 H02 M08
N25 X-139. F500.	N67 G01 Z20.5 F93.75
N26 G00 Z27.5	N68 X15. F750.
N27 X-167.	N69 G00 Z27.5
N28 Z20.8	N70 X-9.
N29 G01 Z14.8 F62.5	N71 Z25.5
N30 X-139. F500.	N72 G01 Z18.5 F93.75
N31 G00 Z27.5	N73 X15. F750.
N32 Z72.5	N74 G00 Z27.5
	N75 X-9.
N33 (>=BC@=001)	N76 Z23.5
N34 X-167. Y50.	N77 G01 Z16.5 F93.75
N35 Z27.5	N78 X15. F750.
N36 G01 Z20.5 F62.5	N79 G00 Z27.5
N37 X-139. F500.	N80 X-9.
N38 G00 Z27.5	N81 Z21.5
N39 X-167.	N82 G01 Z14.5 F93.75
N40 Z25.5	N83 X15. F750.
N41 G01 Z18.5 F62.5	N84 G00 Z27.5

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MP.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ

Арк.

69

N85 X-9.
 N86 Z19.5
 N87 G01 Z14. F93.75
 N88 X15. F750.
 N89 G00 Z27.5
 N90 X-9.
 N91 Z19.
 N92 G01 Z13. F93.75
 N93 X15. F750.
 N94 G00 Z27.5
 N95 Z72.5

 N96 (>=BC@=0O2)
 N97 X-9. Y50.
 N98 Z27.5
 N99 G01 Z20.5 F93.75
 N100 X15. F750.
 N101 G00 Z27.5
 N102 X-9.
 N103 Z25.5
 N104 G01 Z18.5 F93.75
 N105 X15. F750.
 N106 G00 Z27.5
 N107 X-9.
 N108 Z23.5
 N109 G01 Z16.5 F93.75
 N110 X15. F750.
 N111 G00 Z27.5
 N112 X-9.
 N113 Z21.5
 N114 G01 Z14.5 F93.75
 N115 X15. F750.
 N116 G00 Z27.5
 N117 X-9.
 N118 Z19.5
 N119 G01 Z14. F93.75
 N120 X15. F750.
 N121 G00 Z27.5
 N122 X-9.
 N123 Z19.
 N124 G01 Z13. F93.75
 N125 X15. F750.
 N126 G00 Z27.5
 N127 Z72.5 M09
 N128 G91 G28 Z0

N129 (6mm HSS 2FL 12 LOC)
 N130 T01 M06
 N131 S400 M03

 N132 (>=BC@=0O3)
 N133 G90 G54 G00 X27. Y150.
 N134 G43 Z47.5 H01 M08
 N135 G01 Z16. F125.
 N136 X45. F1000.
 N137 G00 Z47.5
 N138 X27.
 N139 Z41.
 N140 G01 Z15. F125.
 N141 X45. F1000.
 N142 G00 Z47.5
 N143 X27.
 N144 Z40.
 N145 G01 Z14.5 F125.
 N146 X45. F1000.
 N147 G00 Z47.5
 N148 X27.
 N149 Z39.5
 N150 G01 Z14. F125.
 N151 X45. F1000.
 N152 G00 Z47.5
 N153 Z72.5

 N154 (>=BC@=0O3)
 N155 X27. Y50.
 N156 Z47.5
 N157 G01 Z16. F125.
 N158 X45. F1000.
 N159 G00 Z47.5
 N160 X27.
 N161 Z41.
 N162 G01 Z15. F125.
 N163 X45. F1000.
 N164 G00 Z47.5
 N165 X27.
 N166 Z40.
 N167 G01 Z14.5 F125.
 N168 X45. F1000.
 N169 G00 Z47.5
 N170 X27.
 N171 Z39.5

N172 G01 Z14. F125.

N173 X45. F1000.

N174 G00 Z47.5

N175 Z72.5

N176 (>=BC@=004)

N177 X-197. Y150.

N178 Z27.5

N179 G01 Z18.5 F125.

N180 X-179. F1000.

N181 G00 Z27.5

N182 X-197.

N183 Z23.5

N184 G01 Z18. F125.

N185 X-179. F1000.

N186 G00 Z27.5

N187 X-197.

N188 Z23.

N189 G01 Z17.5 F125.

N190 X-179. F1000.

N191 G00 Z27.5

N192 Z72.5

N193 (>=BC@=004)

N194 X-197. Y50.

N195 Z27.5

N196 G01 Z18.5 F125.

N197 X-179. F1000.

N198 G00 Z27.5

N199 X-197.

N200 Z23.5

N201 G01 Z18. F125.

N202 X-179. F1000.

N203 G00 Z27.5

N204 X-197.

N205 Z23.

N206 G01 Z17.5 F125.

N207 X-179. F1000.

N208 G00 Z27.5

N209 Z72.5 M09

N210 G91 G28 Z0

N211 G28 X0 Y0

N212 M30

					<i>MP.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						71
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3 ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок сили затиску при обробці деталі

Для розрахунку сили затиску необхідно порахувати режими різання при фрезеруванні кінцевою фрезою $\varnothing 12$ мм.

Вихідні дані для розрахунку:

- діаметр фрезерування $D = 12$ мм;
- за довідниковими даними вибираємо подачу $S = 0,28$ мм/об.

Швидкість різання визначаємо за формулою:

$$V = \frac{C_v^{q \cdot D \cdot K_v}}{T^m \cdot S^y}, \quad (1.1)$$

де $C_v = 420$ – сталий коефіцієнт;

$q = 0,15$ – показник степеня при фрезеруванні;

$y = 0,2$ – показник степеня при подачі;

$m = 0,2$ – показник степеня при стійкості інструменту;

$T = 90$ хв. – період стійкості фрези із швидкорізальної сталі;

K_v - поправочний коефіцієнт, що враховує умови різання,

Визначається за формулою:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}, \quad (1.2)$$

де $K_{mv} = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу деталі;

$K_{uv} = 1,4$ – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту;

$K_{lv} = 1$ – коефіцієнт, що враховує відношення глибини і діаметра фрезерування;

$$K_v = 1 \cdot 1,4 \cdot 1 = 1,4.$$

По формулі (1.1) визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{420 \cdot 0,51}{90^{0,2} \cdot 5,2^{0,15} \cdot 0,28^{0,2}} = 86,99 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Число обертів розраховується по формулі:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (1.3)$$

де $D = 12$ – діаметр оброблюваної поверхні, мм;

$$n = \frac{1000 \cdot 86,99}{3,14 \cdot 12} = 1730,75 \text{ об/хв.}$$

					МР.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Приймається число обертів шпинделя $n = 1700$ об/хв.

Фактична швидкість різання визначається за формулою:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \quad (1.4)$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 12 \cdot 1700}{1000} = 64,06 \text{ м/хв.}$$

Крутний момент $M_{кр}$ і осьова сила різання P_z розраховується по формулах:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^{qm} \cdot S^{ym} \cdot K_p, \quad (1.5)$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot D^{qp} \cdot S^{yp} \cdot K_p, \quad (1.6)$$

де $C_m = 0,0345$ і $C_p = 68$ – сталі коефіцієнти;

$qm = 2$ і $qp = 1$ – показник степеня при діаметрі фрезерування;

$ym = 0,8$ і $yp = 0,7$ – показник степеня при подачі;

K_p – поправочний коефіцієнт, що враховує умови різання,

Визначається за формулою:

$$K_p = K_{mp}, \quad (1.7)$$

де $K_{mp} = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу деталі на силові залежності;

$$K_p = 1.$$

Тоді по формулах (1.5), (1.6) визначаємо крутний момент і силу різання:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 16^2 \cdot 0,28^{0,8} \cdot 1 = 31,89 \text{ Нм};$$

$$P_z = 10 \cdot 68 \cdot 16^1 \cdot 0,28^{0,7} \cdot 1 = 4463,13 \text{ Н.}$$

В результаті дії сили P_z виникає крутний момент $M_{кр.Pz}$, який прагне повернути деталь в призмі. Йому протидіє крутний момент, викликаний силою тертя $F_{тер}$, що виникає на контактних поверхнях деталі з призмою $M_{кр.Fтер}$ (рисунок 4.1).

					МР.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

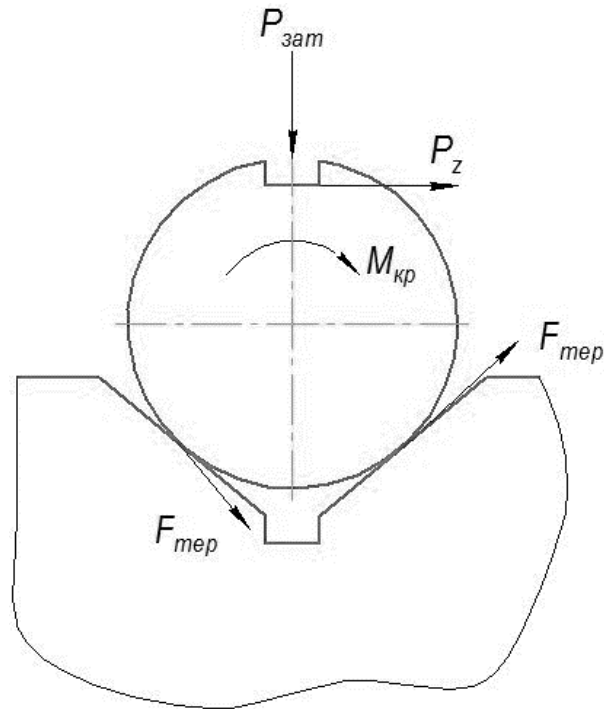


Рисунок 4.1 – Схема дії сил для визначення сили закріплення

Визначаємо крутний момент $M_{кр.Pz}$ за формулою:

$$M_{кр.Pz} = P_z \cdot r = 4463,13 \cdot 0,03 = 133,89 (\text{Н} \cdot \text{м}) \quad (1.8)$$

де: $r = 0,030\text{м}$ – радіус розміщення сили від осі деталі;

$P_z = 133,89\text{ Н}$ – радіальна складова сили різання;

В свою чергу, силу тертя визначаємо з формули:

$$F_{тер} = P_{зат.} \cdot 4S_{конт}, \quad (1.9)$$

де: 8 – кількість призм;

$P_{зат.}$ – сила затиску пневмоциліндра. $P_{зат.} = 9,98\text{ кН}$;

$S_{конт}$ – площа контакту призми із деталлю. $S_{конт} = 40\text{мм}^2$.

$$F_{тер} = 9980 \cdot 8 \cdot 0,04 = 3193,6\text{ Н} \cdot \text{м}^2.$$

Тоді,

$$M_{крF_{тер}} = 4 \cdot F_{тер} \cdot R = 4 \cdot 3193,6 \cdot 0,03 = 383,23 (\text{Н} \cdot \text{м}) \quad (1.10)$$

де: $R = 0,03\text{м}$ – радіус від осі до поверхонь кулачків.

$$M_{крPz} = 133,89 < M_{крF_{тер}} = 383,23$$

Порівнявши значення спостерігаємо що умова працездатності пристрою виконується. Отже пристрій є працездатний.

3.2 Розрахунок слабкої ланки пристрою

В нашому пристрої слабкою ланкою є важіль, який прижимає деталі до призми пристрою (рисунок 4.2). Розрахунок важеля будемо проводити на прогин.

Визначення прогину проводиться за формулою:

$$f = \frac{Q \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I}, \quad (1.11)$$

де Q – прикладене навантаження 9,98 кН;

l – довжина важеля;

E – модуль нормальної пружності сталі, який рівний 211 ГПа;

I – момент інерції.

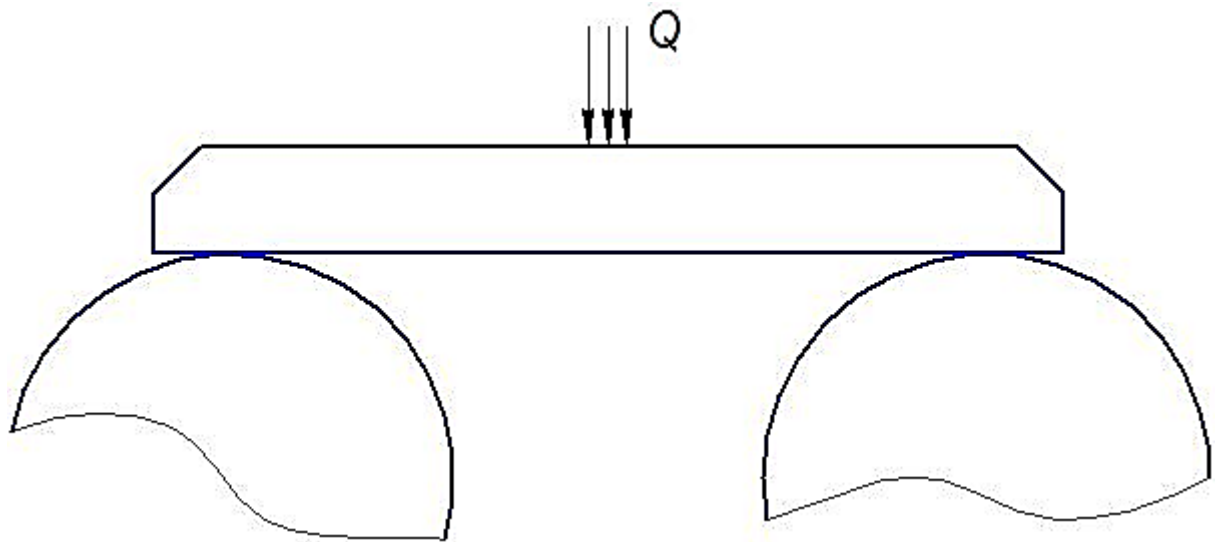


Рисунок 4.2 – Схема дії сили при розрахунку важеля на прогин

Для розрахунку прогину перш за все потрібно розрахувати момент інерції:

$$I = \frac{b \cdot a^3}{12}, \quad (1.12)$$

де b – ширина важеля 40мм;

a – довжина важеля 120мм;

$$I = \frac{0,04 \cdot 0,12^3}{12} = 0,00000576 \text{ м}^3$$

Розрахувавши момент інерції, за формулою 1.11 визначимо прогин важеля:

$$f = \frac{9980 \cdot 0,12^3}{48 \cdot 211 \cdot 10^9 \cdot 0,00000576} = 0,000000295 \text{ м}^3$$

Отже, ми спостерігаємо, що прогин важеля є дуже незначним, а це свідчить про те що прикладене навантаження не зможе його зламати.

3.3 Розрахунок пристрою на точність

Розрахункова формула пристрою на точність має вигляд:

$$T_p = 1,2T_3 - \sqrt{\epsilon_6^2 + \epsilon_3^2 + (\epsilon_{\text{поз}} + \epsilon_{\text{б.ш.}})}$$

де: T_p – точність пристрою;

$T_3 = 0,012$ мм – допуск на розмір 5,2 мм;

ϵ_6 – похибка базування в пристрої;

$\epsilon_3 = 0,11$ мм – похибка закріплення заготовки в пристрої;

Похибка базування в пристрої визначається за формулою:

$$\epsilon_6 = 0,5TD \left(\frac{1}{\sin \alpha} - 1 \right)$$

де $TD = 0,02$ мм – допуск на діаметр вала $\varnothing 60$ мм;

$\sin \alpha$ – кут призми, який рівний 90° ;

Тоді

$$\epsilon_6 = 0,5 \cdot 0,02 \left(\frac{1}{\sin 90} - 1 \right) = 0$$

Похибки позиціювання $\epsilon_{\text{поз.}}$ для верстату Haas VF-2 приймаємо:

$\epsilon_{\text{поз.}} = 0,1$ мм;

похибка радіального биття шпинделя $\epsilon_{\text{б.ш.}} = 0,003$ мм.

Таким чином,

$$T_p = 1,2 \cdot 0,012 - \sqrt{0^2 + 0,11^2 + (0,1 + 0,003)^2} = 0,014 - 0,151 = -0,137 \text{ мм}$$

Розрахункова точність пристрою повністю забезпечує наші вимоги для фрезерної обробки шпонкових пазів [14].

					МР.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської роботи розроблено технологічний процес виготовлення деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24» для умов середньосерійного типу виробництва.

В технологічній частині першим етапом розробки стало загальне ознайомлення та вивчення структури деталі. На основі чого ми здійснили аналіз конструктивних особливостей всіх її поверхонь. Склали теоретичний маршрут обробки деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24».

Наступним кроком обрали обладнання технологічного устаткування для виробництва – токарний центр Haas серії ST-15 та вертикально-фрезерний верстат Haas серії VF-2. Відповідно для кожного з них було обрано різальний інструмент який буде необхідний в процесі обробки. Також на основі їхніх технічних характеристик було створено базу даних обладнання та інструменту в САМ-системі

На етапі моделювання маршрутної технології виготовлення деталі «Вал МР ПМ 629.00.002/24» було створено її 3D-модель, на основі якої здійснювалося моделювання технології обробки в САМ-системі. На цьому етапі було виконано параметричну побудову 3D-моделі, змодельовано технологію обробки з оформленням її маршрутних карт налагодження та створенням керуючих програм для кожної з них.

В конструкторській частині ми розглянути призначення та конструкцію нашого фрезерного пристрою, зробили збірку його 3D-моделі, яку ми використали для моделювання технології обробки фрезерного установу та створення маршрутної карти з керуючою програмою. В дослідницькій частині провели ряд розрахунків стійкості та точності фрезерного пристрою.

Отже, виконання магістерської роботи дало змогу закріпити навички та фахові компетентності отримані в процесі навчання в університеті, які визначатимуть здатність успішно здійснювати професійну та подальшу навчальну діяльність.

					<i>МР.ПМКм-29.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

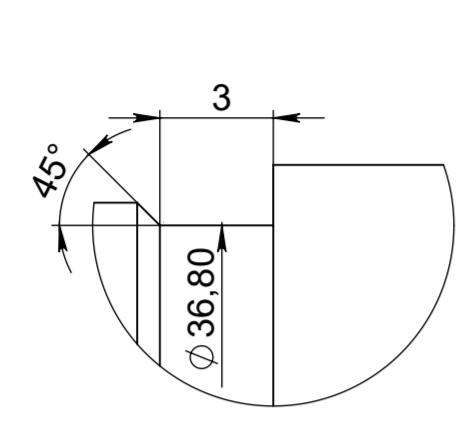
1. Освітньо-професійна програма «Комп'ютеризовані і роботизовані технології машинобудування» другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 131 Прикладна механіка / Робоча група кафедри комп'ютеризованого машинобудування; Вид-во Нац. ун-ту «ІФНТУНГ», 2022 -10 с.
2. Прокат із легованої конструкційної сталі. Технічні умови. ДСТУ 7806:2015 / Є. Буділова; Г. Левченко, д-р техн. наук; Є. Рибалка; Т. Суровцева — Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. — 50 с.
3. Практичне проектування і конструювання деталей машин : навч. посіб. / В. О. Малащенко, В. М. Стрілець, М. М. Козяр, О. Р. Стрілець. – Рівне : НУВГП, 2020. – 146 с.
4. Бучинський М. Я., Горик О. В., Чернявський А. М., Яхін С. В. Основи творення машин / [за ред. О. В. Горика (д. т. н., проф., засл. прац. нар. освіти України)]. — Харків : Вид-во «НТМТ», 2017. — 448 с.
5. Токарний центр Haas серії ST-15 [Електронний ресурс]. – URL: <https://www.haascnc.com/uk/machines/lathes/st/models/standard/st-15.html>
6. Вертикально-фрезерний верстат Haas серії VF-2 [Електронний ресурс]. – URL: <https://www.haascnc.com/uk/owners/pre-install-guide/mills-pre-install/VF-2.html>
7. Смаглюк // Інформаційні технології в освіті, техніці та промисловості : зб. тез доп. ; II всеукр. наук.-практ. конф. молод. учених студ. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2015. – С. 149-150.
8. Sandvik Coromant. Turning tools [Електронний ресурс]. – URL: <https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/tools/turning-tools>
9. Борушак, Л. О. Різальний інструмент [Текст] : навч. посібник / Л. О. Борушак, В. Г. Панчук. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2021. – 205 с. – (Каф. комп'ютерного машинобудування).

					<i>МР.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

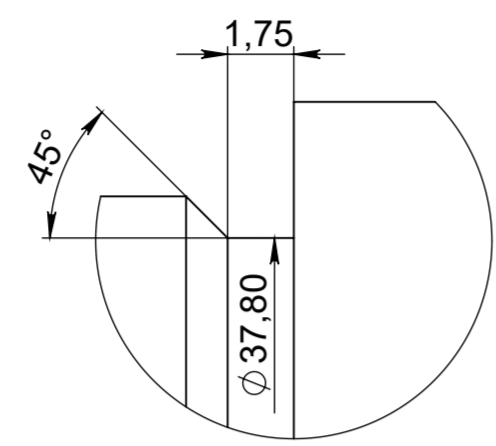
10. Твердотільне параметричне моделювання : курс лекцій / Ю. В. Булік, О. В. Замуруєва, А. М. Коровицький, Н. В. Ольхова. – Луцьк, 2017. – 58 с.
11. Hans B. Kief, Helmut A. Roschiwal. CNC-Handbuch 2013/14. — München: Carl Hanser Verlag, 2013. — 648 pp. Електронний ресурс https://drive.google.com/file/d/1bukNmN0XUUBp46lSsLSc2X7FP8h6Ie0u/view?usp=drive_link
12. Косма М., Витвицький В., Борушак Л., Корнута В. Програмування верстатів з ЧПК. Івано-Франківськ : Фоліант, 2022. 124 с. Електронний ресурс https://drive.google.com/file/d/1fpojHhykf6pzIfj7EiR6UuI8YOjqShpX/view?usp=drive_link
13. Іващенко В. Т. Розрахунок і конструювання деталей машин [Текст] : навч. посіб. / В. Т. Іващенко, В. М. Сенчішак. – Івано-Франківськ : Нова Зоря, 2013. – 808 с.
14. Гурняк, Л. І. Опір матеріалів [Текст] : навч. посіб. / Л. І. Гурняк, Ю. В. Гуцуляк, Т. Б. Юзьків. – Львів : Новий світ-2000, 2019. – 363 с.
15. Панчук В. Г., Карпик Р. Т., Пітулей Л. Д., Лукань Т. В., Панчук А. Г. П - 14. Магістерська робота: методичні вказівки. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2018.- 35 с.

					<i>MP.ПМКМ-29.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

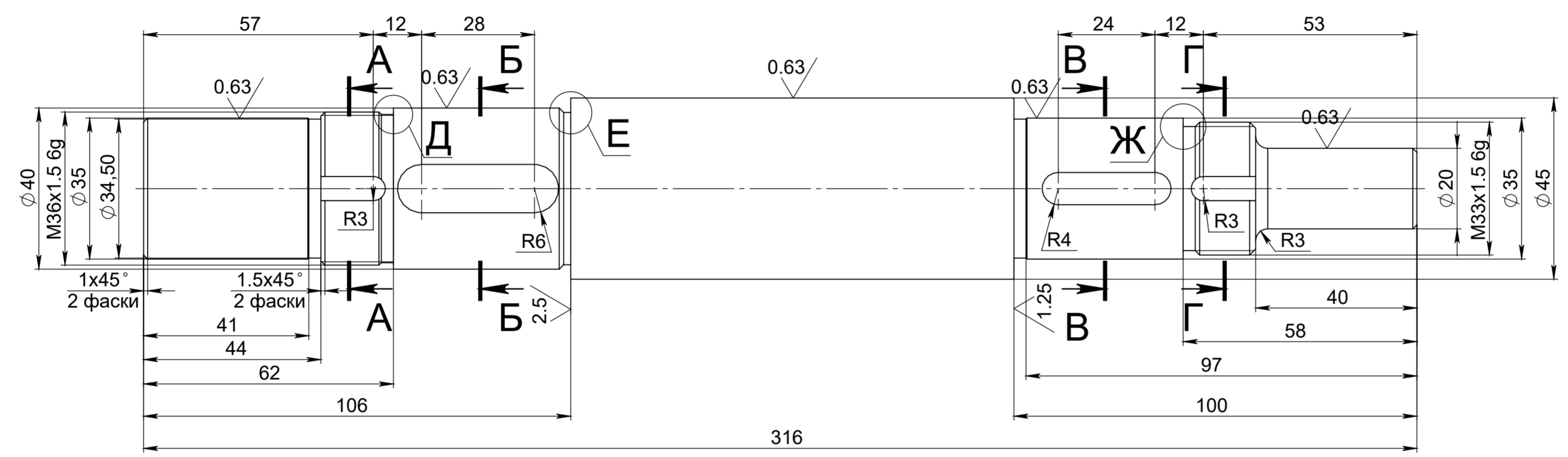
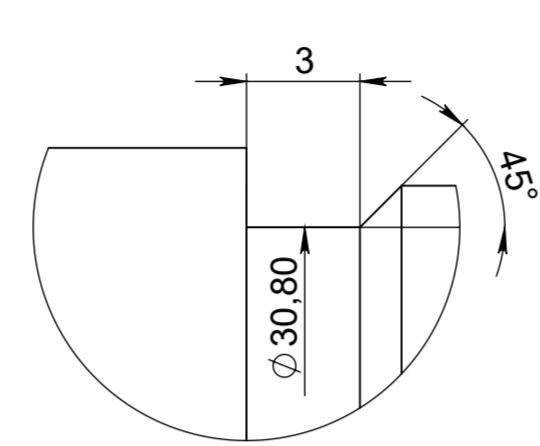
Д (5 : 1)



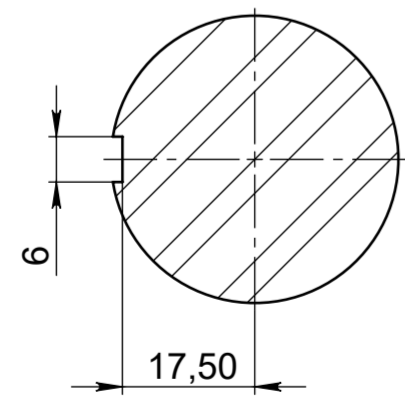
Е (5 : 1)



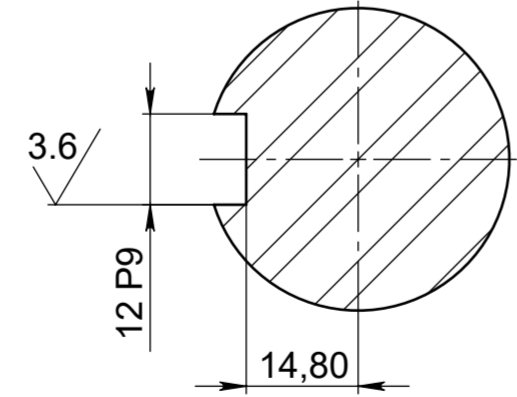
Ж (5 : 1)



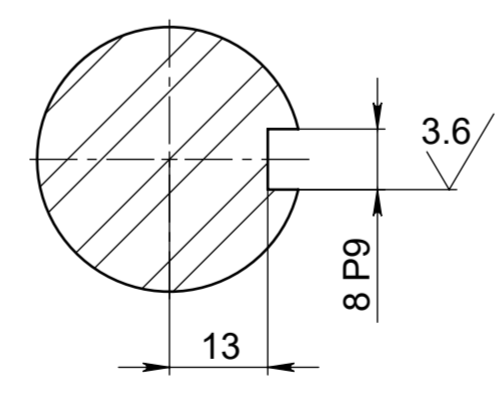
А-А



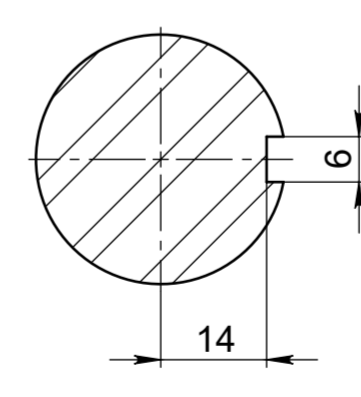
Б-Б



В-В



Г-Г

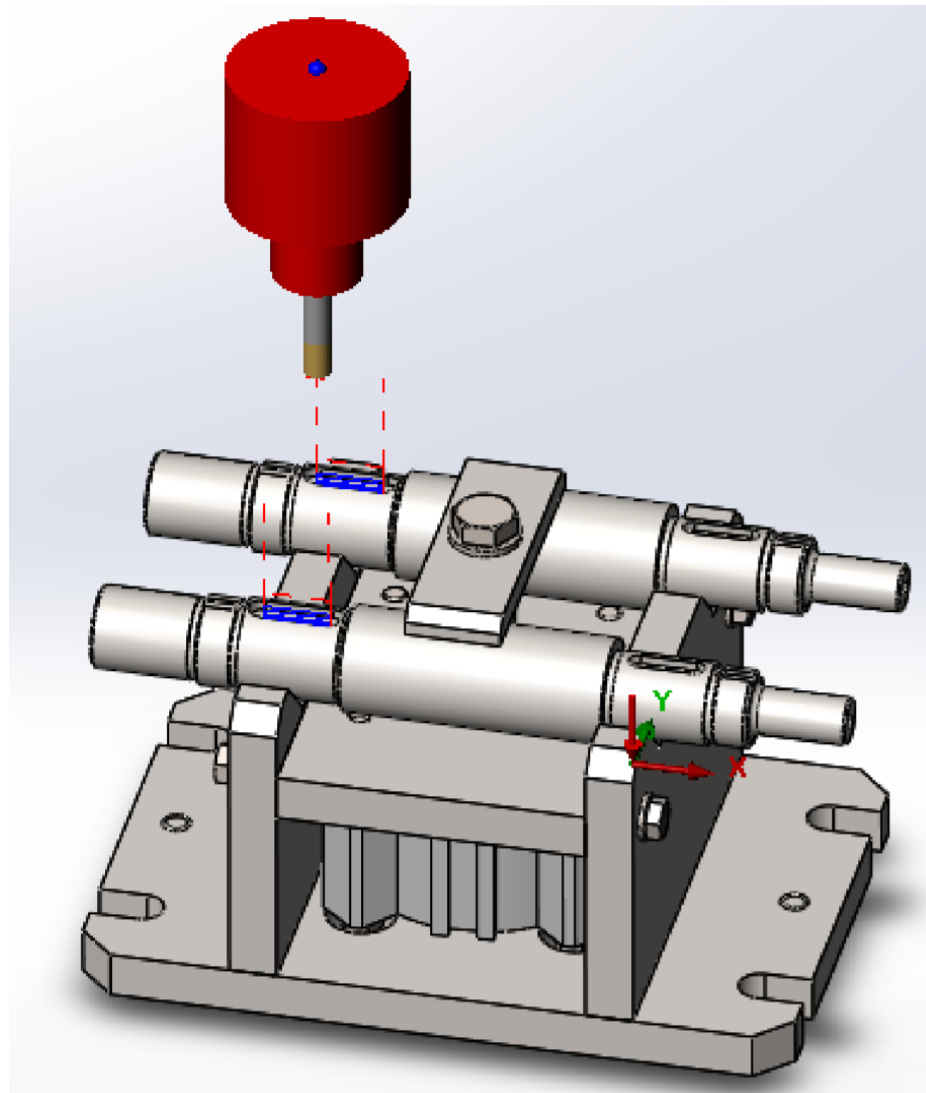


1. Відхилення від циліндричності поверхонь не більше 0.01-0.03
2. Гострі кромки притупити
3. H14, h14, ± IT14/2

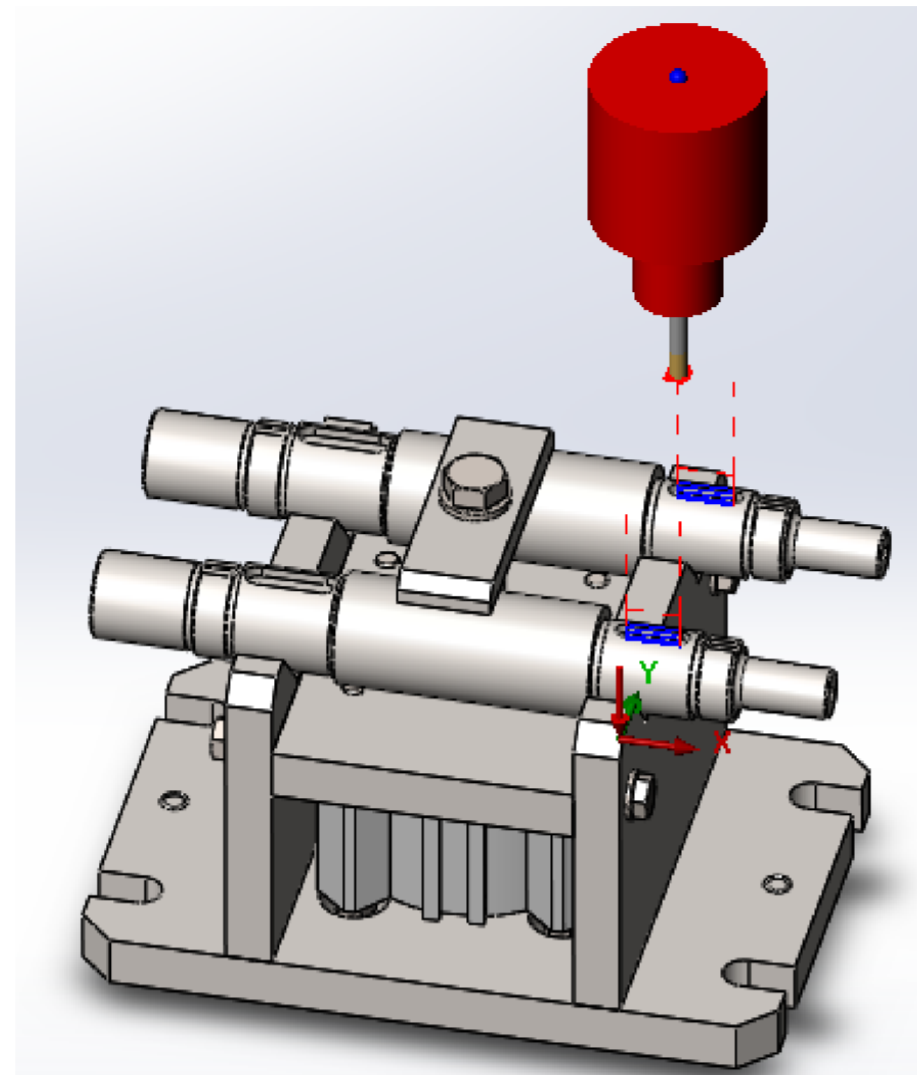
MP.ПМКМ-29.00.00.000				Літ.	Маса	Масштаб
Вал MP ПМ 629.00.002/24						1:1
Зм. Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Арк.	Аркушів	
Розробив	Грицак Р.І.					
Перевірив	Панчук А.Г.					
Т. контр.						
Н. контр.						
Затв.	Панчук В.Г.					
Сталь 40X ДСТУ 7806:2015				ІФНТУНГ ПМКМ-23-1		

Операція 020- Установ 1 - Фрезерна з ЧПК. Траєкторії переміщення інструментів

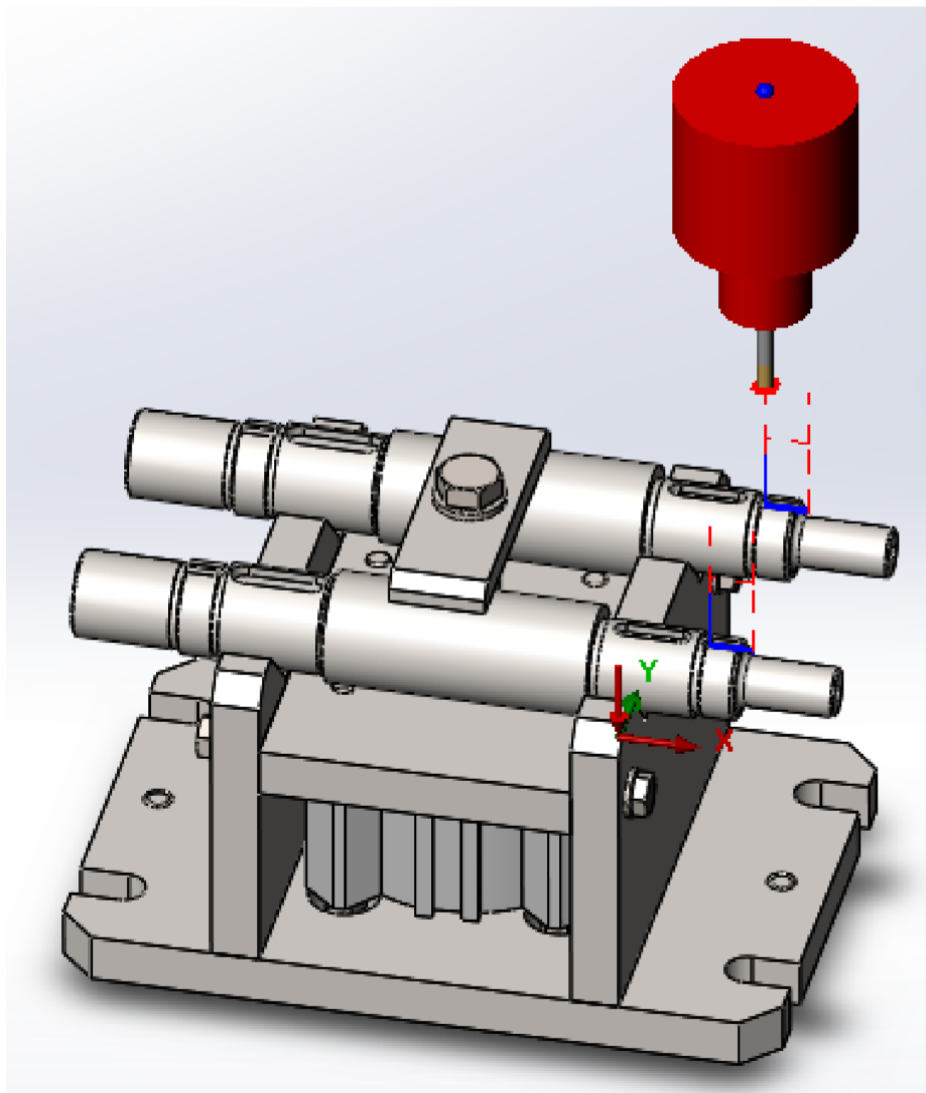
Керуюча програма обробки



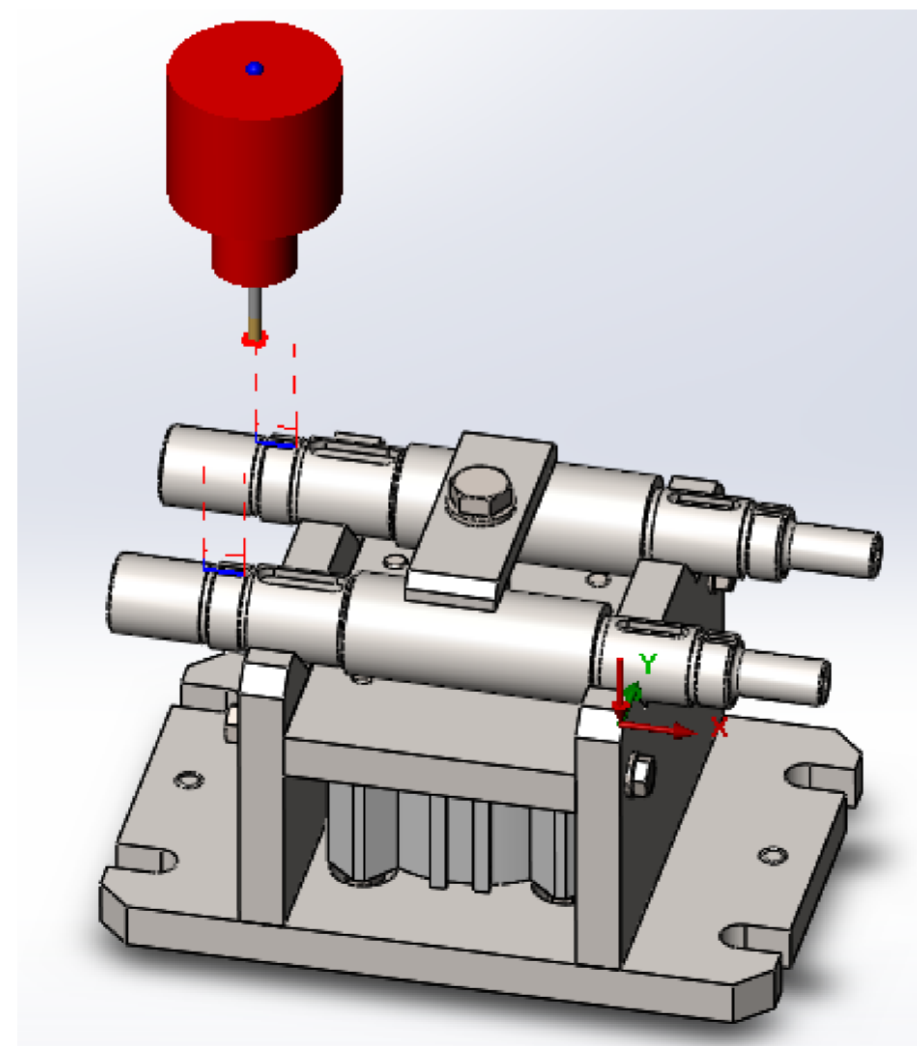
а



б



в



г

а,б,в,г-фрезерування шпонкових пазів;

```

O0001
N1 G21
N2 (12mm HSS 2FL 16 LOC)
N3 G91 G28 X0 Y0 Z0
N4 T03 M06
N5 S200 M03

N6 (>=BC@=001)
N7 G90 G54 G00 X-167. Y150.
N8 G43 Z27.5 H03 M08
N9 G01 Z20.5 F62.5
N10 G17 X-139. F500.
N11 G00 Z27.5
N12 X-167.
N13 Z25.5
N14 G01 Z18.5 F62.5
N15 X-139. F500.
N16 G00 Z27.5
N17 X-167.
N18 Z23.5
N19 G01 Z16.5 F62.5
N20 X-139. F500.
N21 G00 Z27.5
N22 X-167.
N23 Z21.5
N24 G01 Z15.8 F62.5
N25 X-139. F500.
N26 G00 Z27.5
N27 X-167.
N28 Z20.8
N29 G01 Z14.8 F62.5
N30 X-139. F500.
N31 G00 Z27.5
N32 Z72.5

N33 (>=BC@=001)
N34 X-167. Y50.
N35 Z27.5
N36 G01 Z20.5 F62.5
N37 X-139. F500.
N38 G00 Z27.5
N39 X-167.
N40 Z25.5
N41 G01 Z18.5 F62.5
N42 X-139. F500.
N43 G00 Z27.5
N44 X-167.
N45 Z23.5
N46 G01 Z16.5 F62.5
N47 X-139. F500.
N48 G00 Z27.5
N49 X-167.
N50 Z21.5
N51 G01 Z15.8 F62.5
N52 X-139. F500.
N53 G00 Z27.5
N54 X-167.
N55 Z20.8
N56 G01 Z14.8 F62.5
N57 X-139. F500.
N58 G00 Z27.5
N59 Z72.5 M09
N60 G91 G28 Z0
N61 (8mm HSS 2FL 12 LOC)
N62 T02 M06
N63 S300 M03
N64 (>=BC@=002)
N65 G90 G54 G00 X-9. Y150.
N66 G43 Z27.5 H02 M08

N67 G01 Z20.5 F93.75
N68 X15. F750.
N69 G00 Z27.5
N70 X-9.
N71 Z25.5
N72 G01 Z18.5 F93.75
N73 X15. F750.
N74 G00 Z27.5
N75 X-9.
N76 Z23.5
N77 G01 Z16.5 F93.75
N78 X15. F750.
N79 G00 Z27.5
N80 X-9.
N81 Z21.5
N82 G01 Z14.5 F93.75
N83 X15. F750.
N84 G00 Z27.5
N85 X-9.
N86 Z19.5
N87 G01 Z14. F93.75
N88 X15. F750.
N89 G00 Z27.5
N90 X-9.
N91 Z19.
N92 G01 Z13. F93.75
N93 X15. F750.
N94 G00 Z27.5
N95 Z72.5

N96 (>=BC@=002)
N97 X-9. Y50.
N98 Z27.5
N99 G01 Z20.5 F93.75
N100 X15. F750.
N101 G00 Z27.5
N102 X-9.
N103 Z25.5
N104 G01 Z18.5 F93.75
N105 X15. F750.
N106 G00 Z27.5
N107 X-9.
N108 Z23.5
N109 G01 Z16.5 F93.75
N110 X15. F750.
N111 G00 Z27.5
N112 X-9.
N113 Z21.5
N114 G01 Z14.5 F93.75
N115 X15. F750.
N116 G00 Z27.5
N117 X-9.
N118 Z19.5
N119 G01 Z14. F93.75
N120 X15. F750.
N121 G00 Z27.5
N122 X-9.
N123 Z19.
N124 G01 Z13. F93.75
N125 X15. F750.
N126 G00 Z27.5
N127 Z72.5 M09
N128 G91 G28 Z0
N129 (6mm HSS 2FL 12 LOC)
N130 T01 M06
N131 S400 M03
N132 (>=BC@=003)
N133 G90 G54 G00 X27. Y150.
N134 G43 Z47.5 H01 M08

N135 G01 Z16. F125.
N136 X45. F1000.
N137 G00 Z47.5
N138 X27.
N139 Z41.
N140 G01 Z15. F125.
N141 X45. F1000.
N142 G00 Z47.5
N143 X27.
N144 Z40.
N145 G01 Z14.5 F125.
N146 X45. F1000.
N147 G00 Z47.5
N148 X27.
N149 Z39.5
N150 G01 Z14. F125.
N151 X45. F1000.
N152 G00 Z47.5
N153 Z72.5

N154 (>=BC@=003)
N155 X27. Y50.
N156 Z47.5
N157 G01 Z16. F125.
N158 X45. F1000.
N159 G00 Z47.5
N160 X27.
N161 Z41.
N162 G01 Z15. F125.
N163 X45. F1000.
N164 G00 Z47.5
N165 X27.
N166 Z40.
N167 G01 Z14.5 F125.
N168 X45. F1000.
N169 G00 Z47.5
N170 X27.
N171 Z39.5
N172 G01 Z14. F125.
N173 X45. F1000.
N174 G00 Z47.5
N175 Z72.5

N176 (>=BC@=004)
N177 X-197. Y150.
N178 Z27.5
N179 G01 Z18.5 F125.
N180 X-179. F1000.
N181 G00 Z27.5
N182 X-197.
N183 Z23.5
N184 G01 Z18. F125.
N185 X-179. F1000.
N186 G00 Z27.5
N187 X-197.
N188 Z23.
N189 G01 Z17.5 F125.
N190 X-179. F1000.
N191 G00 Z27.5
N192 Z72.5

N193 (>=BC@=004)
N194 X-197. Y50.
N195 Z27.5
N196 G01 Z18.5 F125.
N197 X-179. F1000.
N198 G00 Z27.5
N199 X-197.
N200 Z23.5

N201 G01 Z18. F125.
N202 X-179. F1000.
N203 G00 Z27.5
N204 X-197.
N205 Z23.
N206 G01 Z17.5 F125.
N207 X-179. F1000.
N208 G00 Z27.5
N209 Z72.5 M09
N210 G91 G28 Z0
N211 G28 X0 Y0
N212 M30
    
```

Зм. Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розробив	Грицак Р.І.		
Перевірив	Панчук А.Г.		
Т. контр.			
Н. контр.			
Затв.	Панчук В.Г.		

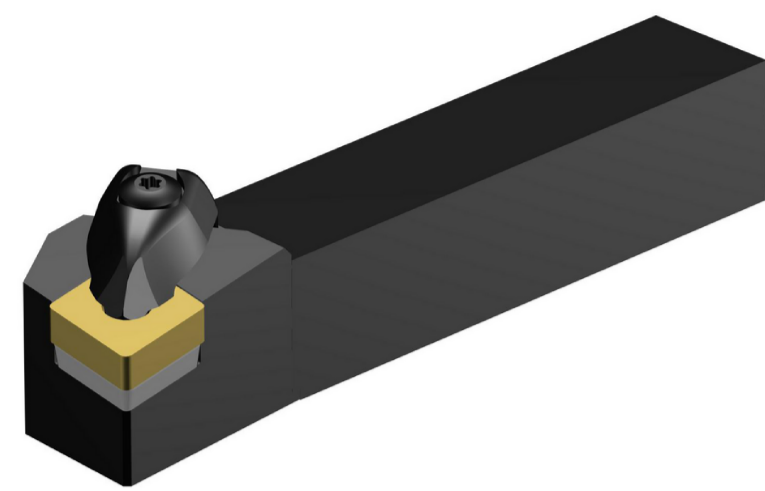
MP.PMKM-29.00.00.000

Карта налагодження фрезерної операції

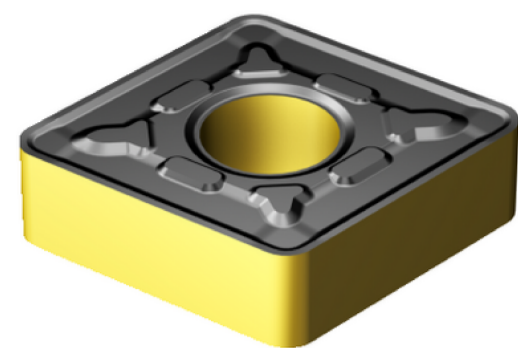
Літ.	Маса	Масштаб
Арк.	Аркушів	
ІФНТУНГ ПМКМ-23-1		

Токарний різальний інструмент

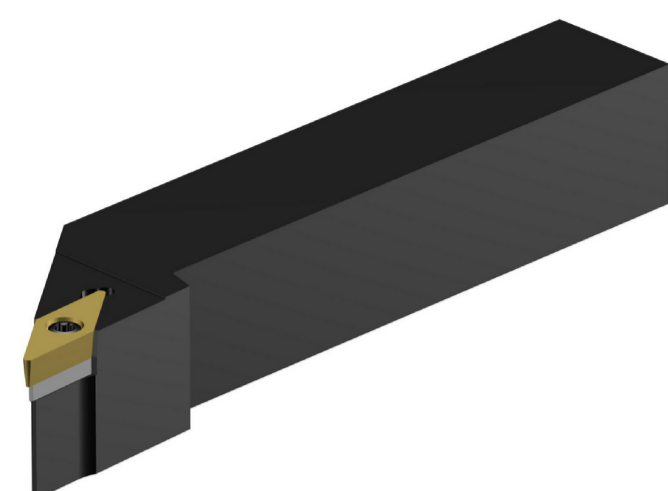
Різець
DCLNR 2525M



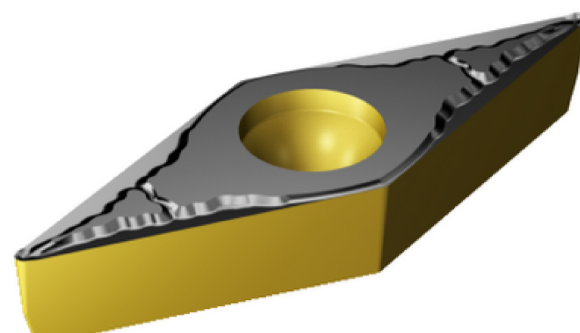
Пластина
CNMG 19 06 08-PR



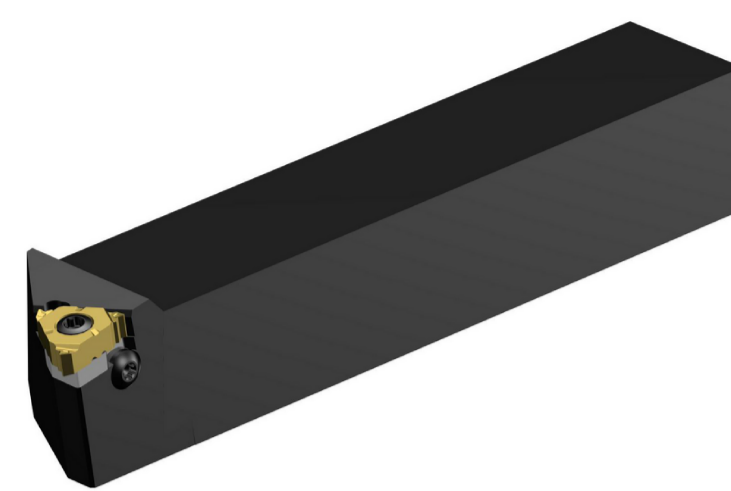
Різець
SVJBR 2525M



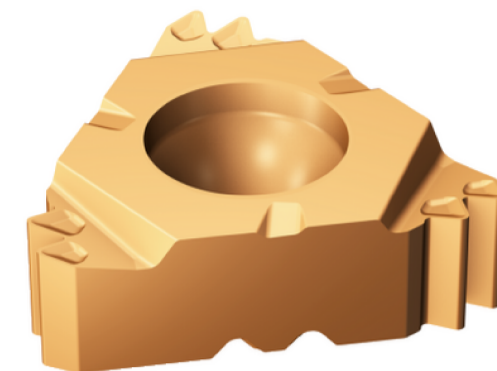
Пластина
VBMT 16 04 08-PM



Різець
266RFA-2525



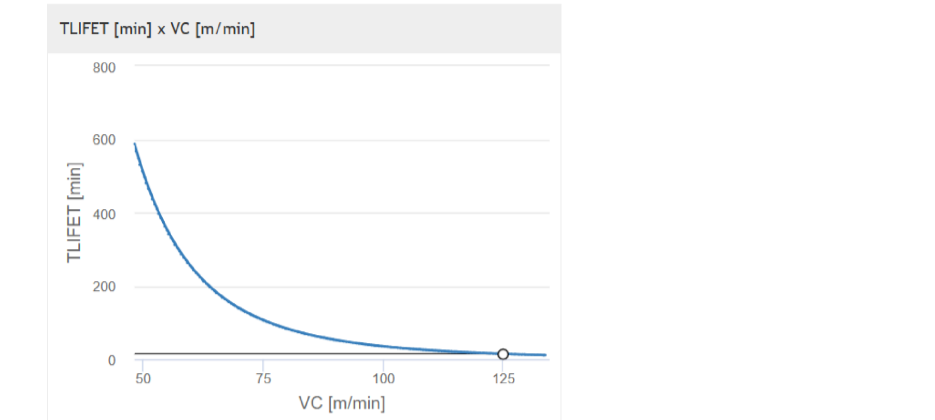
Пластина
266RG-16MM02A150M



Технічні характеристики пластини

VC [m/min] CUTTING SPEED	TLIFESCL [m] TOOL LIFE SPIRAL CUTTING LENGTH	TLIFET [min] TOOL LIFE TIME	COST [%] COST PER FEATURE
125	14191.3	15	100

TMF [s] MACHINING TIME	TLIFEC [Threads] TOOL LIFE COUNT
8.58	119



P a_p 0.89 mm
пар 4
 v_c 160 m/min

Технічні характеристики різця

Кут ріжучої кромки інструменту (KAPR_1)	95°
Кут випередження (PSIR)	-5°
Код типу затиску (MTP)	затискач на верхній частині вставки та в отвір
Тип вставки (CUTINT_MASTER)	CNMG 190612
Підключення на стороні машини (ADINTMS)	Прямокутний хвостовик - метрика: 25 x 25
Максимальний кут нахилу (RMPX)	0°
Кут сторони заготовки (BAWS)	0°
Кут сторони машини (BAMS)	0°
Максимальний зовнішній діаметр (OHX)	43.7 mm
Рука (HAND)	правильно
Стиль входу охолоджуючої рідини (CNISC)	без входу теплоносія
Стиль виходу охолоджуючої рідини (CXISC)	немає виходу теплоносія
Ширина хвостовика (B)	25 mm
Висота хвостовика (H)	25 mm
Функціональна довжина (LF)	150 mm

Технічні характеристики різця

Кут ріжучої кромки інструменту (KAPR_1)	93°
Кут випередження (PSIR)	-3°
Код типу затиску (MTP)	затискач з гвинтовим отвором
Тип вставки (CUTINT_MASTER)	VBMT 160408/ VCMT 160408
Підключення на стороні машини (ADINTMS)	Прямокутний хвостовик - метрика: 25 x 25
Максимальний кут нахилу (RMPX)	50°
Кут сторони заготовки (BAWS)	0°
Кут сторони машини (BAMS)	0°
Максимальний зовнішній діаметр (OHX)	31.5 mm
Рука (HAND)	правильно
Стиль входу охолоджуючої рідини (CNISC)	без входу теплоносія
Стиль виходу охолоджуючої рідини (CXISC)	немає виходу теплоносія
Ширина хвостовика (B)	25 mm
Висота хвостовика (H)	25 mm
Функціональна довжина (LF)	150 mm

Технічні характеристики різця

Код типу затиску (MTP)	затискач з гвинтовим отвором
Тип вставки (CUTINT_MASTER)	SogoThread - зовнішній розмір 16 (266.RG-16)
Кут осевого зазору (ALP)	-10°
Кут корекції спіралі нитки (THCA)	1°
Підключення на стороні машини (ADINTMS)	Прямокутний хвостовик - метрика: 25 x 25
Кут сторони машини (BAMS)	0°
Максимальний зовнішній діаметр (OHX)	22.2 mm
Рука (HAND)	правильно
Стиль входу охолоджуючої рідини (CNISC)	без входу теплоносія
Ширина хвостовика (B)	25 mm
Висота хвостовика (H)	25 mm
Функціональна довжина (LF)	150 mm

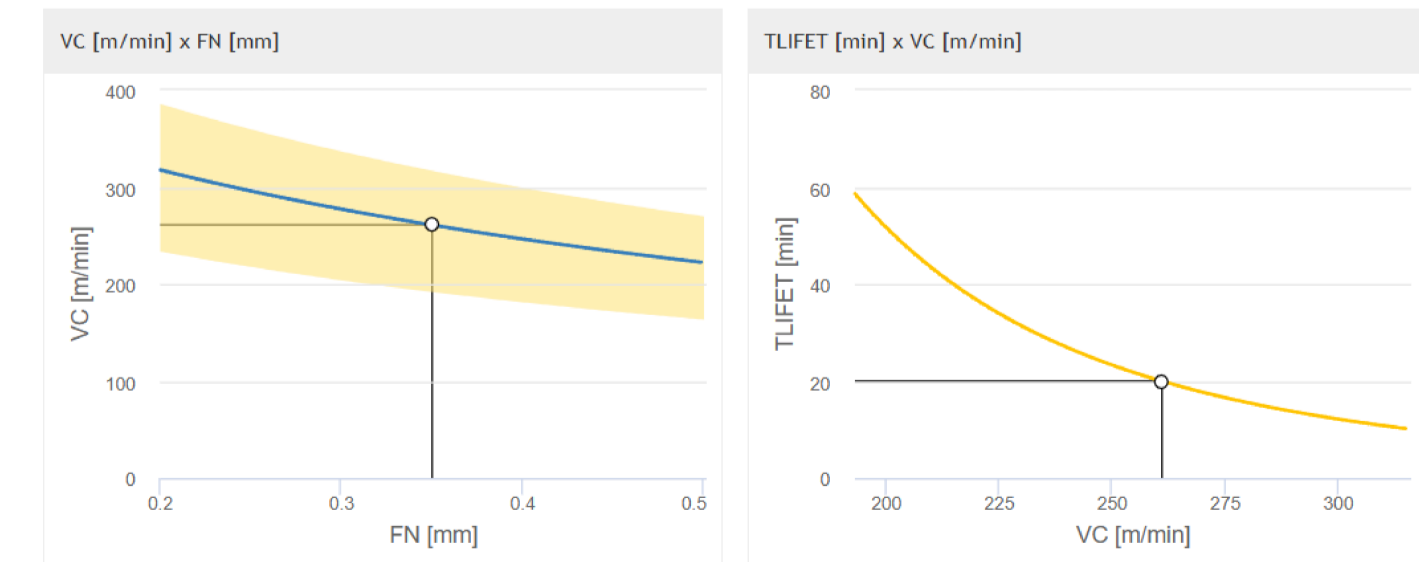
Матеріал(и) заготовки (TMC150)	P M K H C
Стружколом (CBMD)	A
Форма потоку (THFT)	M (Метрика 60°)
Стандартний номер (STAND_1)	ISO 965-1998
Тип потоку (TTP)	зовнішній
Крок різби (TR)	1.5 mm
Тип профілю різби (TRT)	повний профіль
Кількість зубів (NT)	2
Клас допуску різби (TCTR)	IT 6
Теоретична висота різби (HA)	1.12 mm
Перепад висоти різби (HB)	0.22 mm
Профільна відстань ex (PDX)	2.2 mm
Профільна відстань ey (PDY)	1.42 mm

Технічні характеристики пластини

Матеріал(и) заготовки (TMC150)	P K
Стружколом (CBMD)	PR
Тип операції (CTPT)	чорнова обробка
Вставка код типу монтажу (FIS)	Циліндричний криповий отвір
Діаметр крипового отвору (D1)	7.925 mm
Вставка розмір і форми (CUTINT_SIZESHAPE)	CN1906
Передовий підрахунок (CEDC)	4
Діаметр описаного кола (IC)	19.05 mm
Вставка код форми (SC)	Ромбичний 80
Ефективна довжина ріжучої кромки (LE)	18.5439 mm
Радіус кута (RE)	0.7938 mm
Рука (HAND)	Нейтральний
Оцінка (GRADE)	4425
Підкладка (SUBSTRATE)	HC
Покриття (COATING)	CVD TiCN-Al2O3-TiN
Товщина вставки (S)	6.35 mm

FN [mm] FEED PER REVOLUTION	VC [m/min] CUTTING SPEED	HEX [mm] MAXIMUM CHIP THICKNESS	TLIFET [min] TOOL LIFE TIME
0.35	261	0.35	20

TLIFESCL [m] TOOL LIFE SPIRAL CUTTING LENGTH	COST [%] COST PER FEATURE	TMF [mins] MACHINING TIME	TLIFEC [Features] TOOL LIFE COUNT
5218.2	100	1:32	13.3

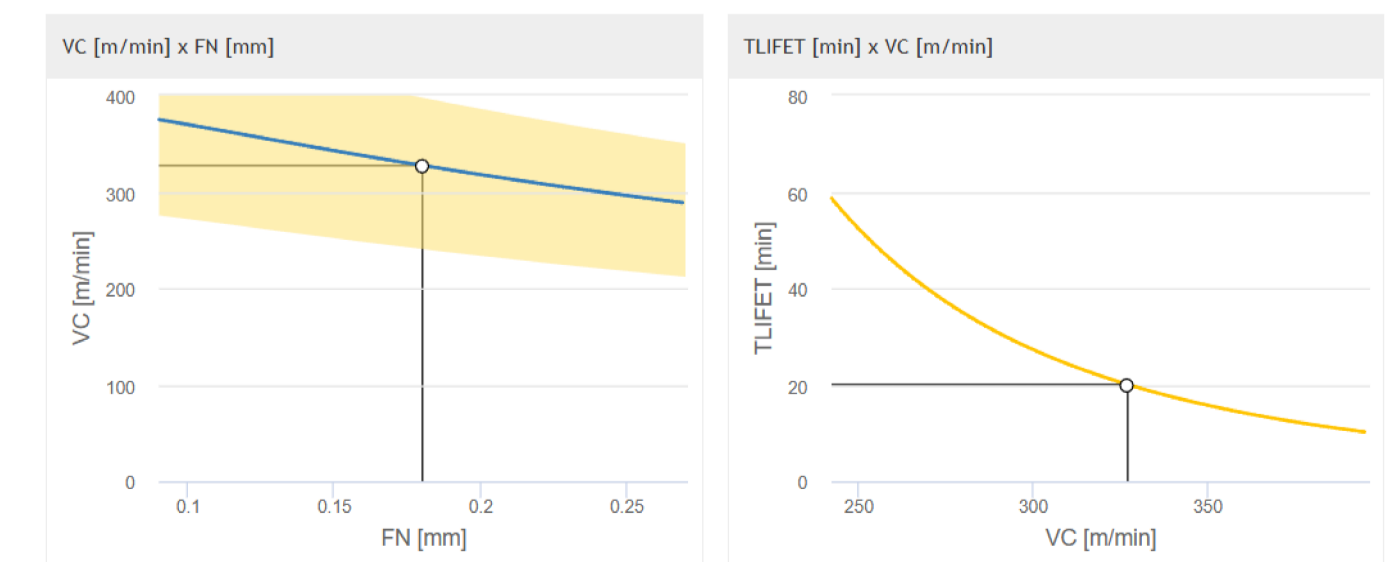


Технічні характеристики пластини

Матеріал(и) заготовки (TMC150)	P K
Стружколом (CBMD)	PR
Тип операції (CTPT)	поверхнева обробка з вимогою до поверхні
Вставка код типу монтажу (FIS)	Частково циліндричний, зенірування 40-60 градусів з одного або двох сторін
Діаметр крипового отвору (D1)	4.4 mm
Вставка розмір і форми (CUTINT_SIZESHAPE)	VB1604
Передовий підрахунок (CEDC)	2
Діаметр описаного кола (IC)	9.525 mm
Вставка код форми (SC)	Ромбична 35
Ефективна довжина ріжучої кромки (LE)	15.8063 mm
Радіус кута (RE)	0.7938 mm
Рука (HAND)	Нейтральний
Оцінка (GRADE)	4425
Підкладка (SUBSTRATE)	HC
Покриття (COATING)	CVD TiCN-Al2O3-TiN
Товщина вставки (S)	4.7625 mm

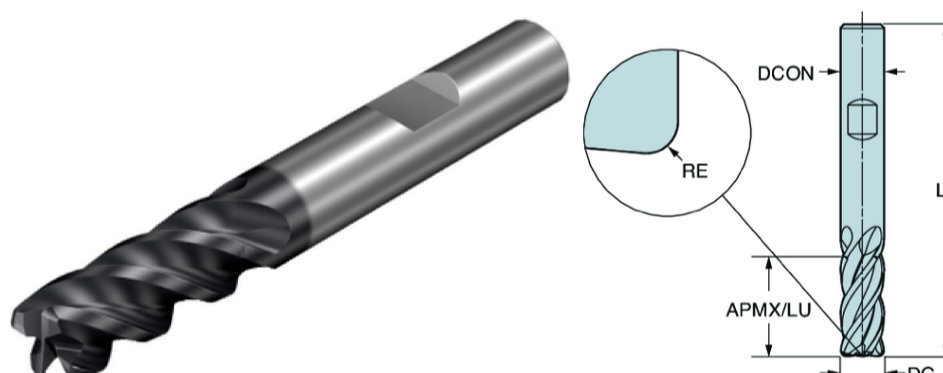
FN [mm] FEED PER REVOLUTION	VC [m/min] CUTTING SPEED	HEX [mm] MAXIMUM CHIP THICKNESS	TLIFET [min] TOOL LIFE TIME
0.18	327	0.18	20

TLIFESCL [m] TOOL LIFE SPIRAL CUTTING LENGTH	COST [%] COST PER FEATURE	TMF [mins] MACHINING TIME	TLIFEC [Features] TOOL LIFE COUNT
6544.78	100	1:33	13.2

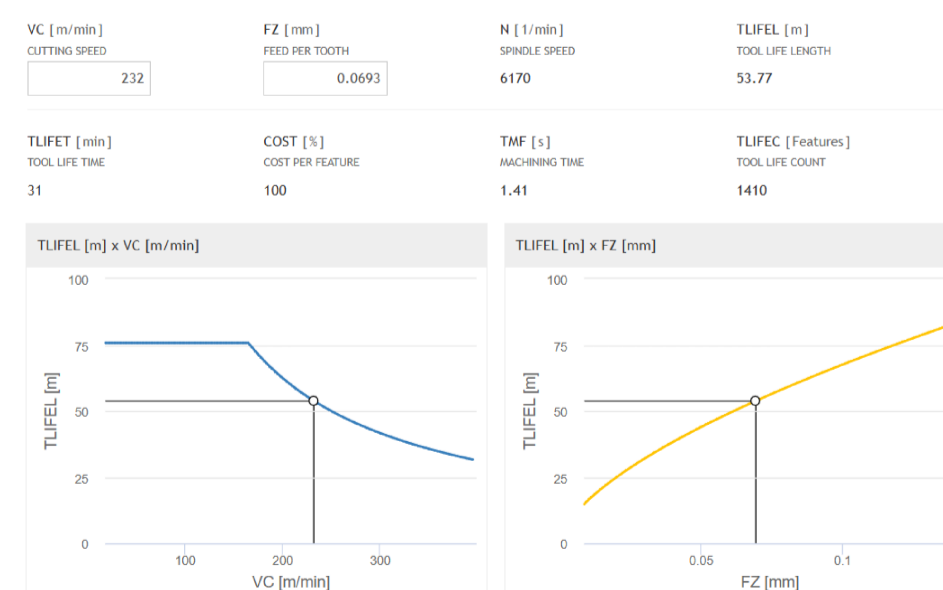


Фрезерний різальний інструмент

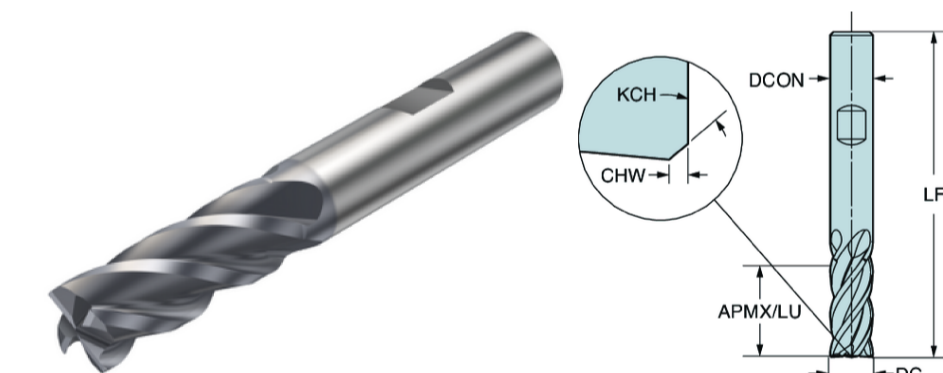
Фреза 12мм
2S342-1200-PB P2BM



Матеріал(и) заготовки (TMC150)	P K
Діаметр різання (DC)	12 mm
Кут ріжучої кромки інструменту (KAPR)	90°
Діаметр різання класу допуску (TCDC)	h10
Діаметр торця різання (DCF)	11 mm
Радіус кута (RE)	0.5 mm
Максимальна глибина пропилу (APMX_FF)	29 mm
Максимальна глибина пропилу (APMX_FFW)	29 mm
Максимальна глибина пропилу (APMX_FW)	26 mm
Можливість різання по центру (CCC)	так
Коронна довжина (L1)	29 mm
Периферійна ефективна кількість ріжучих кромок (ZEFP)	4



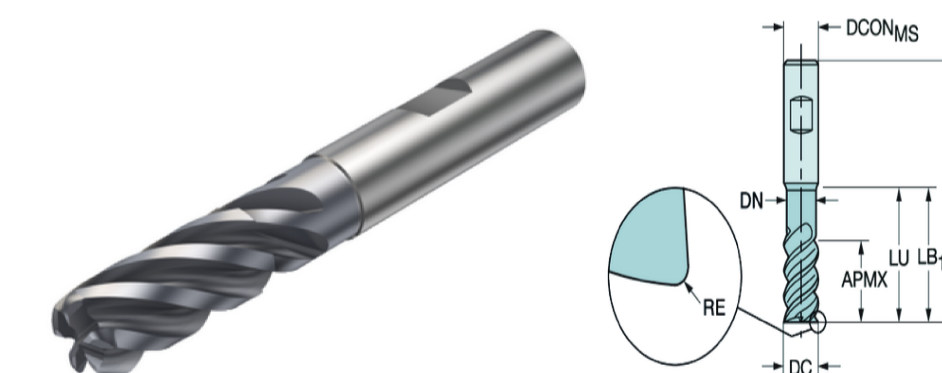
Фреза 8мм
2P342-0800-PB P2BM



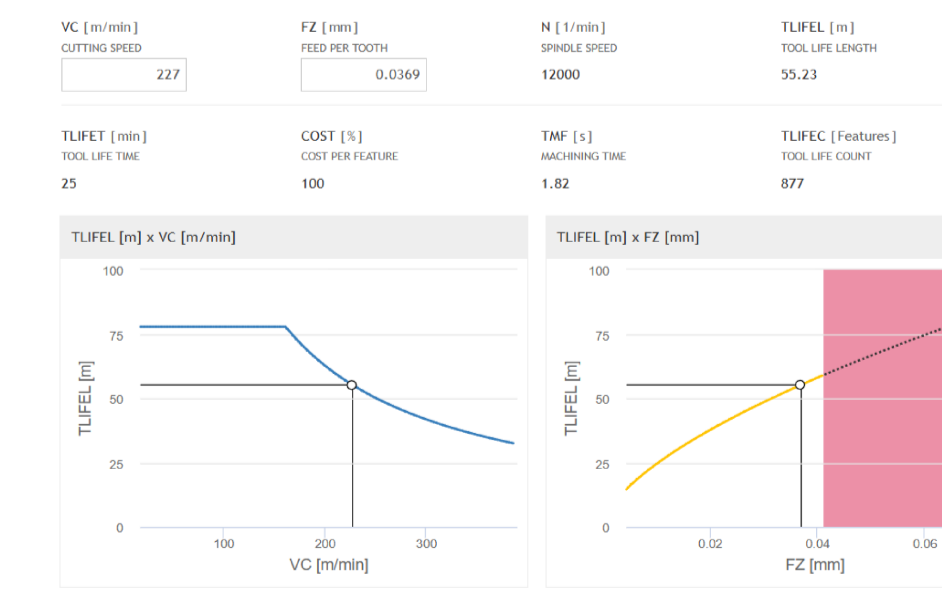
Матеріал(и) заготовки (TMC150)	P K
Діаметр різання (DC)	8 mm
Кут ріжучої кромки інструменту (KAPR)	90°
Діаметр різання класу допуску (TCDC)	h10
Діаметр торця різання (DCF)	7.8 mm
Кутлова фаска (KCH)	45°
Ширинна кутлова фаски (CHW)	0.3 mm
Максимальна глибина пропилу (APMX_FF)	18 mm
Максимальна глибина пропилу (APMX_FFW)	18 mm
Максимальна глибина пропилу (APMX_FW)	13 mm
Можливість різання по центру (CCC)	так
Коронна довжина (L1)	18 mm
Периферійна ефективна кількість ріжучих кромок (ZEFP)	4



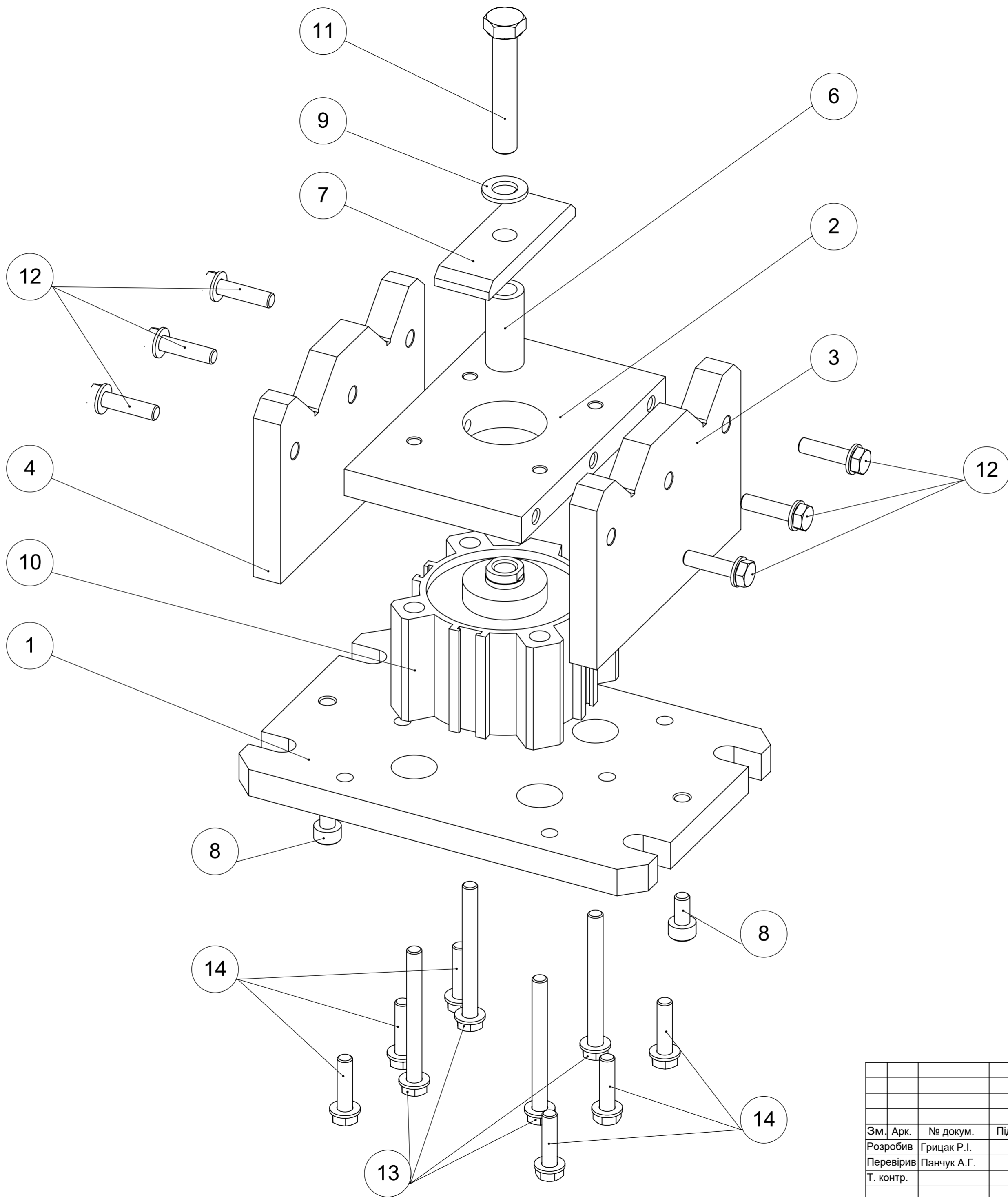
Фреза 6мм
2F342-0600-PD P2BM



Матеріал(и) заготовки (TMC150)	P K
Діаметр різання (DC)	6 mm
Кут ріжучої кромки інструменту (KAPR)	90°
Діаметр різання класу допуску (TCDC)	h10
Діаметр торця різання (DCF)	5 mm
Радіус кута (RE)	0.5 mm
Максимальна глибина пропилу (APMX_FF)	13 mm
Максимальна глибина пропилу (APMX_FFW)	13 mm
Максимальна глибина пропилу (APMX_FW)	13 mm
Коронна довжина (L1)	20 mm
Периферійна ефективна кількість ріжучих кромок (ZEFP)	5



MP.PMKM-29.00.00.000				
Зм.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата
Розробив	Грицак Р.І.			
Перевірив	Панчук А.Г.			
Т. контр.				
Н. контр.				
Зав.	Панчук В.Г.			
Різальний інструмент		Літ.	Маса	Масштаб
		Арк.	Аркушів	
		ІФНТУНГ ПМКМ-23-1		

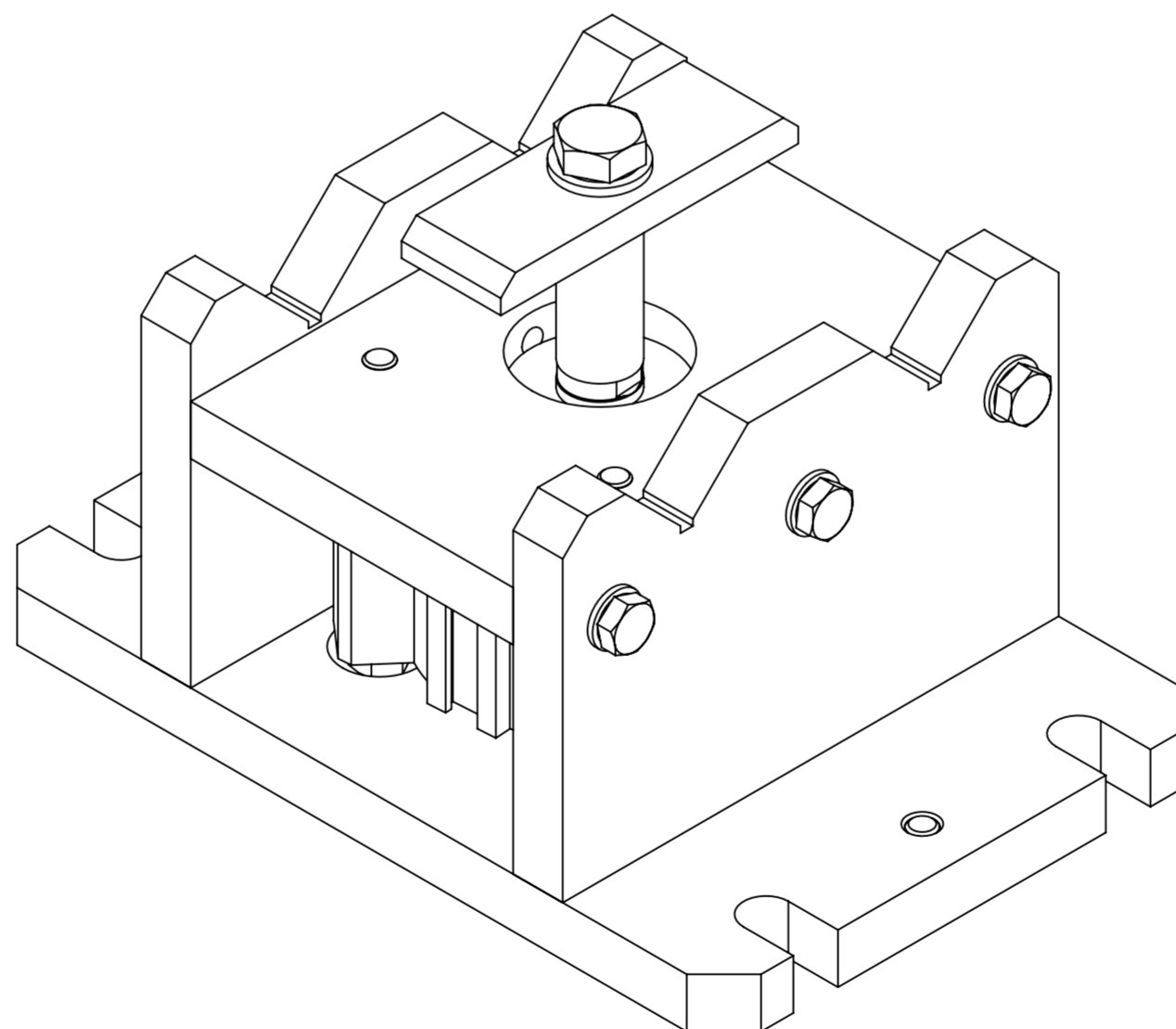
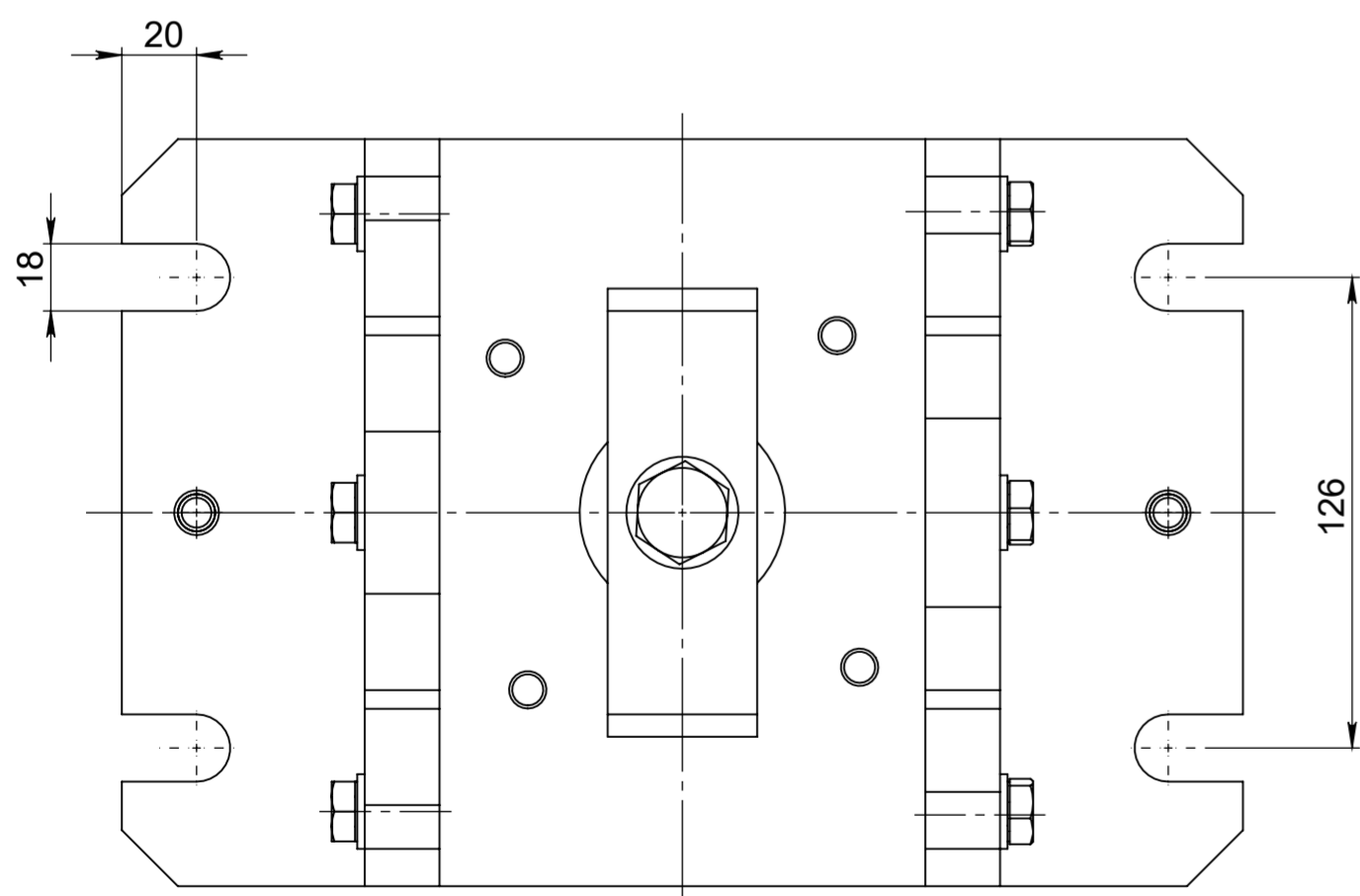
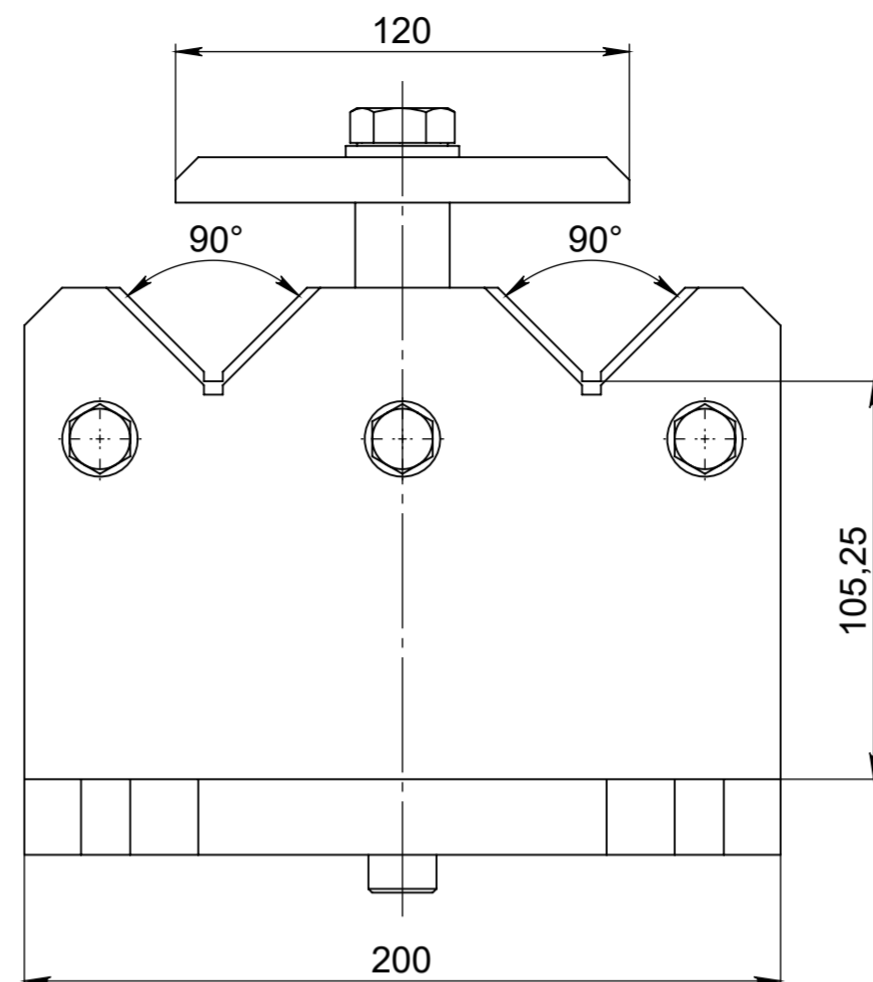
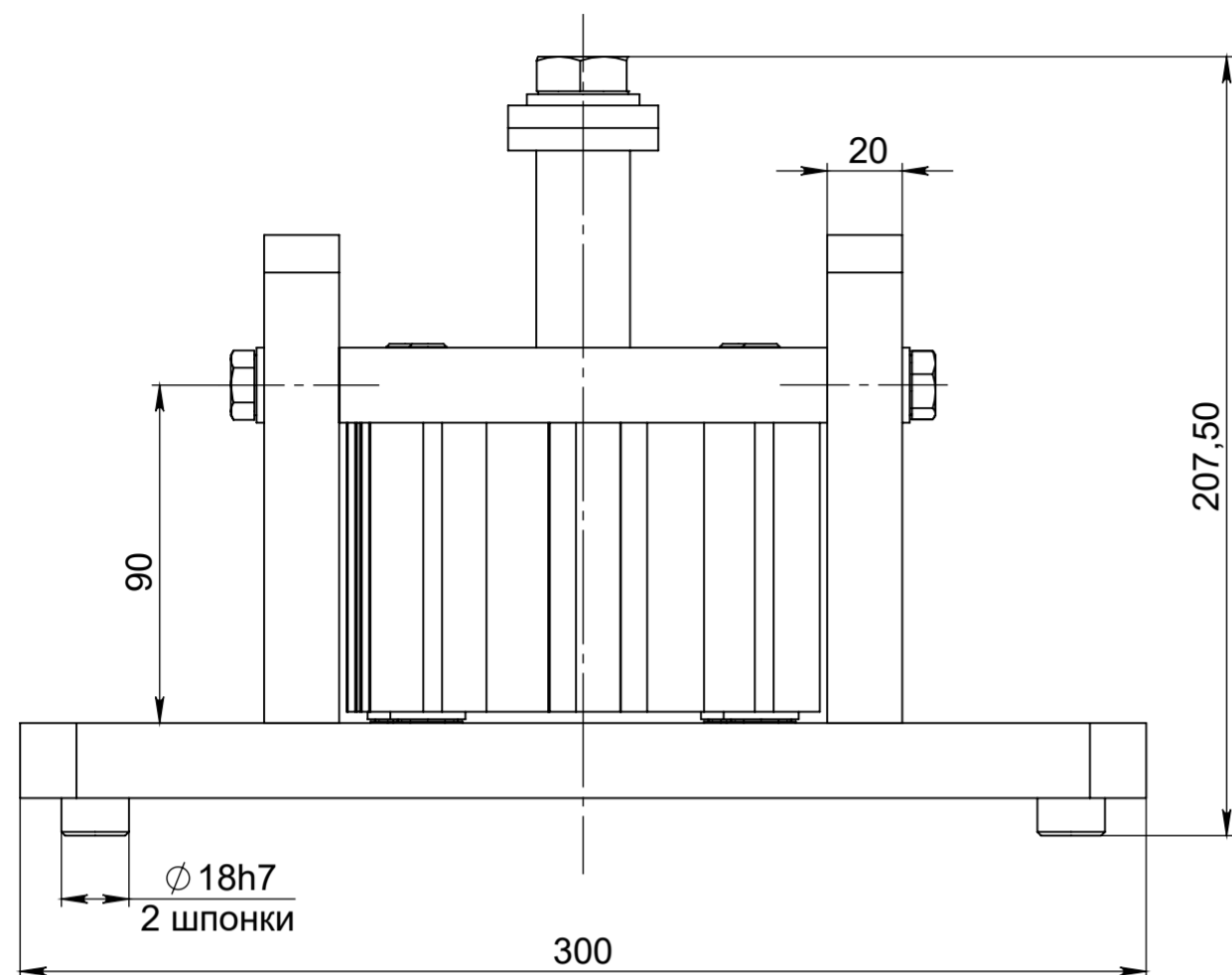


				MP.ПМКМ-29.00.00.000 EC		
				Фрезерний пристрій рознесеній		
Зм. Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Літ.	Маса	Масштаб
Розробив	Грицак Р.І.					1:2
Перевірив	Панчук А.Г.			Арк.	Аркушів	
Т. контр.				ІФНТУНГ ПМКМ-23-1		
Н. контр.						
Затв.	Панчук В.Г.					

B

B

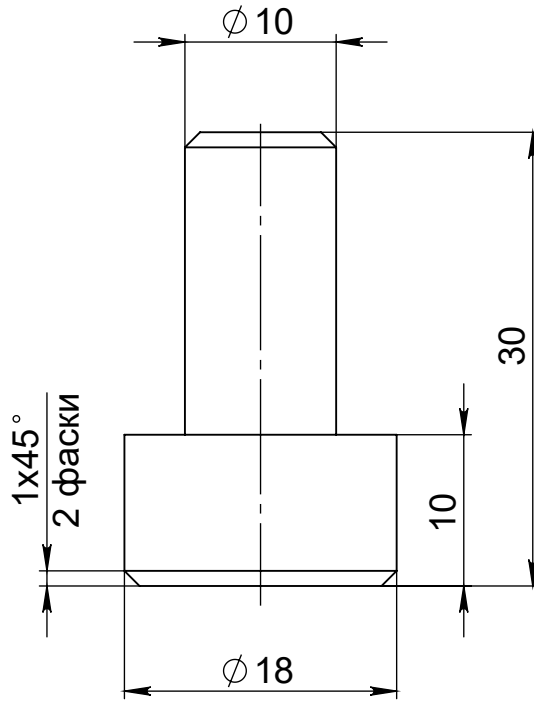
A



1. Пристрій призначений для обробки деталі "Вал МР ПМ 629.00.002/24" на верстаті Haas VF-2
2. Тиск повітря в мережі 6 атм;
3. Максимальний робочий тиск пневмоциліндра 10бар;
4. Перед подачею в пневмоциліндр, повітря повинно пройти процес насичення мастилом індустріальним І20 ДСТУ4129-2002.

				MP.ПМКм-29.00.00.000 СК			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Літ.	Маса	Масштаб
Розробив		Грицак Р.І.					1:2
Перевірив		Панчук А.Г.			Арк.	Аркушів	
Т. контр.					ІФНТУНГ ПМКм-23-1		
Н. контр.							
Затв.		Панчук В.Г.					

MP.ПМКМ-29.00.00.008 Д



MP.ПМКМ-29.00.00.008 Д

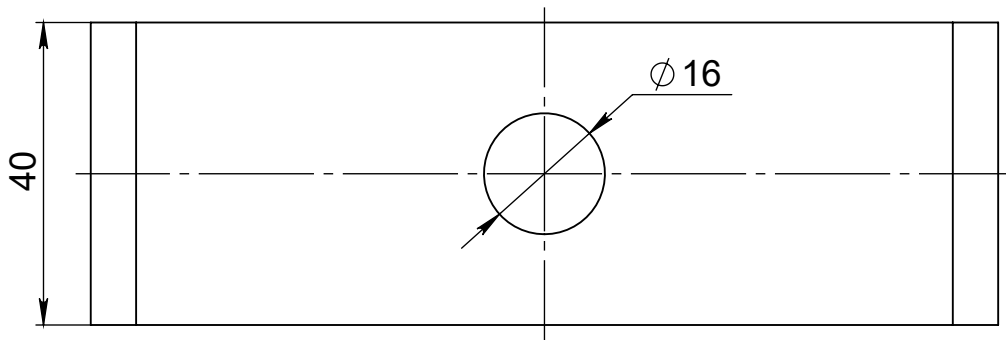
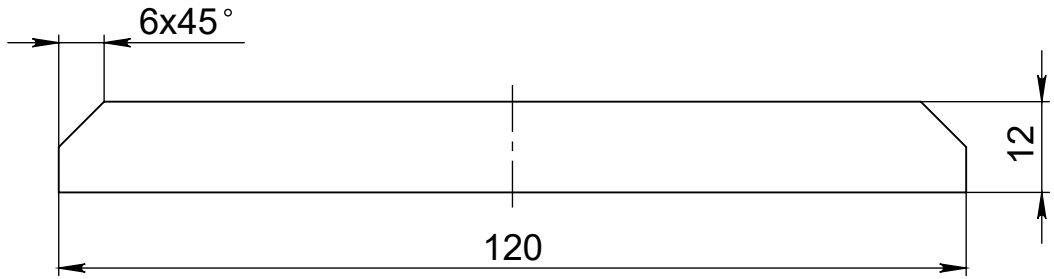
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розробив		Грицак Р.І.		
Перевірив		Панчук А.Г.		
Т. контр.				
Н. контр.				
Затв.		Панчук В.Г.		

Шпонка

Літ.	Маса	Масштаб
		2:1
Арк.	Аркушів	

ІФНТУНГ
ПМКМ-23-1

MP.ПМКМ-29.00.00.007 Д



MP.ПМКМ-29.00.00.007 Д

Важіль

Літ.	Маса	Масштаб
------	------	---------

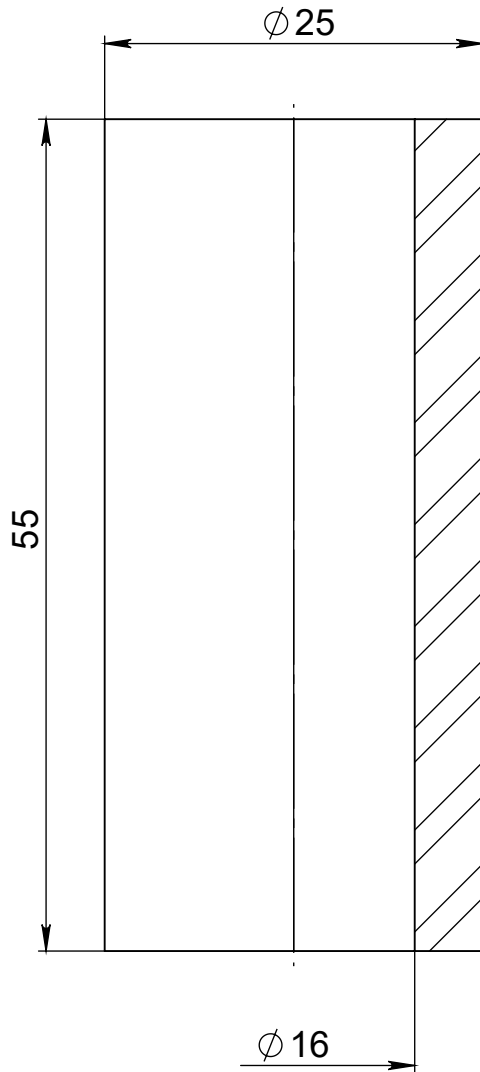
1:1

Арк.	Аркушів
------	---------

ІФНТУНГ
ПМКМ-23-1

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розробив		Грицак Р.І.		
Перевірив		Панчук А.Г.		
Т. контр.				
Н. контр.				
Затв.		Панчук В.Г.		

MP.ПМКМ-29.00.00.006 Д



MP.ПМКМ-29.00.00.006 Д

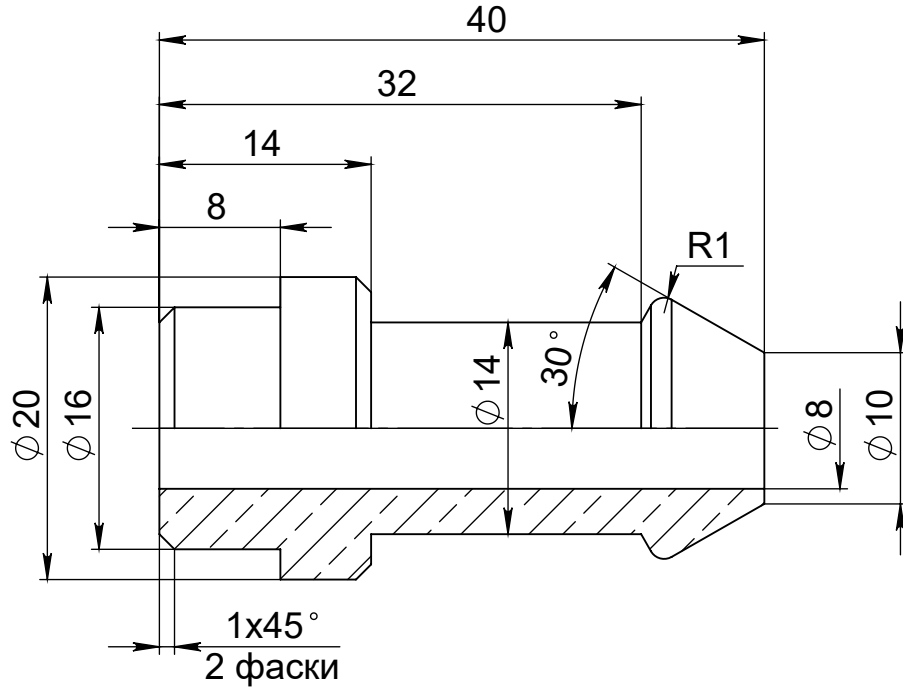
Втулка

Літ.	Маса	Масштаб
		2:1
Арк.		Аркушів

ІФНТУНГ
ПМКМ-23-1

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розробив		Грицак Р.І.		
Перевірив		Панчук А.Г.		
Т. контр.				
Н. контр.				
Затв.		Панчук В.Г.		

MP.ПМКМ-29.00.00.005 Д



MP.ПМКМ-29.00.00.005 Д

Штуцер

Літ. Маса Масштаб

2:1

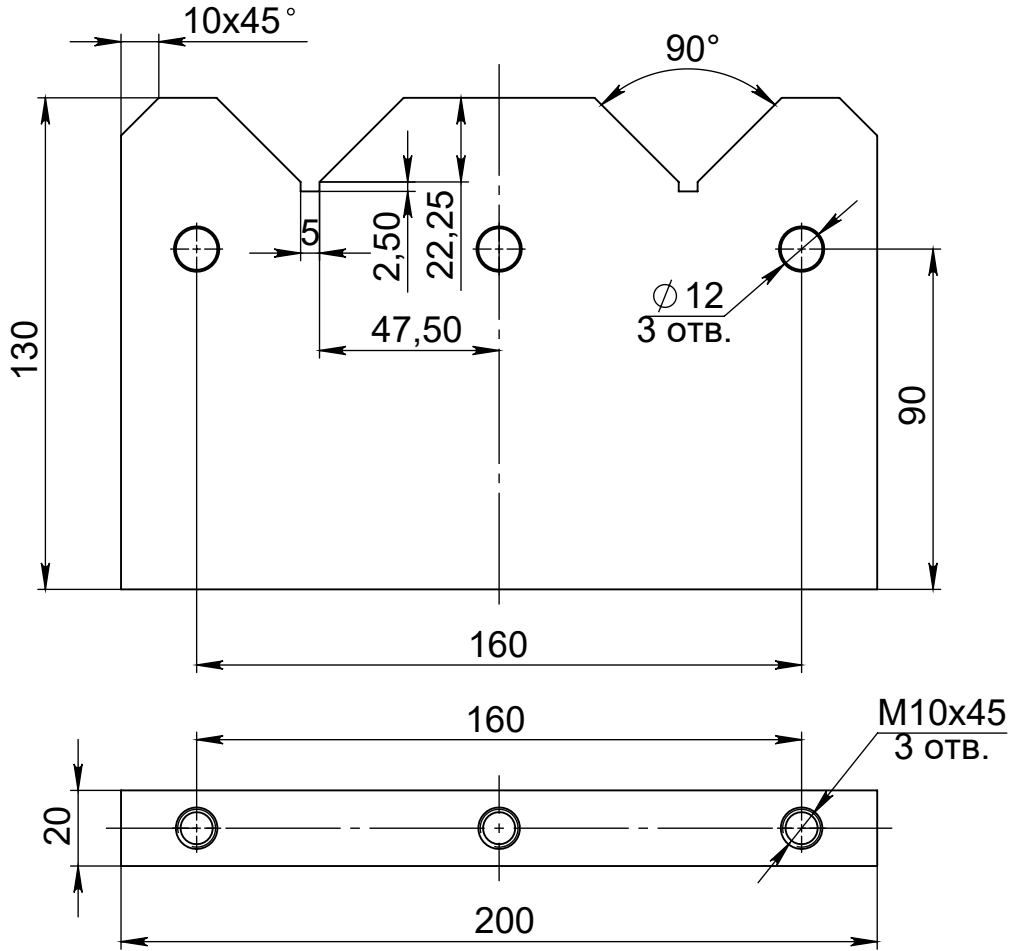
Арк. Аркушів

ІФНТУНГ
ПМКМ-23-1

Формат А4

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розробив		Грицак Р.І.		
Перевірив		Панчук А.Г.		
Т. контр.				
Н. контр.				
Затв.		Панчук В.Г.		

MP.ПМКМ-29.00.00.004 Д



MP.ПМКМ-29.00.00.004 Д

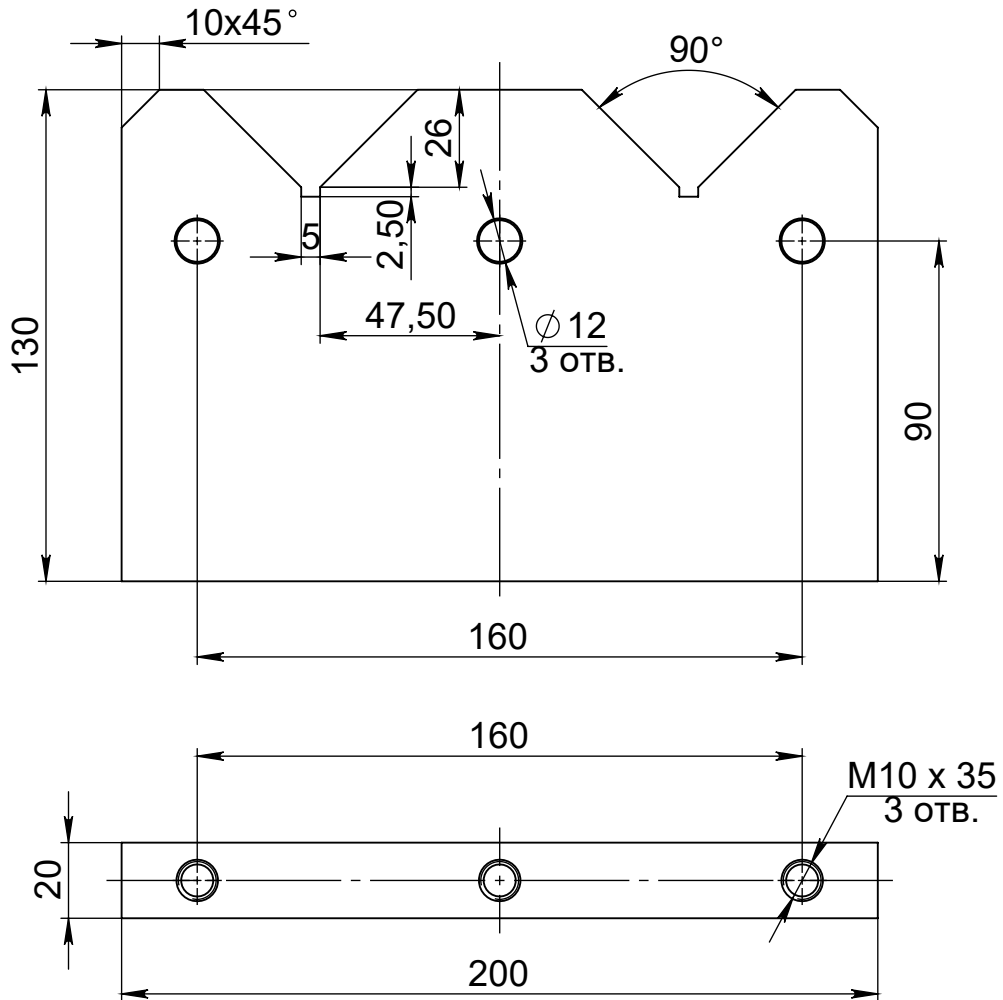
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розробив		Грицак Р.І.		
Перевірив		Панчук А.Г.		
Т. контр.				
Н. контр.				
Затв.		Панчук В.Г.		

Призма

Літ.	Маса	Масштаб
		1:2
Арк.	Аркушів	

ІФНТУНГ
ПМКМ-23-1

MP.ПМКМ-29.00.00.003 Д



MP.ПМКМ-29.00.00.003 Д

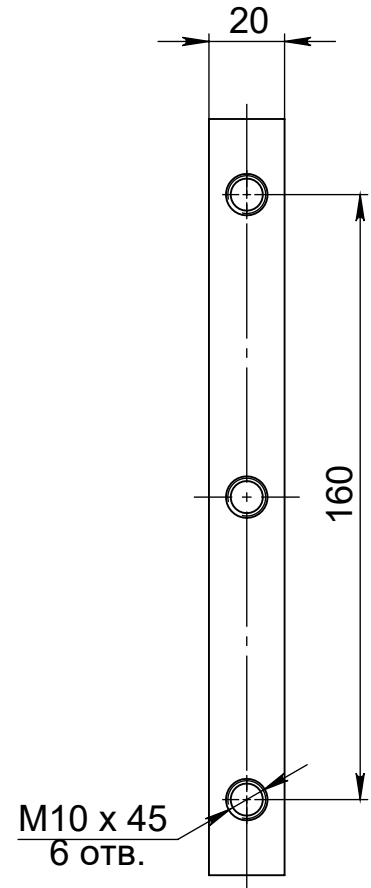
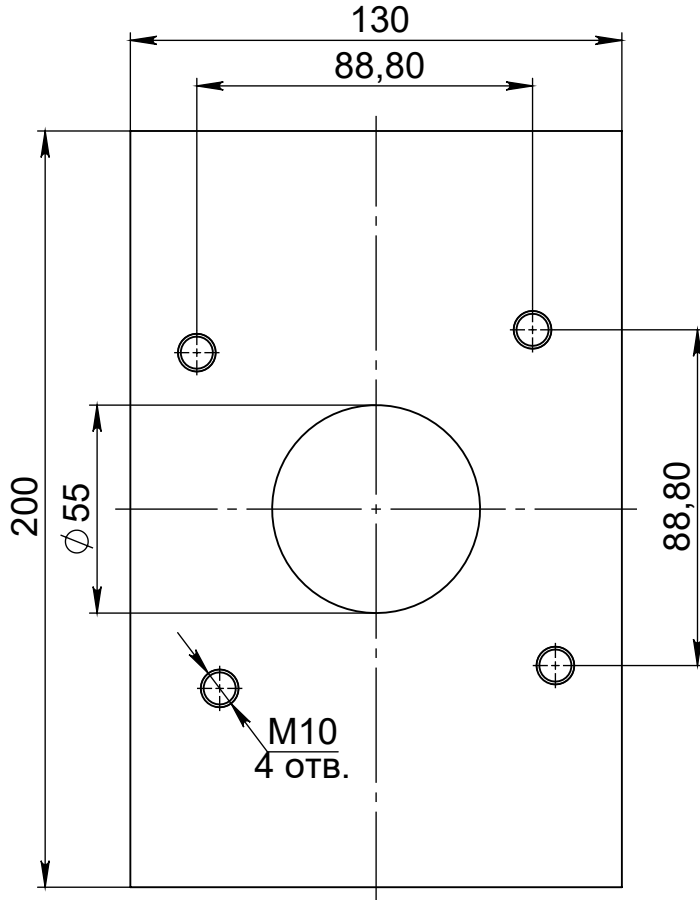
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розробив		Грицак Р.І.		
Перевірив		Панчук А.Г.		
Т. контр.				
Н. контр.				
Затв.		Панчук В.Г.		

Призма

Літ.	Маса	Масштаб
		1:2
Арк.		Аркушів

ІФНТУНГ
ПМКМ-23-1

MP.ПМКМ-29.00.00.002 Д



MP.ПМКМ-29.00.00.002 Д

Призма верхня

Літ.	Маса	Масштаб
------	------	---------

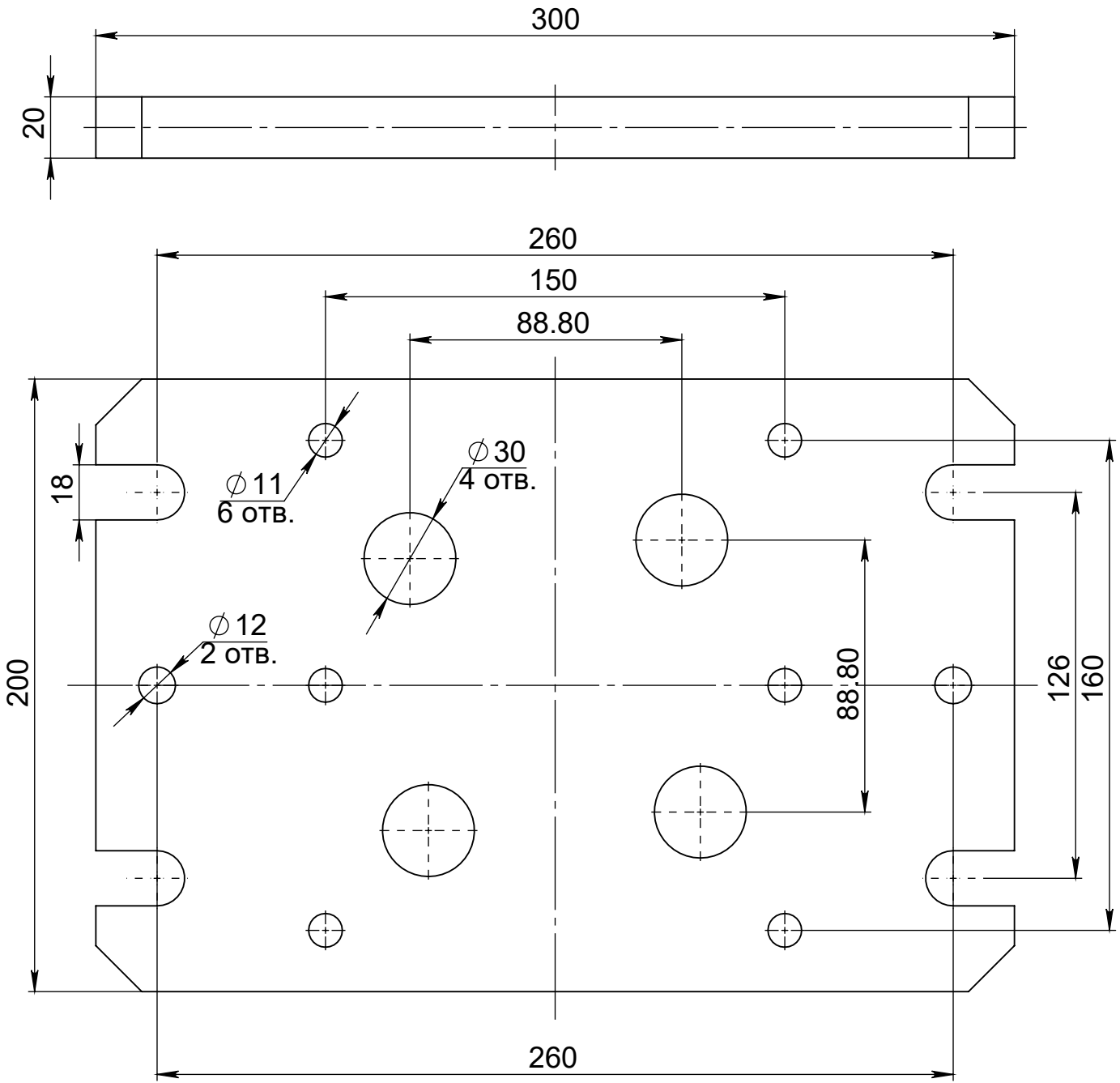
1:2

Арк.	Аркушів
------	---------

ІФНТУНГ
ПМКМ-23-1

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розробив		Грицак Р.І.		
Перевірив		Панчук А.Г.		
Т. контр.				
Н. контр.				
Затв.		Панчук В.Г.		

МР.ПМКМ-29.00.00.001 Д



МР.ПМКМ-29.00.00.001 Д

Плита нижня

Літ.	Маса	Масштаб
		1:2
Арк.		Аркушів

ІФНТУНГ
ПМКМ-23-1

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розробив		Грицак Р.І.		
Перевірив		Панчук А.Г.		
Т. контр.				
Н. контр.				
Затв.		Панчук В.Г.		

Токарний центр Haas серії ST-15

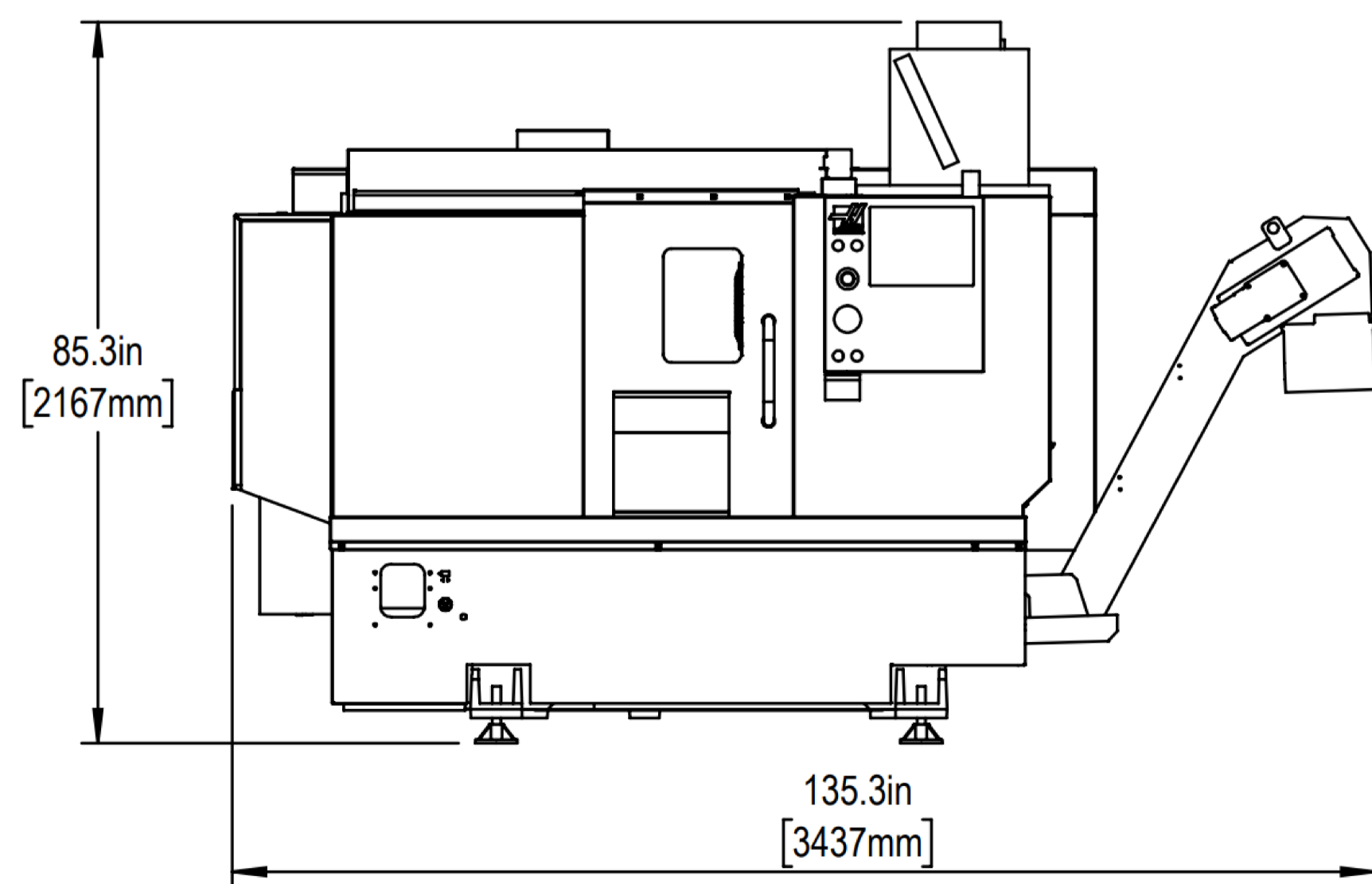
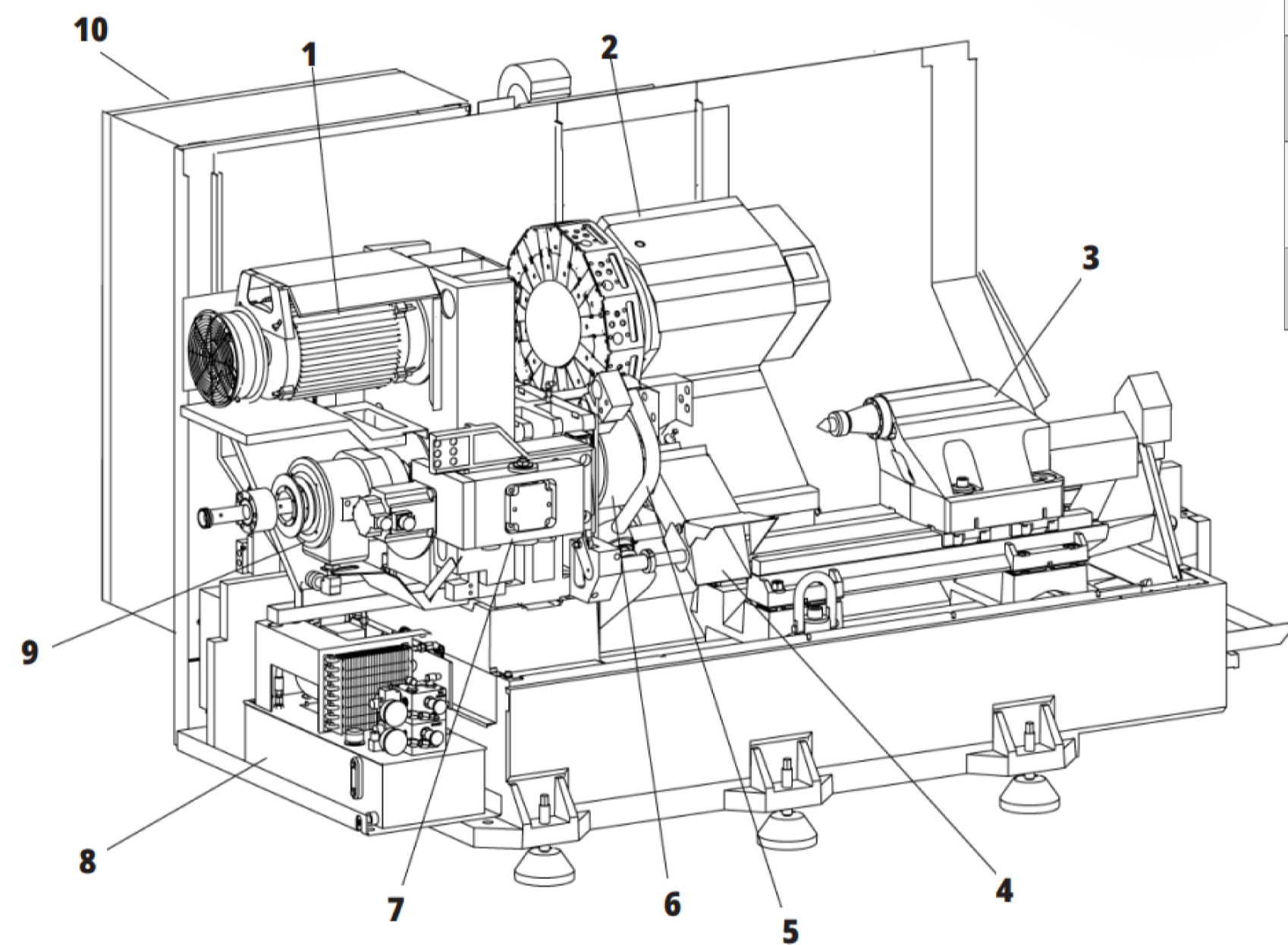


Технічні характеристики верстата

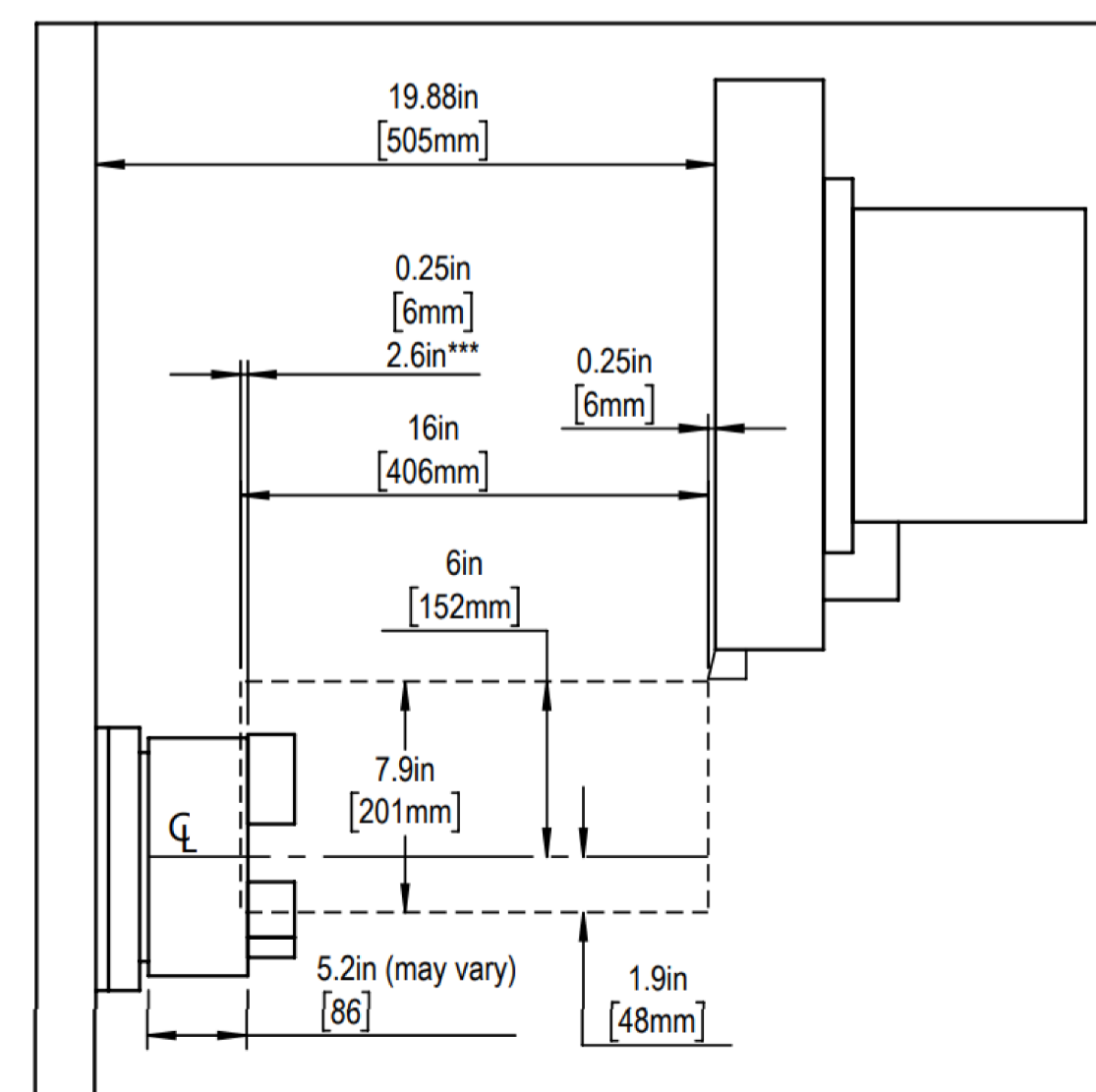
Розмір патрону	210 мм
Максимальний діаметр обробки	279 мм
Максимальна довжина оброблюваної деталі	406 мм
Найбільший діаметр прутка, що обробляється	64 мм
Робочий хід	X-200 мм, Z-406 мм
Пришвидшена подача	X-30.5, Z-30.5 м/хв
Максимальна потужність шпинделя	14.9 кВт
Максимальна швидкість шпинделя	4000 об/хв
Конус задньої бабки	MT3
Робочий хід гідравлічної пінолі	95 мм
Кількість інструментів револьверної голови	12 шт.
Габарити верстату	321смx178см x206см
Вага верстату	3584 кг

Структура токарного верстата

- | | |
|----------------------|------------------------|
| 1. Мотор шпинделя | 6. Патрон |
| 2. Револьвер | 7. Вузол С-вісі |
| 3. Задня бабка | 8. Гідравлічна станція |
| 4. Уловлювач деталей | 9. Шпиндель |
| 5. Лапка прив'язки | 10. Шафа управління |

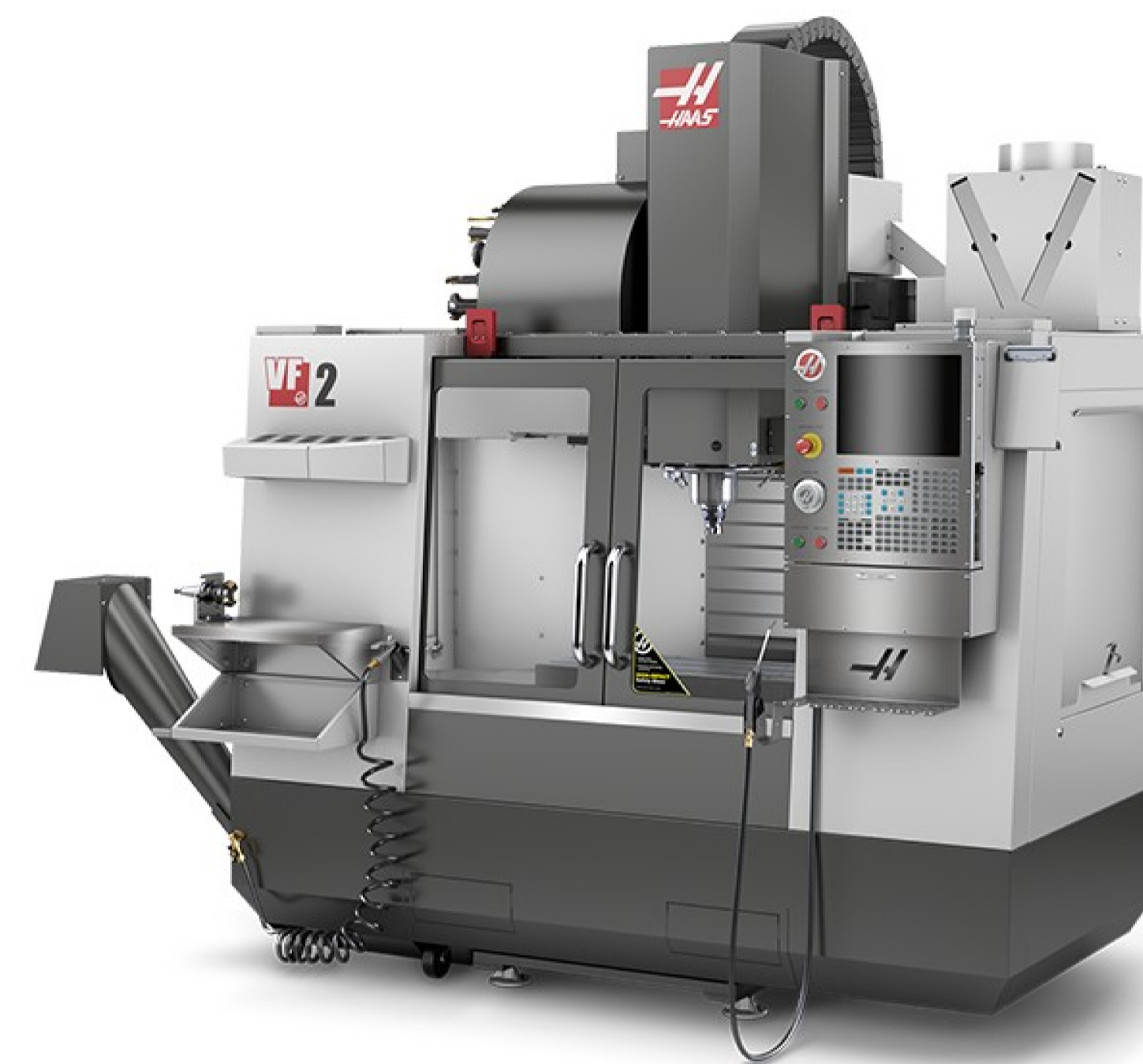


Габарити верстата



Габарити робочої зони верстата

Вертикально-фрезерний верстат Haas серії VF-2



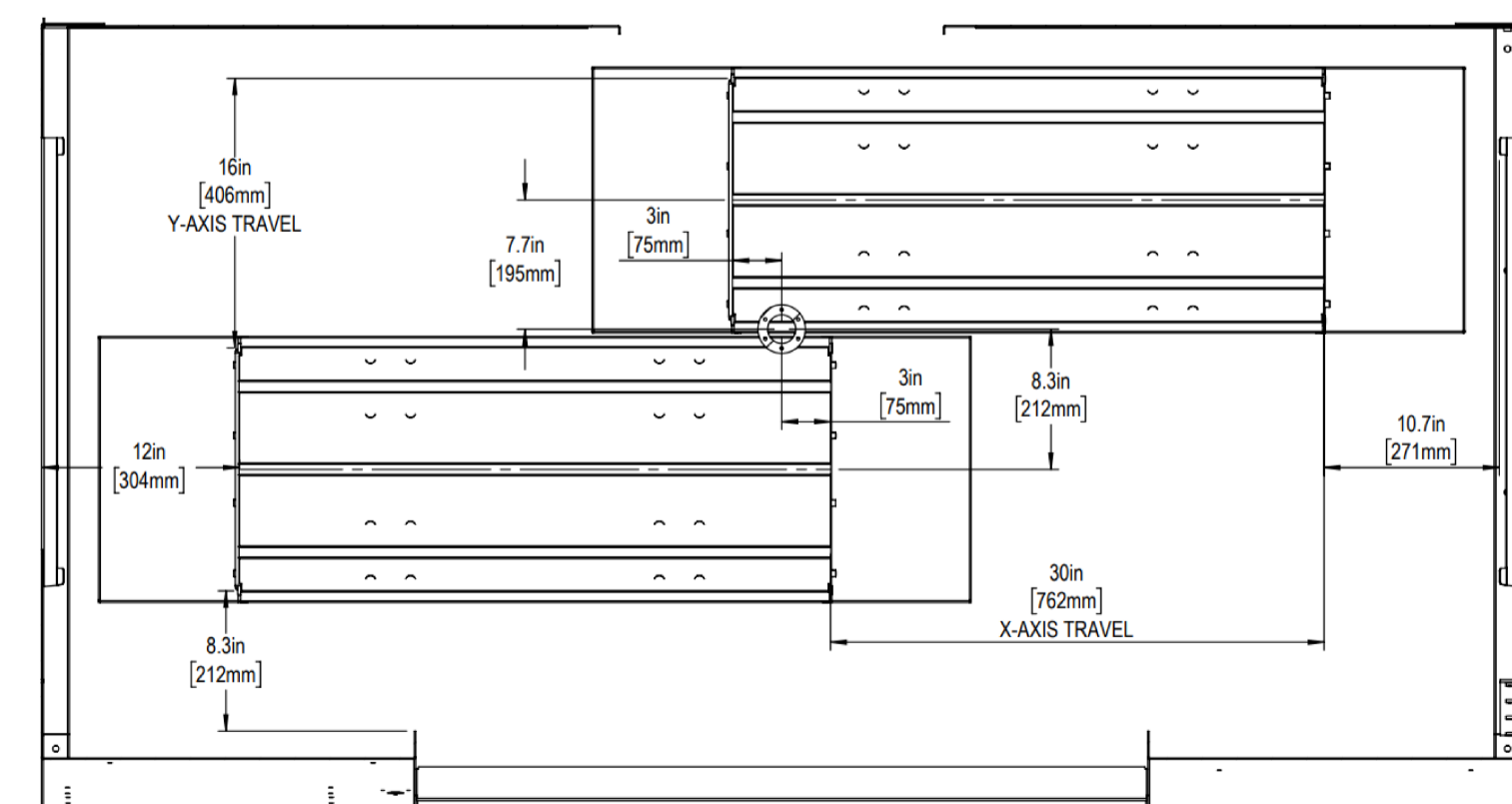
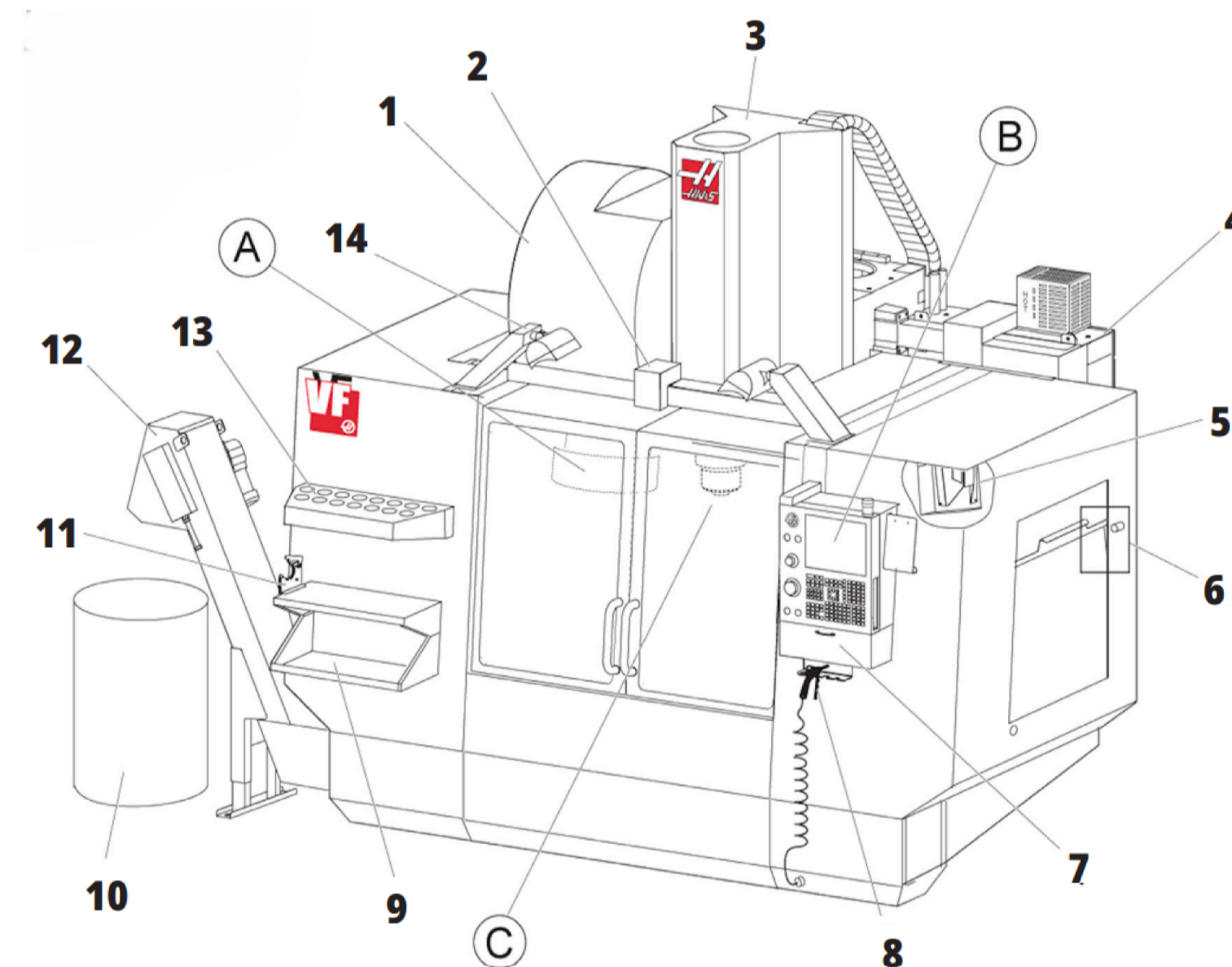
Технічні характеристики верстата

Робочий хід	X-762мм, Z-508мм, Y-406мм
Відстань від торця шпинделя до столу, максимальна та мінімальна	610 мм, 102 мм
Максимальна потужність шпинделя	22.4 кВт
Максимальна швидкість шпинделя	8100 об/хв
Конус	CT40
Габарити столу, довжина x ширина	914 мм x 356 мм
Максимальна вага на столі	1361 кг
Максимальна робоча швидкість різання	16.5 м/хв
Пришвиджена подача X, Y, Z	25.4 м/хв
Тип інструментального магазину	Карусель
Кількість інструментів в магазині	20
Габарити верстату	257 см x 251 см x 257 см
Вага	3539 кг

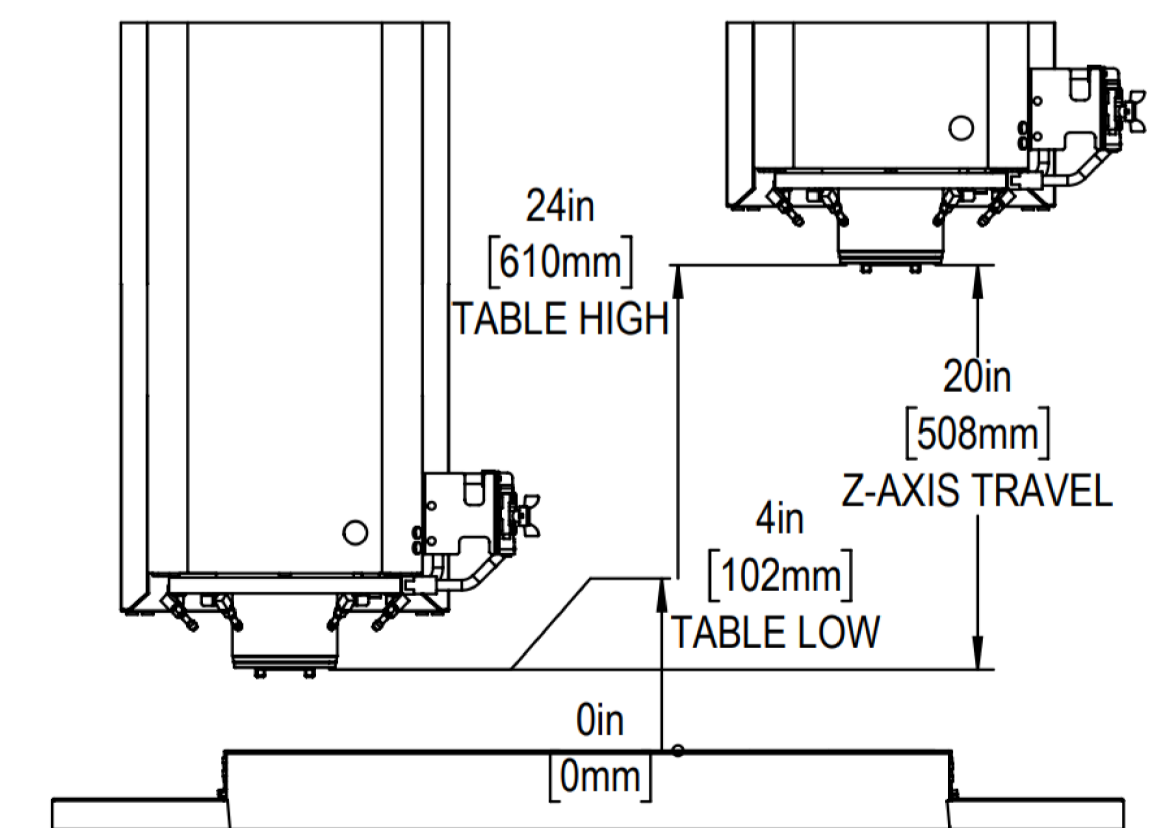
Структура фрезерного верстата

- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| 1. Інструментальний магазин | 8. Повітряний пістолет |
| 2. Замок дверей | 9. Робочий стіл |
| 3. Двигун шпинделя | 10. Контейнер стружки |
| 4. Електрична шафа | 11. Лещата інструменту |
| 5. Робоче світло | 12. Конвеєр стружки |
| 6. Контрольне вікно | 13. Лоток для інструменту |
| 7. Лоток для зберігання | 14. Освітлення |

- A - Інструментальний магазин C - Шпиндель
B - Сійка



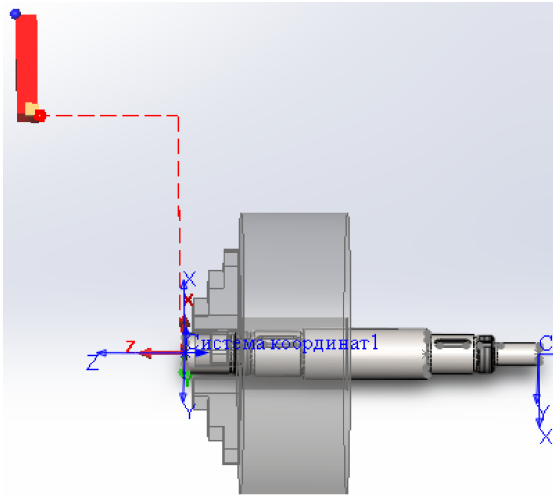
Габарити та переміщення стола



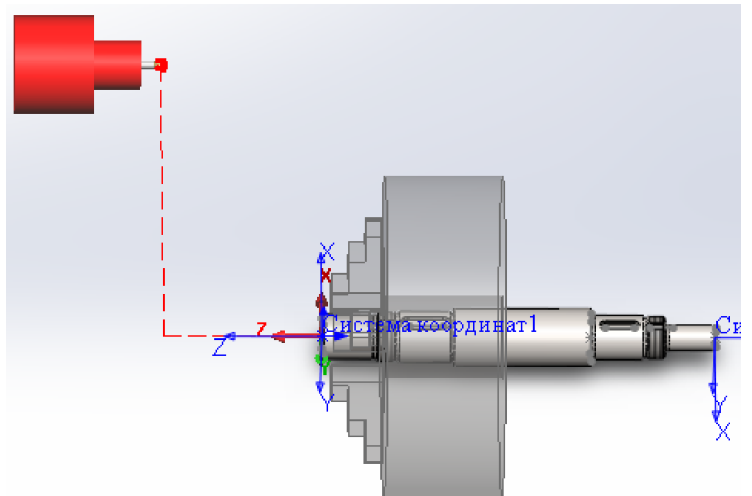
Робоча зона шпинделя

MR.ПМКм-29.00.00.000				Літ.	Маса	Масштаб
Технологічне устаткування				Арк.	Аркушів	
				ІФНТУНГ ПМКМ-23-1		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підл.	Дата		
Розробив	Грицак Р.І.					
Перевірив	Панчук А.Г.					
Т. контр.						
Н. контр.						
Затв.	Панчук В.Г.					

Установ 1 - Токарна обробка Траекторії переміщення інструментів



а - підрізання торця;



б- свердління отвору;

Керуюча програма обробки

O0001

N1 (DCLNR-2525M CNMG-120608)

N2 G50 S3000

N3 T0101

N4 G00 G97 S1000 M03

N5 ('5@=>2>9 B>@5F1)

N6 G54 G00 Z3.04 M08

N7 X57.08

N8 G01 X52. Z.5 F.147

N9 X-2.792

N10 G00 Z3.04

N11 X52.

N12 Z0

N13 G01 X-2.792

N14 G00 Z2.936

N15 X508.

N16 Z127. M09

N17 M01

N18 (6.3MM 60 DEG CENTERDRILL)

N19 G50 S3000

N20 T1212

N21 G00 G97 S200 M03

N22 (&5=B@>20=851)

N23 G54 G00 X0 M08

N24 Z5.

N25 G01 Z-5.52 F.056

N26 G00 Z127.

N27 X508.00 M09

N28 M30

MP.ПМКм-29.00.00.001 Г

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розробив		Грицак Р.І.		
Перевірив		Панчук А.Г.		
Т. контр.				
Н. контр.				
Затв.		Панчук В.Г.		

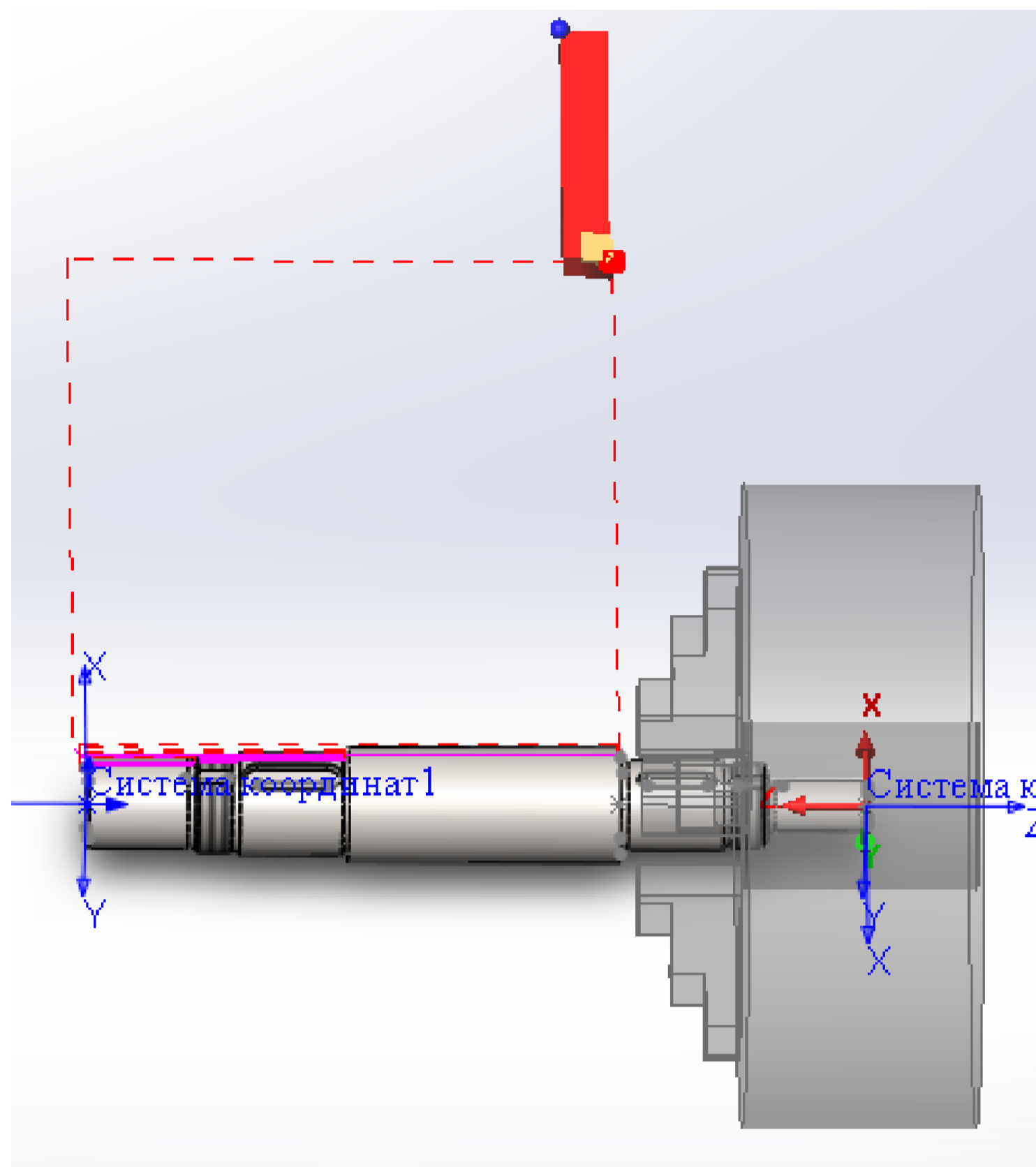
Карта налагодження
операцій - Установ 1

Літ.	Маса	Масштаб
Арк.		Аркушів

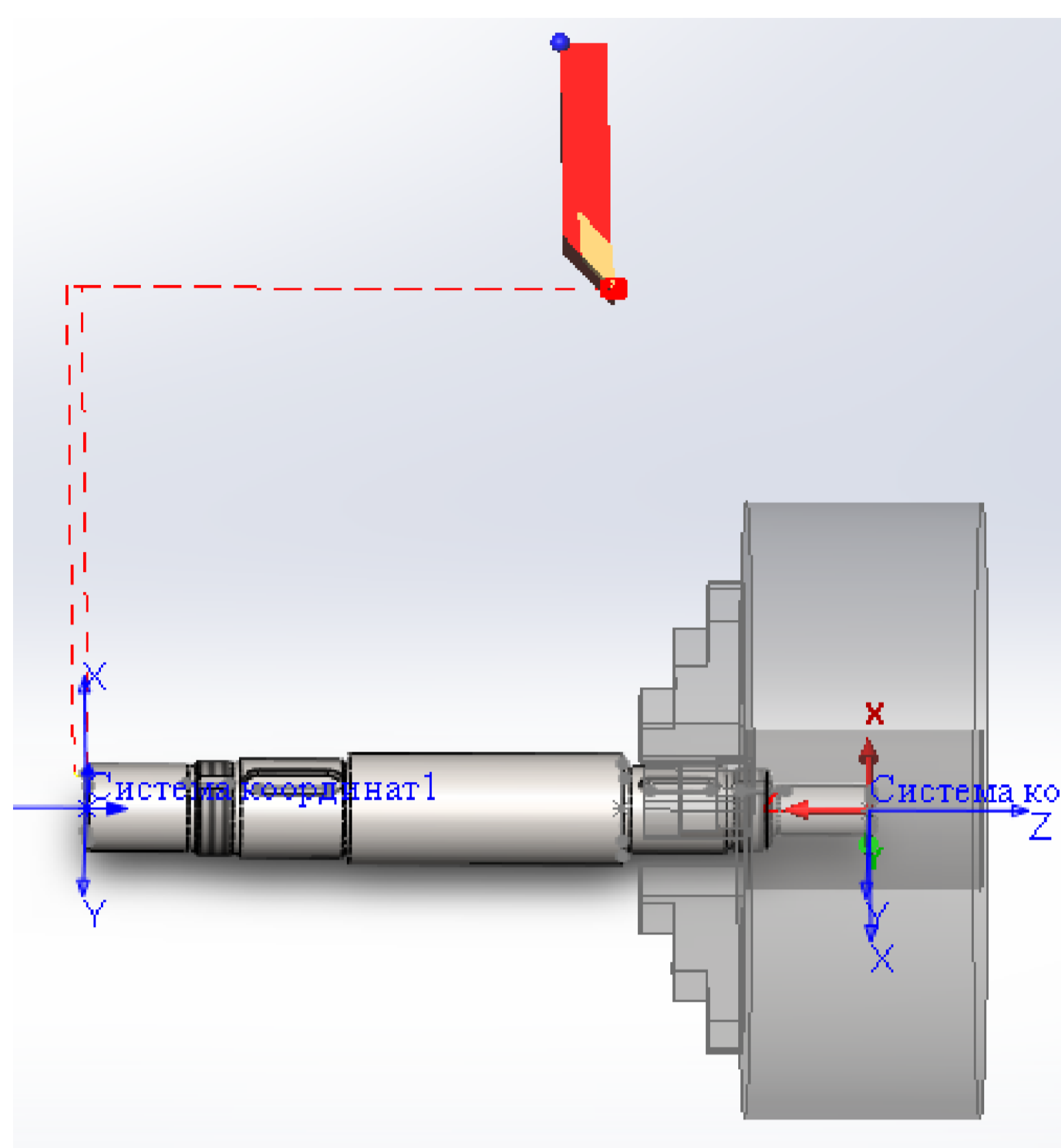
ІФНТУНГ
ПМКм-23-1

Установ 2 - Токарна обробка

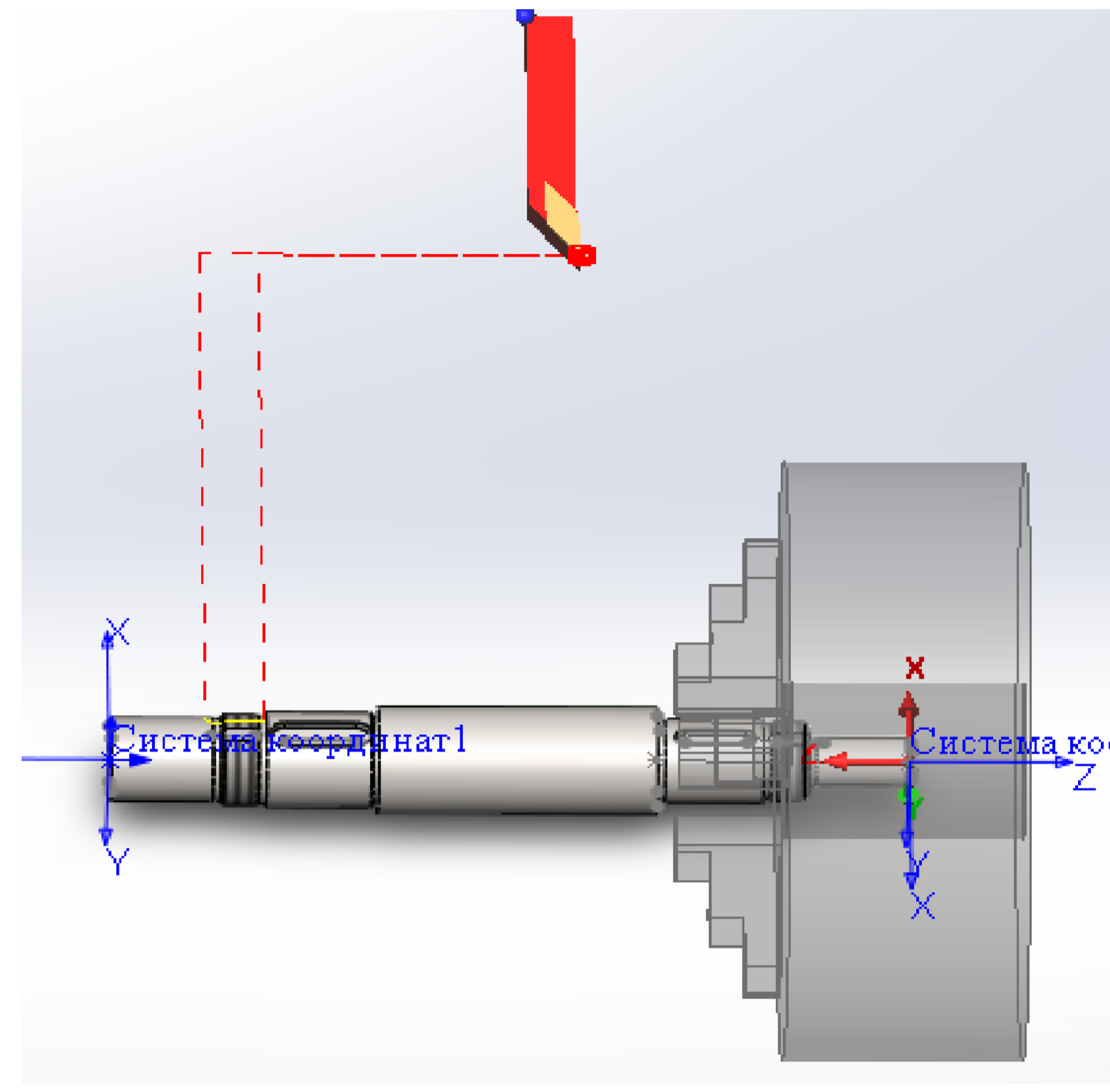
Траєкторії переміщення інструментів



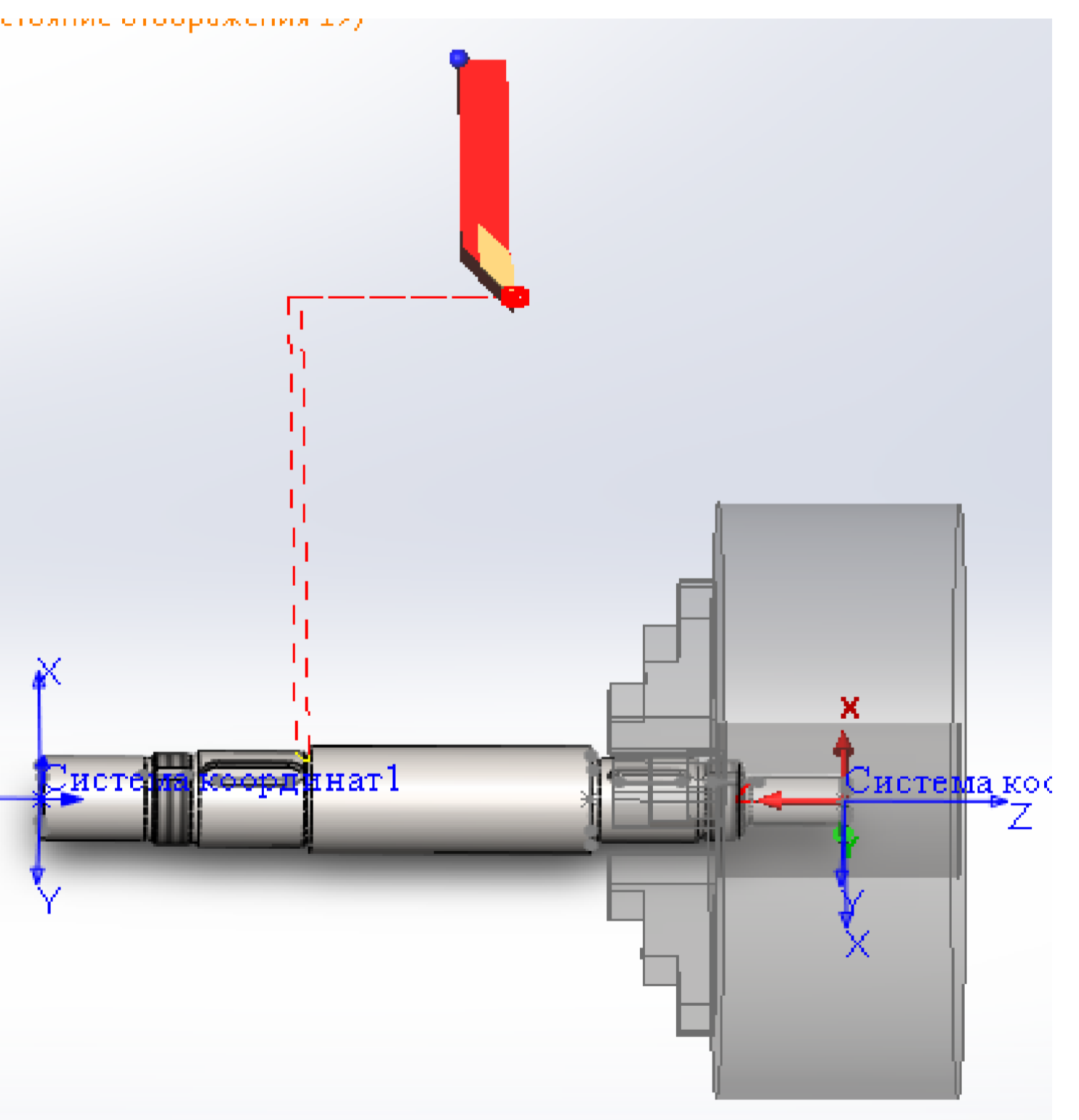
а-точіння зовнішньої поверхні начорно;



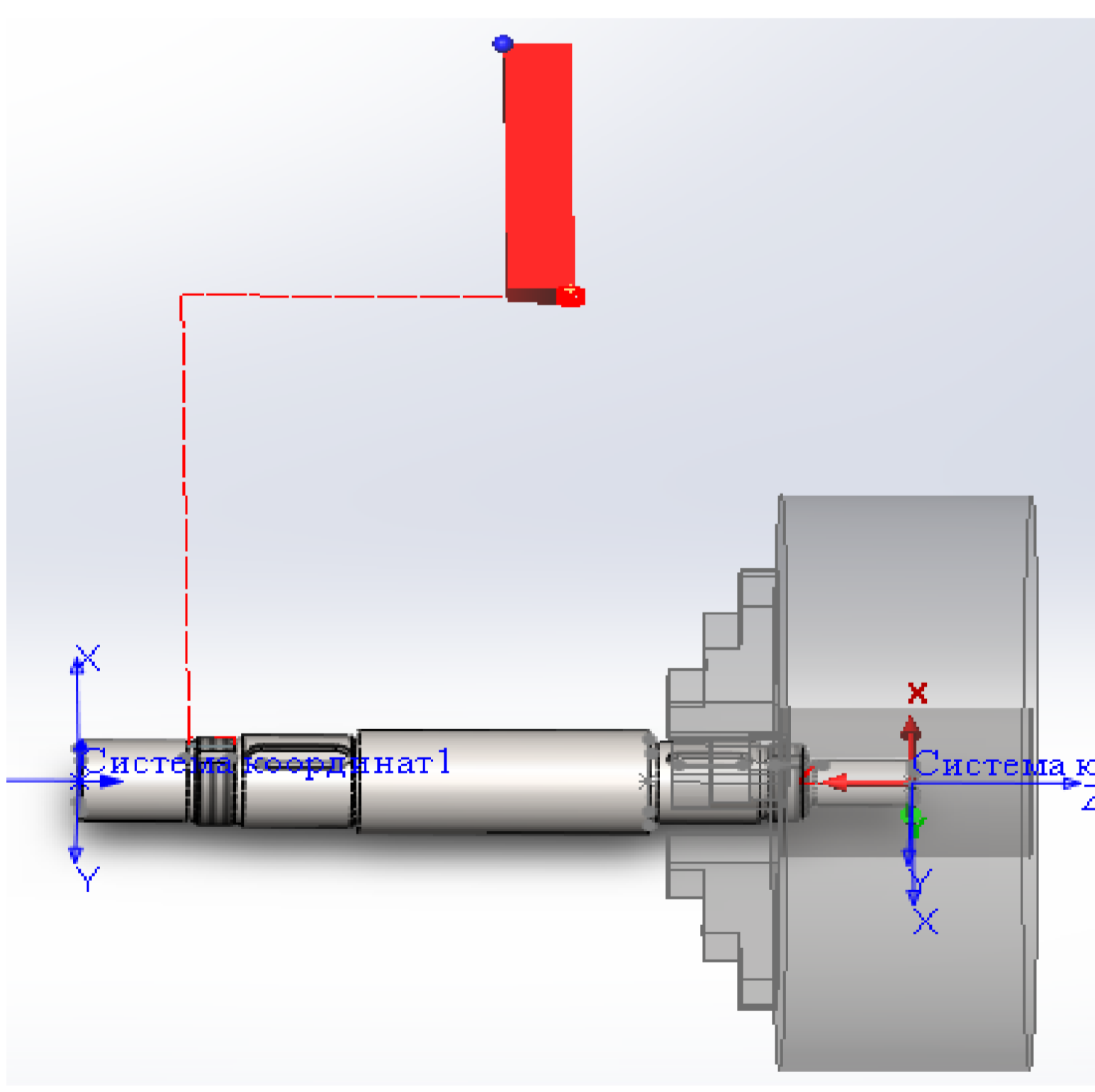
б-підрізання фаски торця



в-точіння зовнішньої поверхні начисто;



г-точіння зовнішньої поверхні начисто;



д-нарізання різьби

Керуюча програма обробки

```

O0002
N1 (DCLNR-2525M CNMG-120608)
N2 G50 S3000
N3 T0101
N4 G00 G97 S875 M03

N5 ('5@=>2001)
N6 G54 G00 Z320.54 M08
N7 X51.08
N8 G01 X46. Z318. F.147
N9 Z210.8
N10 X46.6
N11 Z100.104
N12 X50.
N13 G00 X55.08
N14 Z318.
N15 X42.2
N16 G01 Z210.8
N17 X46.
N18 G00 X51.08 Z211.248
N19 Z318.
N20 X38.399
N21 G01 Z271.7
N22 X39.6 Z271.099
N23 Z257.025
N24 X39.054 Z254.8
N25 X41.6
N26 Z212.275
N27 X41.238 Z210.8
N28 X41.248
N29 X42.2
N30 G00 X47.28 Z211.248
N31 Z318.
N32 X34.599
N33 G01 Z316.1
N34 X36.6 Z315.099
N35 Z274.675
N36 X36.124 Z272.735
N37 X36.464 Z272.667
N38 X38.399 Z271.7
N39 X39.161
N40 G00 X43.479
N41 Z318.
N42 X32.701

N43 G01 X30.799
N44 X34.599 Z316.1
N45 G00 X35.991
N46 Z318.164
N47 X29.056
N48 G01 X35.6 Z314.892
N49 Z274.705
N50 X35.1 Z272.669
N51 Z272.3
N52 X35.784
N53 X38.6 Z270.892
N54 Z257.055
N55 X37.923 Z254.3
N56 X40.6
N57 Z212.305
N58 X40.1 Z210.27
N59 X41.238 Z210.3
N60 X45.6
N61 Z99.604
N62 X49.208
N63 G00 X508.00 M09
N64 M01

N65 (SVJBR-2525M VBMT-160408)
N66 G50 S3000
N67 T0303
N68 G00 G97 S1036 M03

N69 ('8AB>2003)
N70 G54 G00 Z320.424 M08
N71 X33.848
N72 G01 X28.768 Z317.884 F.229
N73 X35. Z314.768
N74 Z314.592
N75 G00 X508.
N76 Z127.

N77 ('8AB>2001)
N78 G97 S907
N79 Z277.414
N80 X40.448
N81 G01 X34.5 Z274.44 F.229
N82 Z272.
N83 X35.536

N84 X38. Z270.768
N85 Z257.04
N86 X36.8 Z256.44
N87 Z254.
N88 X39.808
N89 G00 X508.
N90 Z127.
N91 ('8AB>2002)
N92 G97 S806
N93 Z215.014
N94 X45.448
N95 G01 X37.8 Z211.19 F.229
N96 Z209.903
N97 X41.487 Z210.
N98 X44.808
N99 G00 X508.
N100 Z127. M09
N101 M01

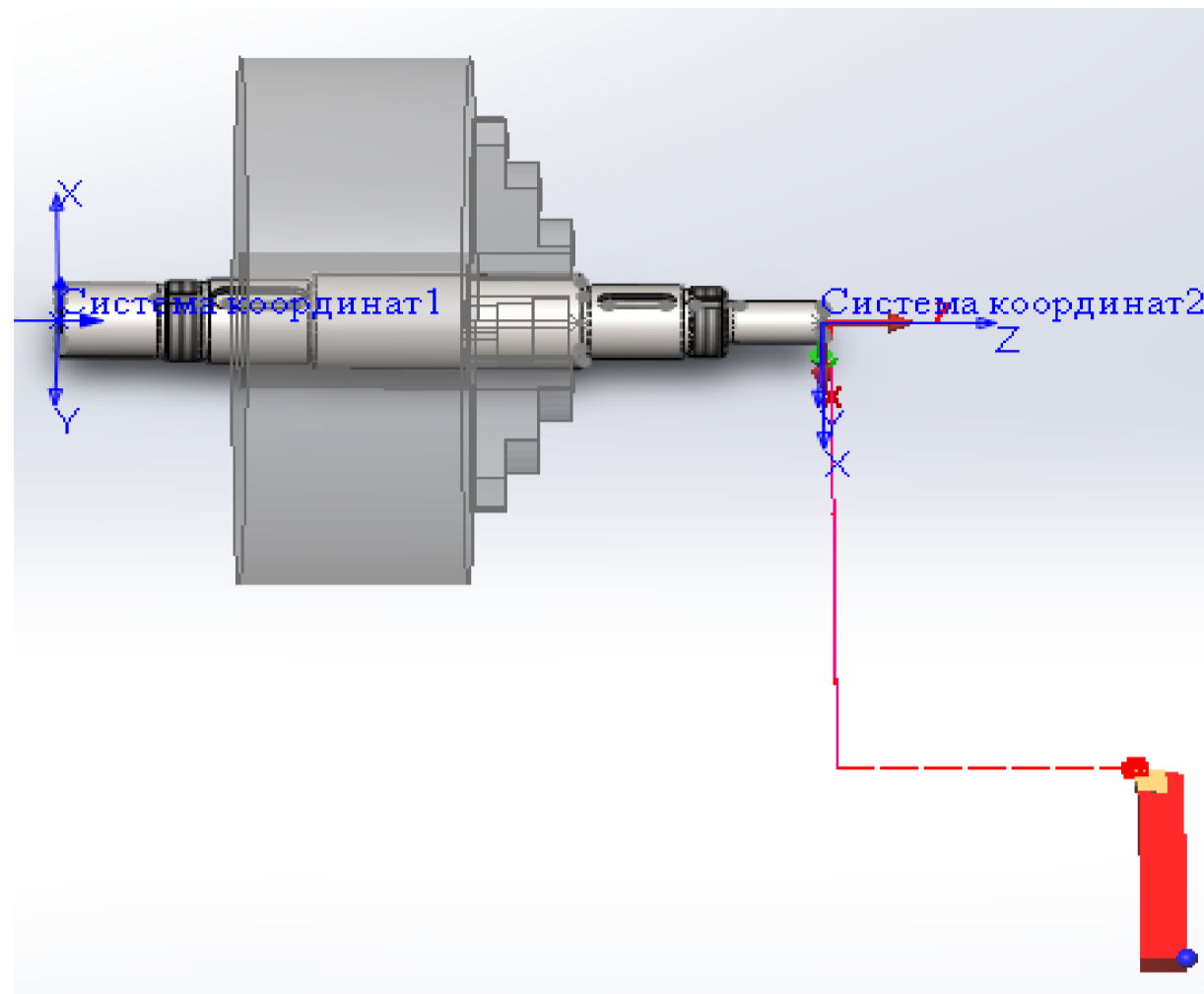
N102 (NSL-163C NG-3L NT-2RK all 60)
N103 G50 S3000
N104 T0505
N105 G00 G97 S390 M03

N106 ('57L101)
N107 G54 G00 Z274. M08
N108 X37.42
N109 G32 Z257.415 F1.5
N110 X39.05 Z256.6
N111 G00 X45.13
N112 Z274.
N113 X37.19
N114 G32 Z257.415
N115 X38.82 Z256.6
N116 G00 X45.13
N117 Z274.
N118 X36.79
N119 G32 Z257.415
N120 X38.42 Z256.6
N121 G00 X45.13
N122 Z274.
N123 X508.
N124 Z127. M09
N125 M30
    
```

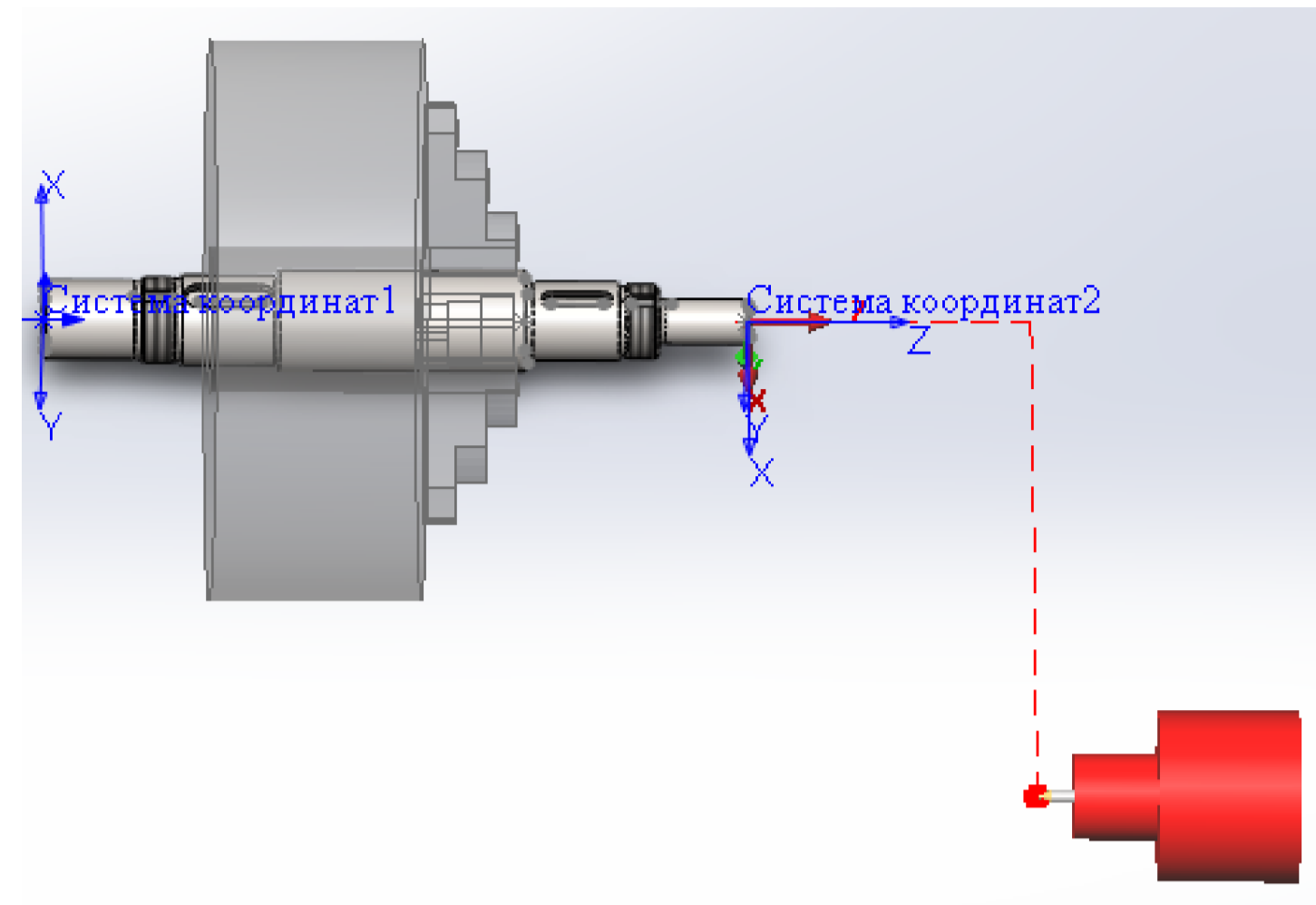
MR.ПМКм-29.00.00.000				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підл.	Дата
Розробив	Грицак Р.І.			
Перевірів	Панчук А.Г.			
Т. контр.				
Н. контр.				
Зав.	Панчук В.Г.			
Карта налагодження операцій - Установ 2				Літ.
				Маса
				Масштаб
Арк.				Аркушів
ІФНТУНГ				
ПМКм-23-1				
				Формат А1

Установ 3 - Токарна обробка

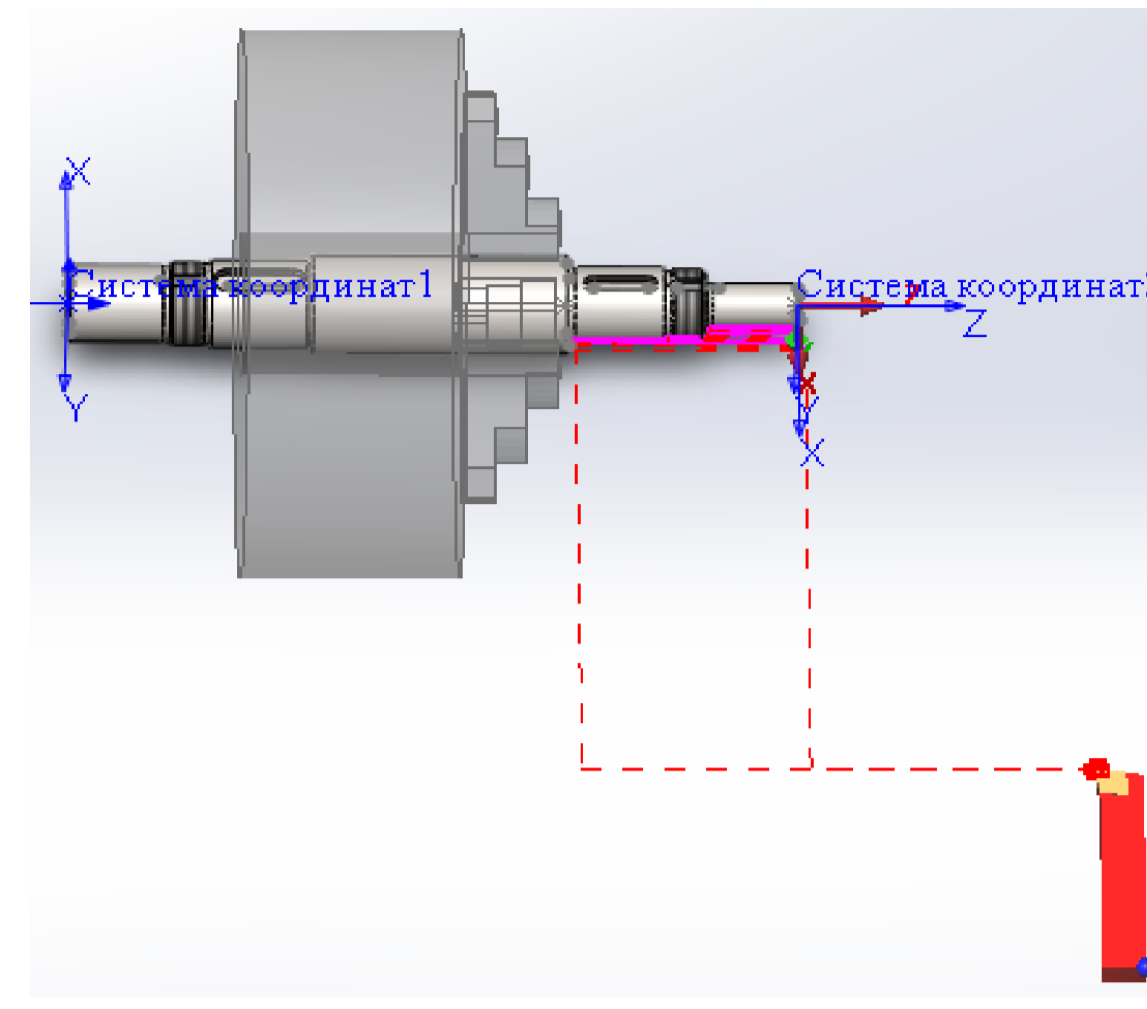
Траекторії переміщення інструментів



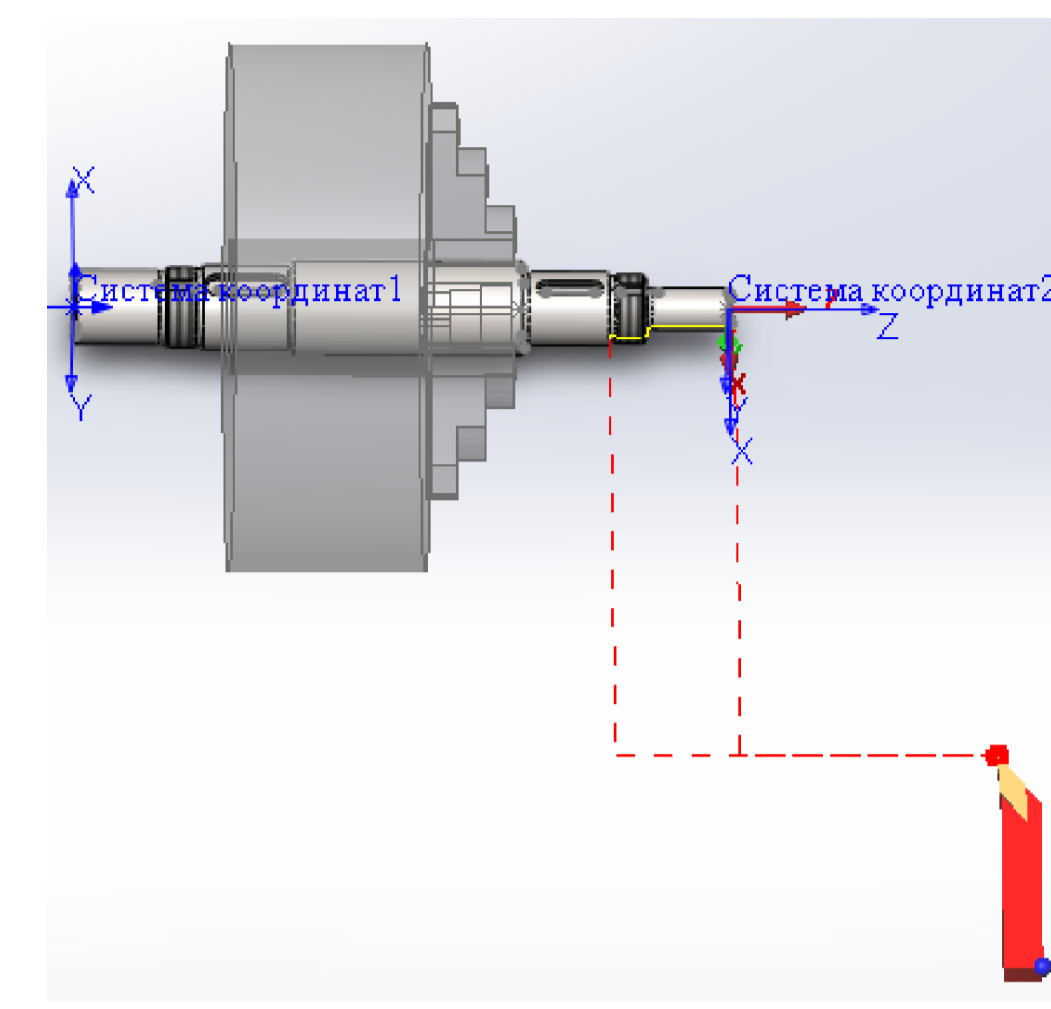
а-підрізання торця;



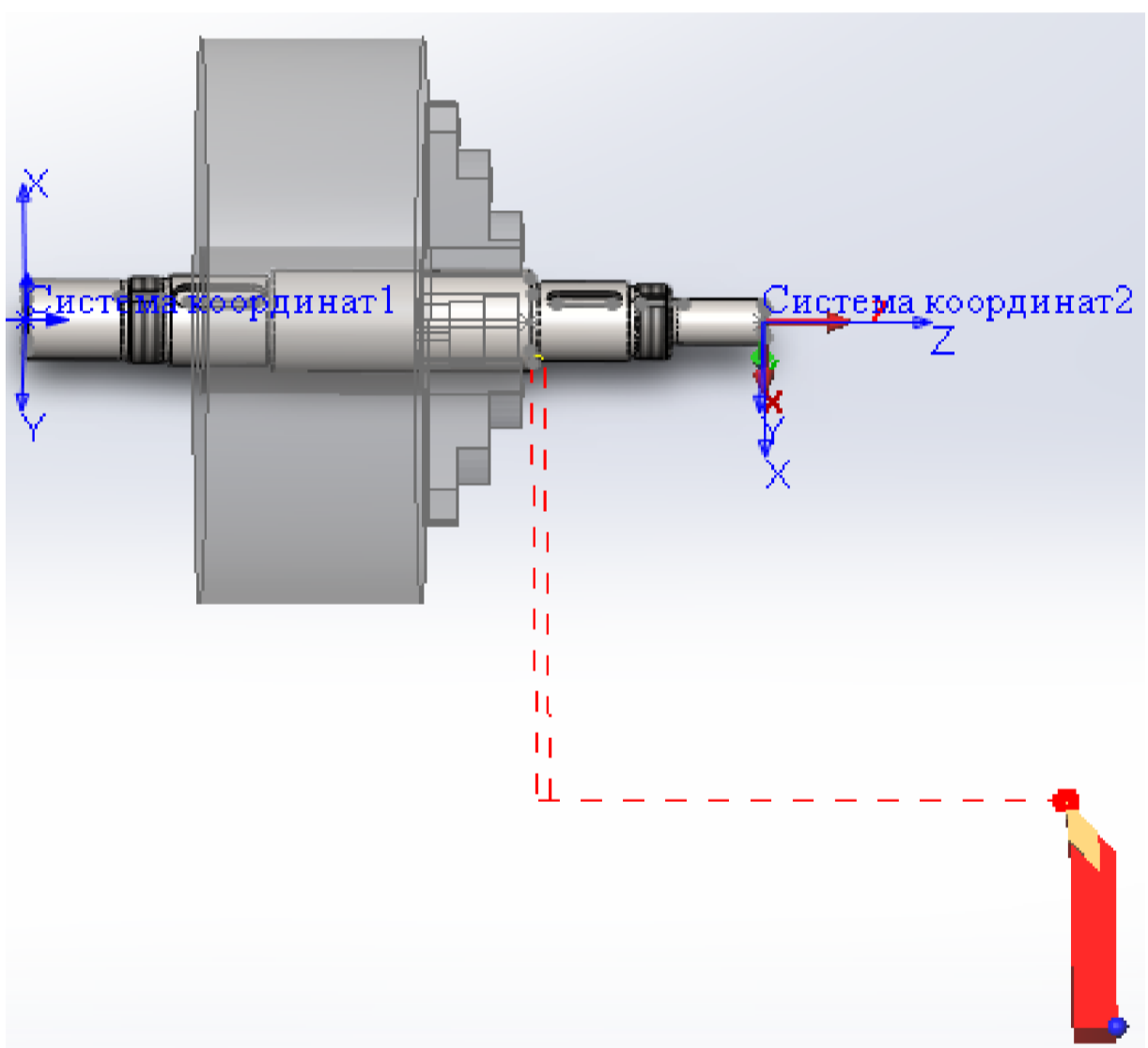
б-свердління отвору;



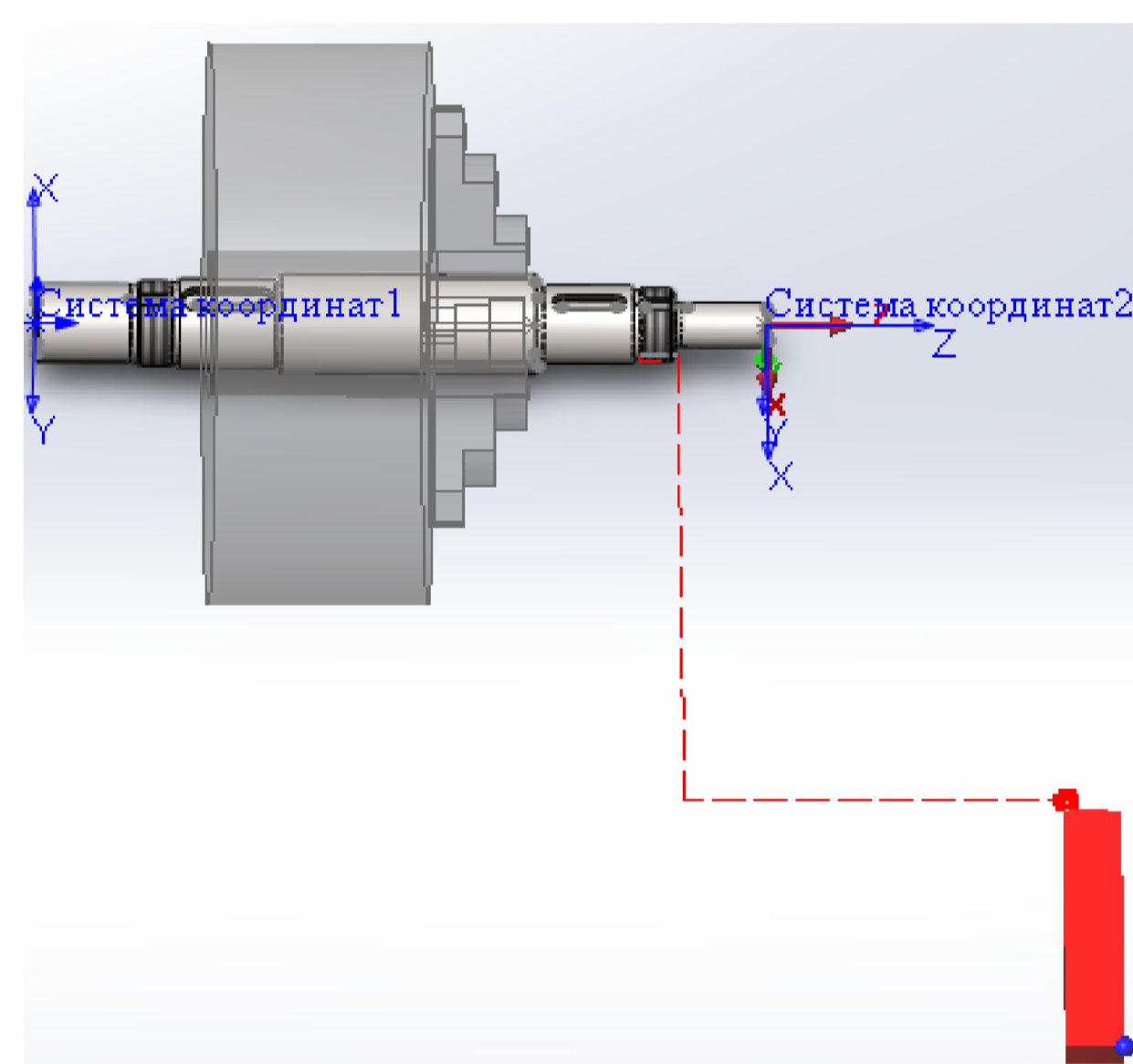
в-точіння зовнішньої поверхні начорно;



г-точіння зовнішньої поверхні начисто;



д-точіння канавки;



е-нарізання різьби;

Керуюча програма обробки

```

O0003
N1 (DCLNR-2525M CNMG-120608)
N2 G50 S3000
N3 T0101
N4 G00 G97 S2188 M03

N5 ('5@=>2>9 B>@5F1)
N6 G54 G00 Z3.04 M08
N7 X50.08
N8 G01 X45. Z5 F.147
N9 X-.792
N10 G00 Z3.04
N11 X45.
N12 Z0
N13 G01 X-.792
N14 G00 Z2.936
N15 X508.
N16 Z127. M09
N17 M01

N18 (6.3MM 60 DEG CENTERDRILL)
N19 G50 S3000
N20 T1212
N21 G00 G97 S200 M03

N22 ('8.5=B@>20=851)
N23 G54 G00 X0 M08
N24 Z5.
N25 G01 Z-5.52 F.056
N26 G00 Z127.
N27 X508.00 M09
N28 M01

N29 (DCLNR-2525M CNMG-120608)
N30 G50 S3000
N31 T0101
N32 G00 G97 S875 M03

N33 ('5@=>20O1)
N34 G54 G00 Z2.54 M08
N35 X46.08
N36 G01 X41. Z0 F.147
N37 Z-99.2
N38 X45.
N39 G00 X50.08
N40 Z0
N41 X37.466
N42 G01 Z-99.2
N43 X41.
N44 G00 X45. Z-98.847
N45 Z0
N46 X33.933
N47 G01 Z-41.067

N48 X34.6 Z-41.401
N49 Z-54.475
N50 X33.933 Z-57.192
N51 Z-57.2
N52 X34.695
N53 G00 X39.013
N54 Z-57.192
N55 X34.695
N56 G01 X33.933
N57 X33.931 Z-57.2
N58 X36.6
N59 Z-97.325
N60 X36.14 Z-99.2
N61 X37.466
N62 G00 X42.546
N63 Z0
N64 X30.399
N65 G01 Z-39.3
N66 X33.933 Z-41.067
N67 G00 X39.013
N68 Z0
N69 X26.866
N70 G01 Z-39.2
N71 X30.199
N72 X30.399 Z-39.3
N73 G00 X35.479
N74 Z0
N75 X23.332
N76 G01 Z-38.937
N77 G02 X25.208 Z-39.2 R1.804
N78 G01 X27.628
N79 G00 X31.946
N80 Z0
N81 X21.621
N82 G01 X19.799
N83 X21.6 Z-.901
N84 Z-37.396
N85 G02 X23.332 Z-38.937 R1.804
N86 G00 X26.225
N87 Z.164
N88 X18.056
N89 G01 X20.6 Z-1.108
N90 Z-37.396
N91 G02 X25.208 Z-39.7 R2.304
N92 G01 X29.784
N93 X33.6 Z-41.608
N94 Z-54.445
N95 X32.801 Z-57.7
N96 X35.6
N97 Z-97.295
N98 X35.1 Z-99.331
N99 Z-99.7
N100 X44.208

N101 G00 Z-96.764
N102 X508.
N103 Z127. M09
N104 M01

N105 (SVJBR-2525M VBMT-160408)
N106 G50 S3000
N107 T0303
N108 G00 G97 S1036 M03

N109 ('8AB>20O1)
N110 G54 G00 Z2.424 M08
N111 X22.848
N112 G01 X17.768 Z-.116 F.229
N113 X20. Z-1.232
N114 Z-37.396
N115 G02 X25.208 Z-40. R2.604
N116 G01 X29.536
N117 X33. Z-41.732
N118 Z-54.46
N119 X30.8 Z-55.56
N120 Z-58.
N121 X34.808
N122 G00 X508.
N123 Z127.

N124 ('8AB>20O2)
N125 G97 S806
N126 Z-94.586
N127 X40.448
N128 G01 X34.5 Z-97.56 F.229
N129 Z-100.
N130 X44.208
N131 G00 X508.
N132 Z127. M09
N133 M01

N134 (NSL-163C NG-3L NT-2RK all 60)
N135 G50 S3000
N136 T1414
N137 G00 G97 S449 M03

N138 ('57L101)
N139 G54 G00 Z-38.5 M08
N140 X40.13
N141 X32.42
N142 G32 Z-54.085 F1.5
N143 X34.05 Z-54.9
N144 G00 X40.13
N145 Z-38.5
N146 X32.19
N147 G32 Z-54.085
N148 X33.82 Z-54.9

N149 G00 X40.13
N150 Z-38.5
N151 X31.79
N152 G32 Z-54.085
N153 X33.42 Z-54.9
N154 G00 X40.13
N155 Z-38.5
N156 X508.
N157 Z127. M09
N158 M30
    
```

MR.ПМКм-29.00.00.000				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підл.	Дата
Розробив	Грицак Р.І.			
Перевірив	Панчук А.Г.			
Т. контр.				
Н. контр.				
Затв.	Панчук В.Г.			
Карта налагодження операцій - Установ 3				Літ.
				Маса
				Масштаб
				Арк.
				Аркушів
				ІФНТУНГ
				ПМКм-23-1
				Формат А1