

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

БР.ПМ-48.00.000.ПЗ

Група ПМ-21-1

Садловський Юрій Володимирович

2025

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут інженерної механіки та робототехніки
Кафедра: комп'ютеризованого машинобудування

Садловський Юрій Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.91
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Розроблення технологічного процесу виготовлення деталі
«Шпindelъ ЕУРН716511.008»
(назва роботи)

Прикладна механіка
(назва освітньої програми)

131 – Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

Садловський Юрій Володимирович
(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Присяжнюк П.М.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

професор _____ Панчук В. Г.
(посада) (підпис) (дата) (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

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень бакалавр

Спеціальність 131 – Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

« ____ » _____ 20__ року

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

Садловський Юрій Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розроблення технологічного процесу виготовлення деталі
«Шпindelъ ЕУРН716511.008»

керівник роботи Присяжнюк П.М.

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

затвержені наказом закладу вищої освіти від “ ____ ” _____ 2025 року № _____

2. Терміни подання студентом роботи 10 червня 2025р.

3. Вихідні дані до роботи: технічний кресленик деталі «Шпindelъ ЕУРН
716511.008 »; тип виробництва: середньо-серійний

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

1. Технологічна частина 2. Конструкторська частина. 3. Вибір засобів технологічного оснащення 4. Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

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

1. Креслення деталі – 1 лист А3. 2. Креслення пристрою фрезерного – 1 лист А1. 3. 3д модель пристрою фрезерного – 1 лист А1. 3 Вибір різального інструменту – 1 лист А1. 5. Візуалізація ЧПК обробки на операцію 020 та 025 і 035 – 1 лист А1, Візуалізація ЧПК обробки на операцію 40 – 1 лист А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-4	Присяжнюк П.М.	25.02.2025	

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітки
1	Конструкторсько-технологічний аналіз	10.03.2025	
2	Проектування технології виготовлення деталі	01.04.2025	
3	Проектування технологічної оснастки.	01.05.2025	
4	Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК	15.05.2025	
5	Захист бакалаврської роботи	17.06.2025	

Студент

_____ Садловський Ю.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ Присяжнюк П.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

“ 25 ” лютого _____ 2025р.

Реферат

Кваліфікаційна бакалаврська робота, присвячена технології виробництва деталі «Шпindelь ЕУРН 716511.008», складається з 70 сторінок, містять 38 рисунків, 12 таблиць та 1 додаток. У роботі використано 11 бібліографічних джерел.

Об'єкт дослідження: механічна обробка.

Предмет дослідження: технологія виготовлення деталі «Шпindelь ЕУРН 716511.008».

Мета роботи: розроблення технології виготовлення «Шпинделя ЕУРН 716511.008».

Основні завдання включали: розробку та оптимізацію технологічного процесу для деталі «Шпindelь ЕУРН 716511.008», вибір сучасного обладнання з ЧПК, проектування фрезерного пристрою, а також розробка керуючої програми для верстату з ЧПК.

У технологічній частині роботи було проаналізовано конструкцію, призначення та умови функціонування деталі, визначено обсяг річного випуску та розмір партії. Також було обрано оптимальний спосіб отримання заготовки, запропоновано проектний технологічний процес, розраховано припуски та режими різання. Конструкторська частина охоплювала проектування фрезерного пристрою для операції 040, підтверджене необхідними розрахунками.

Третій розділ був присвячений підбору верстатів з ЧПК та різального інструменту від Sandvik Coromant.

У четвертому розділі розроблено програму керування для обробки деталі.

Ключові слова: технологічний процес, механічна обробка, режими різання, припуски, якість поверхні, оснащення, імітація, 3D-модель.

Студент Садловський Ю.В.

Summary

This Bachelor's qualification paper on the production technology of the part 'Spindle EURN 716511.008' consists of 70 pages, contains 38 figures, 12 tables and 1 appendix. The work uses 11 bibliographic sources.

Object of research: machining.

Subject of research: manufacturing technology of the part 'Spindle EURN 716511.008'.

Purpose: to develop the manufacturing technology of the 'Spindle EURN 716511.008'.

The main tasks included: development and optimisation of the technological process for the part 'Spindle EURN 716511.008', selection of modern CNC equipment, design of a milling device, and development of a control programme for the CNC machine.

In the technological part of the work, we analysed the design, purpose and operating conditions of the part, determined the annual output and batch size. We also chose the best way to obtain the workpiece, proposed a design process, and calculated the allowances and cutting modes. The design part covered the design of the milling device for operation 040, confirmed by the necessary calculations.

The third section was devoted to the selection of CNC machines and cutting tools from Sandvik Coromant.

In the fourth section, a control programme for machining the part was developed.

Keywords: technological process, machining, cutting modes, allowances, surface quality, tooling, simulation, 3D model.

Student: Sadlovskyi Yu.V.

Зміст

ВСТУП.....	7
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	8
1.1 Опис призначення та конструкції деталі.....	8
1.2 Точність, шорсткість поверхонь і їх взаємне розміщення.....	11
1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	12
1.4. Визначення програми випуску деталей і кількості деталей в партії.....	16
1.5 Методи досягнення заданої точності і шорсткості поверхонь деталі.....	18
1.6 Вибір способу отримання заготовки.....	19
1.7 Проектування технологічного процесу виготовлення деталі.....	20
2. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	23
2.1 Розробка пристрою фрезерного на операцію 040.....	23
2.2 Розрахунок режимів різання.....	24
2.3 Розрахунок сил затиску.....	26
2.4 Розрахунок розмірів пневмоциліндра.....	28
2.5 Розрахунок режимів різання.....	29
3. ВИБІР ЗАСОБІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ.....	31
3.1 Вибір верстатного обладнання.....	31
3.2 Вибір різального інструменту.....	37
4 СТВОРЕННЯ КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ.....	46
4.1 Моделювання деталі «Шпindelь ЕУРН 716511.008».....	46
4.2 Внесення технічних параметрів горизонтального токарного верстата з ЧПК НААС ST-30 в базу даних та формування кошика інструментів операції 020 та 025 і 035.....	46
4.3 Створення керуючої програми обробки на операцію 010.....	50
4.4 Створення керуючої програми обробки на операцію 025.....	51
4.5 Створення керуючої програми обробки на операцію 035.....	56
4.6 Внесення технічних параметрів горизонтального оброблювального центра з ЧПК Cormak H-MILL 800 PREMIUM LINE. в базу даних та формування кошика інструментів на операцію 040.....	60
4.7 Створення керуючої програми обробки на операцію 040 Установ 1.....	61
4.8 Створення керуючої програми обробки на операцію 040 Установ 2.....	65
ВИСНОВКИ.....	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	69

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>		
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		<i>Садловський Ю.В.</i>			Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		<i>Присяжнюк П.М.</i>			6	69	
		<i>Присяжнюк П.М.</i>			<i>ІФНТУНГ</i>		
Затверд.		<i>Панчук В.Г.</i>			<i>ПМ-21-1</i>		

*Пояснювальна
записка*

ВСТУП

Технологія машинобудування – це складна наукова дисципліна, що досліджує процеси механічної обробки деталей, включаючи вибір матеріалів і методи їх виготовлення. Особливу увагу в цій галузі приділяють отриманню деталей потрібної форми з високою точністю та поверхнями, що відповідають заданим технічним вимогам.

У машинобудуванні виникають різні складності під час механічної обробки, особливо при створенні комплексних виробів. Ці труднощі зумовлені необхідністю дотримання суворих технічних стандартів, визначених ще до початку виробництва.

Продуктивність виробництва, технічний розвиток і якість кінцевої продукції значною мірою залежать від впровадження нового обладнання, машин і верстатів. Однією з таких важливих інновацій стало використання верстатів із числовим програмним керуванням (ЧПК).

Поява верстатів з ЧПК була викликана потребою у збільшенні продуктивності праці, оскільки залучення людини як головного елемента управління верстатом стримувало потенціал зростання ефективності обладнання.

Верстати з ЧПК відрізняються гнучкістю виробництва та здатністю до швидкого переналадження для обробки різноманітних деталей. Для цього достатньо лише змінити керуючу програму. Перевірену програму можна використовувати необмежену кількість разів у будь-який момент. Ці верстати забезпечують вищу геометричну точність оброблених деталей завдяки їх статичній та динамічній стійкості, а також підвищеній точності позиціонування та повторюваності руху інструмента відносно заготовки.

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

різьбової 14, прокладки 15, встановленої між кришкою і корпусом. Привода управління, що складається із електропривода 16 чи ручного редуктора 17, який складається із чавунного корпусу 18, в якому змонтовані дві конічні шестерні 19, 20.

Велика конічна шестерня 19 насаджена на втулку 21, на нижньому кінці якої є п'ять кулачків для зчеплення з ведучою втулкою кулачковою її бугельного вузла засувки. На валу малою конічною шестернею насаджений маховик 22. Внутрішня порожнина корпусу закрита кришкою.

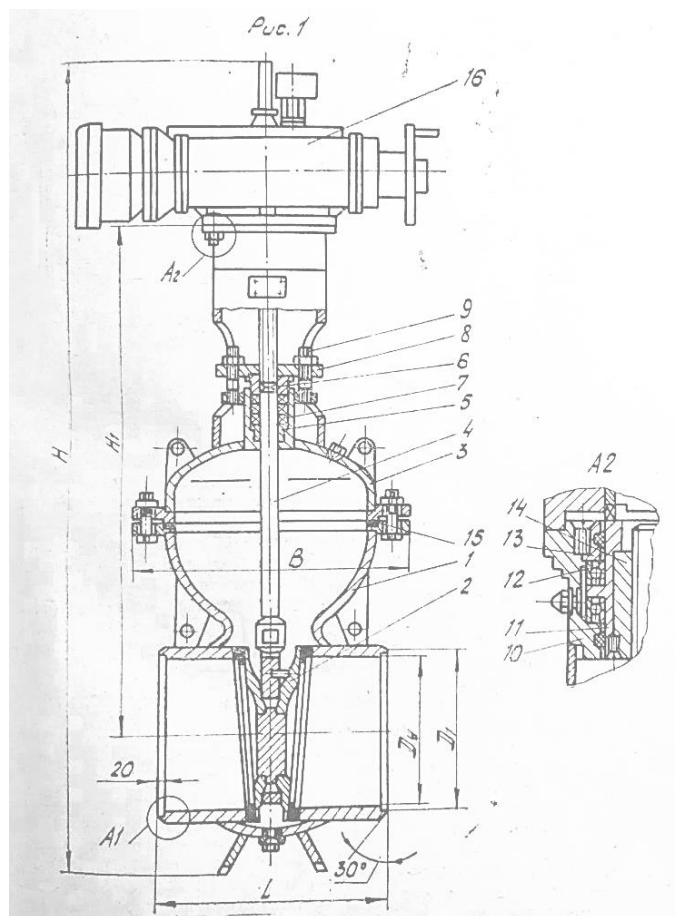


Рисунок 1.2 – Засувка клинова

Деталь шпindelь ЕУРН 716511.008 має форму тіла обертання, яке має невеликі перепади діаметрів .

Матеріал деталі: сталь 20Х13 ДСТУ EN 10088-1:2008

Хімічний склад та механічні властивості Сталі 20Х13 наведено в таблицях 1.1 та 1.2.

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Таблиця 1.1 - Хімічний склад сталі ДСТУ EN 10088-1:2008

C %	Mn %	Cr	S	P	Cu	Ni	Ti
			Не більше, %				
0,16-0,25	0,8	12-14	0,025	0,03	0,3	0,6	0,2

Таблиця 1.2 - Механічні властивості сталі 20X13 ДСТУ EN 10088-1:2008

Марка матеріалу	Твердість по Брінелю НВ, не більше	Границя міцності при розтягу, σв МПа	Пластичність Ψ, %	Відносне видовження, δ, %
Сталь 20X13	180	650	55	16

Схема нумерації поверхонь деталі «Шпиндель ЕУРН 716511.008» зображена на рисунку 1.3.

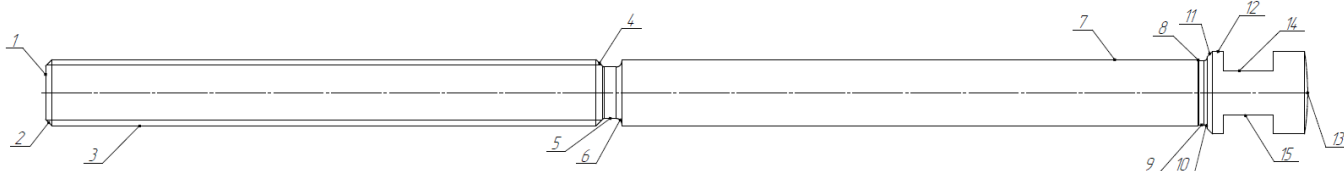


Рисунок 1.3 – Нумерації поверхонь деталі «Шпиндель ЕУРН 716511.008»

1.2 Точність, шорсткість поверхонь і їх взаємне розміщення

Шпиндель ЕУРН 716511.008 являє собою деталь обертання з різними діаметрами шийок, що поступово збільшуються від країв до центральної частини. Для забезпечення довговічності виробу, необхідно провести ретельний технологічний аналіз точності та шорсткості поверхонь цієї деталі. Правильний вибір цих параметрів має ключове значення. Для зручності проведення такого аналізу, зібрані дані будемо систематизувати у таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 – Характеристики точності і шорсткості поверхонь

№ поверхні	Класифікація поверхні	Розмір та точність поверхні	Точність форми і розміщення	Шорсткість мкм
1	Торцева	690 h14 ($_{-2.0}$)	Особливих вимог немає	Ra 6,3
2	Фаска	3,5×45°	Особливих вимог немає	Ra 6,3
3	Різьба	T 36 × 6LH - 7e	Особливих вимог немає	Ra 1,6
4	Фаска	45°	Особливих вимог немає	Ra 6,3
5	Канавка	$\varnothing 28$ h14 ($_{-0.48}$) 10 ±0,5	Особливих вимог немає	Ra 6,3
6	Скруглення	R3	Особливих вимог немає	Ra 6,3
7	Зовнішня циліндрична	$\varnothing 36$ d11 ($_{-0.24}^{+0.08}$)	Радіальне биття не більше 0.08 мм відносно бази Б	Ra 0,4
8	Фаска	45°	Особливих вимог немає	Ra 6,3
9	Канавка	$\varnothing 35$ h14 ($_{-0.62}$) 5 ±0,5	Особливих вимог немає	Ra 6,3
10	Скруглення	R1,5	Особливих вимог немає	Ra 6,3
11	Конусна поверхня	45°	Радіальне биття не більше 0.03 мм відносно бази В	Ra 0,8
12	Зовнішня циліндрична	$\varnothing 45$ h14 ($_{-0.62}$)	Особливих вимог немає	Ra 6,3
13	Сферична	R150 h14	Особливих вимог немає	Ra 6,3
14,15	Паз	27×26	Особливих вимог немає	Ra 6,3

В конструкції деталі найвідповідальнішими і найточнішими поверхнями є: поверхня 7, задана розміром $\varnothing 36 d_{11}^{(+0.08)}_{(-0.24)}$ шорсткістю Ra 0,4 та конусна поверхня 11, з шорсткістю Ra 0,8.

1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі

Аналіз технологічних властивостей деталі охоплює чотири ключові аспекти: можливість виготовлення заготовки, задану точність, необхідну шорсткість поверхні та оброблюваність матеріалу різанням. Кожен із цих критеріїв є визначальним для вибору найбільш ефективного виробничого процесу та подальшого успішного використання деталі.

Аналіз технологічності деталі «Шпindelь ЕУРН 716511.008 » за параметром «Можливість виготовлення заготовки».

Для забезпечення технологічності конструкції деталі необхідно ретельно підійти до вибору матеріалу та методу виробництва заготовки. У випадку деталі "Шпindelь ЕУРН 716511.008", виготовленої зі сталі 20Х в умовах середньосерійного виробництва, оптимальним вибором є штучна заготовка з гарячекатаного круглого сортового прокату [2].

Виходячи з цього, можна стверджувати, що технологічність даної деталі щодо можливості виготовлення заготовки є цілком задовільною.

Аналіз технологічності конструкції деталі «Шпindelь ЕУРН 716511.008» за параметром «Точність».

Для забезпечення технологічності конструкції деталі необхідно визначити оптимальний рівень точності її поверхонь. Це дозволить ефективно використовувати ресурси як на етапі виготовлення, так і під час експлуатації, відповідно до встановлених критеріїв якості, обсягів виробництва та умов роботи.

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Оцінка точності поверхонь деталі вимагає застосування відповідних методів вимірювань та аналізу. Середній показник точності поверхонь може бути розрахований як середнє арифметичне відхилення вимірних значень від заданих нормативів або проектних вимог. Важливо пам'ятати, що рівень точності безпосередньо впливає на ресурсні витрати та загальну якість деталі. У даному випадку оцінка точності деталі базуватиметься на середній точності її поверхонь.

Таблиця 1.4 – Аналіз точності поверхонь деталі «Шпиндель ЕУРН 716511.008»

T_i	n_i	$T_i n_i$
8	1	8
11	1	11
14	13	182
	$\Sigma n_i = 15$	$\Sigma T_i n_i = 201$

Проведемо визначення середньої точності деталі, яка буде рівною:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\Sigma T_i n_i}{\Sigma n_i} = \frac{201}{15} = 13,4 \approx 14.$$

Виходячи з того, що середня точність поверхні деталі оцінюється як 14 за відповідною шкалою якості, можна стверджувати, що цей рівень точності є невисоким. Це свідчить про можливість обробки більшості поверхонь за допомогою ефективних методів на верстатах зі стандартною точністю. Застосування таких підходів може значно спростити виробничий процес та зменшити витрати ресурсів на виготовлення цієї деталі.

Найвищу точність мають:

-шийки валу $\varnothing 36 d_{11} \begin{pmatrix} +0.08 \\ -0.24 \end{pmatrix}$, Забезпечити таку точність можна на токарних верстатах з числовим програмним управлінням.

Оскільки деталь є тілом обертання, для забезпечення високої точності діаметральних розмірів доцільно використовувати торцеві поверхні для базування. Такий підхід легко реалізується під час обробки деталі в центрах. Використання центрів дозволяє стабілізувати деталь у процесі обробки, гарантуючи оптимальне позиціонування та надійну фіксацію. Це допомагає уникнути вібрацій і забезпечити високу якість обробки з мінімальними відхиленнями.

Таким чином, базування цієї деталі не викликає труднощів, оскільки розміри на кресленні проставлені коректно.

Отже, можна зробити висновок, що з точки зору забезпечення точності дана деталь є технологічною. Успішне базування та врахування всіх технологічних аспектів свідчать про можливість її ефективного виготовлення та досягнення встановлених стандартів якості.

$$K_T = 1 - 1/T_{cp} = 1 - 1/14 = 0,92.$$

Деталь вважається технологічною за коефіцієнтом точності обробки, оскільки проводиться відповідна перевірка: $0,92 > 0,8$ ($K_T > 0,8$).

Аналіз технологічності конструкції деталі «Шпindelь ЕУРН 716511.008» за параметром «Шорсткість».

Технологічність конструкції досягається шляхом вибору такої шорсткості поверхонь, що забезпечує оптимальні витрати ресурсів як на етапі виробництва, так і під час подальшої експлуатації деталі. При цьому враховуються встановлені стандарти якості, обсяги випуску та умови роботи.

Наразі проводиться оцінка шорсткості поверхні деталі, визначаючи її середній клас.

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Таблиця 1.5 – Аналіз шорсткості поверхонь деталі «Шпиндель ЕУРН 716511.008»

$Ш_i$	n_i	$Ш_i n_i$
Ra (0,4)	1	0,4
Ra (0,8)	1	0,8
Ra (1,6)	1	1,6
Ra (6,3)	12	75,6
	$\Sigma n_i = 15$	$\Sigma Ш_i n_i = 78,4$

Визначимо середню шорсткість деталі, яка буде рівною:

$$Ш_{\text{ср}} = \frac{\Sigma Ш_i n_i}{\Sigma n_i} = \frac{78,4}{15} = 5,22 \approx 5,3 \text{ (Ra 6,3)}.$$

Таким чином, середня шорсткість поверхні деталі "Шпиндель ЕУРН 716511.008" становить Ra 6,3. Цей рівень шорсткості дозволяє ефективно обробляти більшість поверхонь, застосовуючи продуктивні методи з мінімальними ресурсними витратами.

Оскільки ця деталь є тілом обертання, основним і найефективнішим методом її обробки є точіння на верстатах токарної групи. Цей процес забезпечує високу точність і якість обробки, особливо для циліндричних поверхонь.

Точіння є поширеним методом для виготовлення деталей з обертовою симетрією, гарантуючи досягнення необхідних геометричних параметрів та технічних характеристик. Загалом, можна зробити висновок, що з точки зору можливості забезпечення шорсткості, деталь має задовільну технологічність.

Визначаю коефіцієнт шорсткості поверхонь:

$$K_{\text{ш}} = 1/Ш_{\text{ср}} = 1/5 = 0,2.$$

Деталь є технологічною за коефіцієнтом шорсткості поверхні, оскільки проводиться відповідна перевірка: $0,2 < 0,32$ ($K_{\text{ш}} < 0,32$).

Аналіз технологічності конструкції деталі «Шпиндель ЕУРН 716511.008» за параметром «Оброблюваність різанням».

Оброблюваність різанням визначає, наскільки легко або складно матеріал деталі піддається обробці ріжучими інструментами під час виробництва. Цей показник є критично важливим для ефективного виробничого процесу, оскільки він впливає на якість обробки, довговічність інструментів та загальні ресурсні витрати.

Технологічність конструкції деталі "Шпиндель ЕУРН 716511.008" за критерієм "оброблюваність різанням" досягається завдяки вибору матеріалу з відповідними властивостями. У цьому випадку, обрана сталь 20Х має коефіцієнт оброблюваності $K_{об} = 0,75$ ([3], стор. 103), що свідчить про її задовільну оброблюваність різанням. Це дозволяє оптимізувати витрати ресурсів на виготовлення та експлуатацію деталі, враховуючи стандарти якості, обсяги виробництва та умови використання.

Таким чином, можна зробити висновок, що конструкція деталі "Шпиндель ЕУРН 716511.008" є технологічною з точки зору оброблюваності різанням.

1.4. Визначення програми випуску деталей і кількості деталей в партії

Програма виробництва деталей – це комплексний план або набір вказівок, що визначають обсяги та послідовність виготовлення деталей на виробничому підприємстві чи лінії протягом певного періоду. Вона формується з урахуванням ринкового попиту, наявних виробничих потужностей, технічних обмежень та стратегічних цілей компанії.

На робочому кресленні задано масу деталі: 5,7 кг.

У відповідності до завдання вибираємо попередній тип виробництва: середньо-серійний.

Вибираємо річну програму випуску деталей: $N = 500$ шт. ([4], таблиця 1.1, с.5.)

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Розрахуємо кількість деталей в партії:

$$n_p = \frac{N \cdot a}{F},$$

де $a = 12$ днів – періодичність запуску виробів;

$F = 261$ – число робочих днів в році.

Отже,

$$n_p = \frac{500 \cdot 12}{261} = 27,58 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n_p = 28$ шт.

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

1.5 Методи досягнення заданої точності і шорсткості поверхонь деталі

Опишемо методи механічної обробки кожної поверхні за з метою досягнення визначеної точності розмірів та якості. Отримані результати записуємо у таблицю 1.6.

Таблиця 1.6 – Методи досягнення заданої точності і шорсткості поверхонь деталі

№ поверхні	Розмір та точність поверхні	Послідовність обробки (методи, вид)	Тип верстату	Шорсткість мкм
1	$700 h14 \left(\begin{matrix} \\ -1,4 \end{matrix} \right)$	Чорнове фрезерування	Фрезерно-центрувальний	Ra 6,3
2	$3,5 \times 45^\circ h14$	Чорнове точіння	Токарний з ЧПК	Ra 6,3
3	T 36 x 6LN - 8e	Чорнове точіння Чистове точіння Тонке точіння Нарізання різьби	Токарний з ЧПК	Ra 1,6
4	$x45^\circ h14$	Чорнове точіння	Токарний з ЧПК	Ra 6,3
5	$\varnothing 28 h14 \left(\begin{matrix} \\ -0.48 \end{matrix} \right)$	Чорнове точіння	Токарний з ЧПК	Ra 6,3
6	R3 h14	Чорнове точіння	Токарний з ЧПК	Ra 6,3
7	$\varnothing 36 d11 \left(\begin{matrix} +0.08 \\ -0.24 \end{matrix} \right)$	Попереднє точіння Чистове точіння Чистове шліфування Тонке шліфування	Токарний з ЧПК Круглошліфувальна з ЧПК	Ra 0,4
8	$x45^\circ h14$	Чорнове точіння	Токарний з ЧПК	Ra 6,3
9	$\varnothing 35 h15 \left(\begin{matrix} \\ -0.38 \end{matrix} \right)$	Чорнове точіння	Токарний з ЧПК	Ra 6,3
10	R1,5 h14	Чорнове точіння	Токарний з ЧПК	Ra 6,3
11	$x45^\circ h14$	Чорнове точіння Чистове шліфування	Токарний з ЧПК Круглошліфувальна з ЧПК	Ra 0,8
12	$\varnothing 45 h14 \left(\begin{matrix} \\ -0.68 \end{matrix} \right)$	Чорнове точіння	Токарний з ЧПК	Ra 6,3
13	R150 h14	Чорнове точіння	Токарний з ЧПК	Ra 6,3
14,15	27x10,5	Чорнове фрезерування	Вертикально-фрезерний з ЧПК	Ra 6,3

1.6 Вибір способу отримання заготовки

Деталь "Шпindelь ЕУРН 716511.008" має просту конфігурацію тіла обертання з зовнішнім діаметром 50 мм і довжиною 702 мм.

Для мінімізації собівартості виробництва цієї деталі критично важливим є вибір заготовки, що максимально відповідає формі готового виробу. Оскільки якість і вартість є основними критеріями, сталевий прокат виступає оптимальним рішенням. Цей варіант забезпечує необхідну точність та якість за прийнятною ціною. Правильний вибір заготовки дозволяє зменшити витрати на подальшу обробку та припуски, що в кінцевому підсумку знижує загальну собівартість виготовлення деталі. З огляду на нескладну циліндричну форму штока з незначним перепадом діаметрів, використання штампованої заготовки є економічно недоцільним. Тому більш раціональним буде вибір прокату звичайної точності.

Вибираю заготовку- прокат сортовий гарячекатаний за ДСТУ 4738:2007 звичайної точності. На кресленні вказано, що заготовка – круглий прокат діаметром 50мм, звичайної точності за ДСТУ 4738:2007, тобто, $\varnothing 50_{-1,0}^{+0,4}$

Матеріал деталі - Сталь 20Х13 ДСТУ EN 10088-1:2008 – добре піддається обробці тиском.

Згідно ДСТУ 4738:2007 маса 1м.п прокату діаметром 50мм складає 15,413кг. Припуск на чорнову обробку торців 2 та 10мм ([5],стор 43). Довжина заготовки з врахуванням припусків на фрезерування торців – 702 ± 1 мм

Маса заготовки складатиме $m_{\text{заг}} = 15,413 * 0,72 = 10,82$ кг

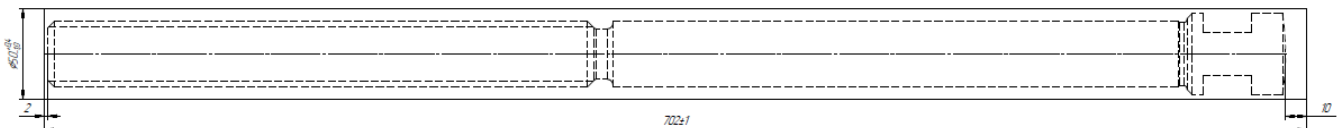


Рисунок 1.4 – Ескіз заготовки

Визначення коефіцієнта використання матеріалу.

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{заг}}} = \frac{5,7}{10,82} = 0,53.$$

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

1.7 Проектування технологічного процесу виготовлення деталі

Технологія виготовлення цієї деталі буде представлена у вигляді керуючих програм (КП), які можна перевірити за допомогою модуля імітаційного моделювання. Деталь має ряд уступів, які потрібно виконати з однієї установки. Оскільки деталь довга, для закріплення деталі в центрах необхідно збільшити довжину деталі на величину т.з. «мертвої зони», $l=8\text{мм}$, яка буде обрізатися на токарній операції перед переходом точіння сферичної поверхні. Ця величина врахована в довжині заготовки. Маршрут обробки деталі наведений у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Маршрут обробки деталі

№ операції	Назва та зміст операції	Тип і модель верстату, пристрій, інструмент	Схема базування
1	2	3	4
010	Фрезерно-центрувальна 1. Фрезерувати торці пов. 1 та пов.16, витримати розмір 700h15. 2.Свердлити центрові отвори А3,15 ГОСТ 14034-74 на пов. 1 та 16	Фрезерно-центрувальний верстат мод. HG-1500 Лещата 7200-0228 Фреза торцева VRF90-AP16-D040-d16-Z04 Свердло центрове HSS DIN 333 A-D3,15	Рис 1.5
015	Термічна	Електропіч СДО 14.36.10/12,5	-
020	Токарна з ЧПК 1. Точити начорно поверхню 12.	Токарний верстат з ЧПК мод. HAAS ST-30 Патрон трьохкулачковий ROEHM_431565 Різець прохідний «DCLNR 2525M 12» з різальною пластиною «CNMG 12 04 04-PM 4425»	Рис 1.6
025	Токарна з ЧПК 1.Точити начорно поверхню 2. 2.Точити начорно поверхню 3. 3.Точити начисто поверхню 3. 4.Точити тонко поверхню 3. 5.Точити різьбу начисто поверхню 3. 6.Точити начорно поверхню 4. 7.Точити начорно поверхню 5.	Токарний верстат з ЧПК мод. HAAS ST-30 Патрон трьохкулачковий ROEHM_431565 Різець прохідний «DCLNR 2525M 12» з різальною пластиною «CNMG 12 04 04-PM 4425» Різець прохідний	

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

	8.Точити начорно поверхню 6. 9.Точити попередньо поверхню 7. 10.Точити начисто поверхню 7. 11.Точити начорно поверхню 8. 12.Точити начорно поверхню 9. 13.Точити начорно поверхню 10. 14.Точити начорно поверхню 11.	«SVJBR 2525M 16» з різальною пластиною «VBMТ 16 04 04-UM 4425» Різьбовий різець «266RFG-2525-22» з різальною пластиною «266RG-22TR01F600E 1020»	
030	Круглошліфувальна з ЧПК 1. Начисто шліфувати поверхню 7 витримуючи шорсткість Ra 0,4. 2.Тонко шліфувати поверхню 7 витримуючи шорсткість Ra 0,4. 3. Начисто шліфувати поверхню 1 витримуючи шорсткість Ra 0,8	Круглошліфувальний верстат з ЧПК Tsugami серії G300F Центри MT5-D12-60C Круг 1 ПП 400x80x127 63С 20-П С1 7 КГП 35 м/с 1кл. А Круг 1 ПП 400x13x127 24А 10-П М3 7 КГП 35 м/с 1кл. А	Рис 1.7
035	Токарна з ЧПК 1.Точити начорно поверхню 13.	Токарний верстат з ЧПК мод. HAAS ST-30 Патрон трьохкулачковий ROEHM_431565 Різець прохідний «DCLNR 2525M 12» з різальною пластиною «CNMG 12 04 04-PM 4425»	Рис 1.8
040	Фрезерна з ЧПК 1.Фрезерувати начисто поверхню 14. 2.Переустановити деталь 3.Фрезерувати начисто поверхню 15.	Горизонтальний оброблювальний центр з ЧПК Cormak H-MILL 800 Фреза кінцева «2P342-1400- PB P2BM» Пристрій фрезерний	Рис 1.9

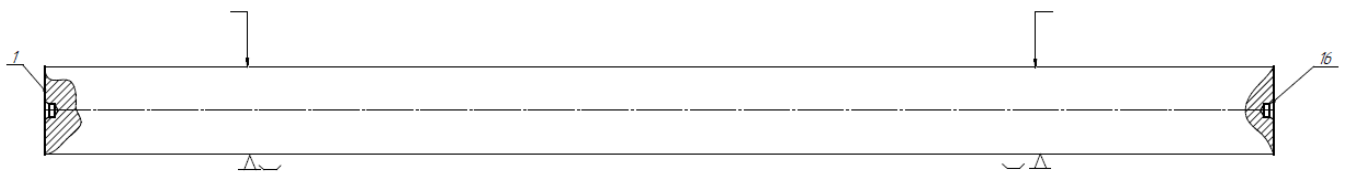


Рисунок 1.5 – Схема базування на операцію 010

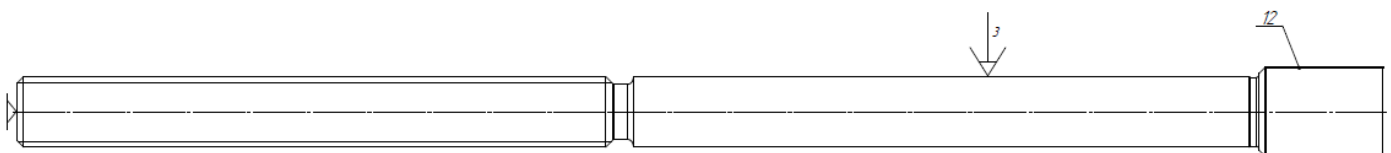


Рисунок 1.6 – Схема базування на операцію 020

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

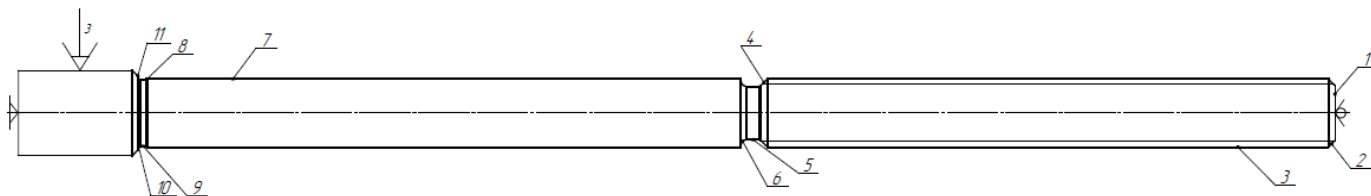


Рисунок 1.7 – Схема базування на операцію 025

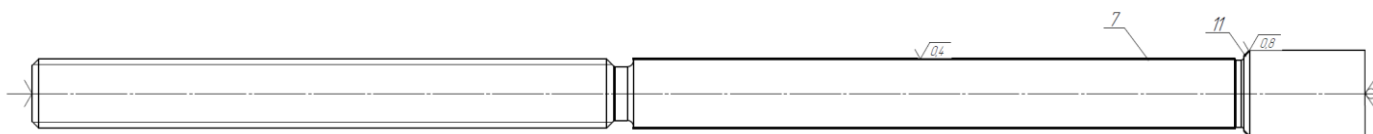


Рисунок 1.8 – Схема базування на операцію 030

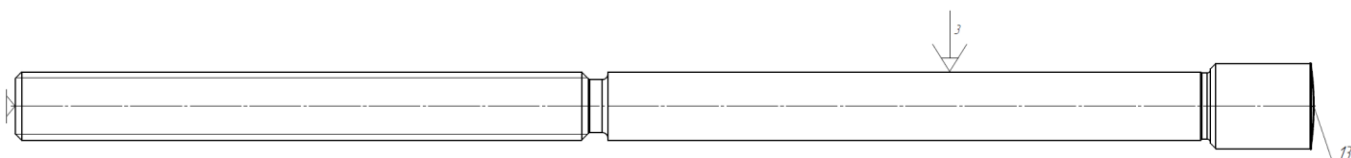


Рисунок 1.9 – Схема базування на операцію 035

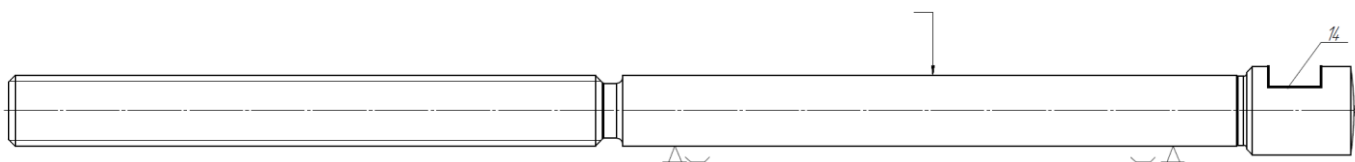


Рисунок 1.10 – Схема базування на операцію 040 Установ 1

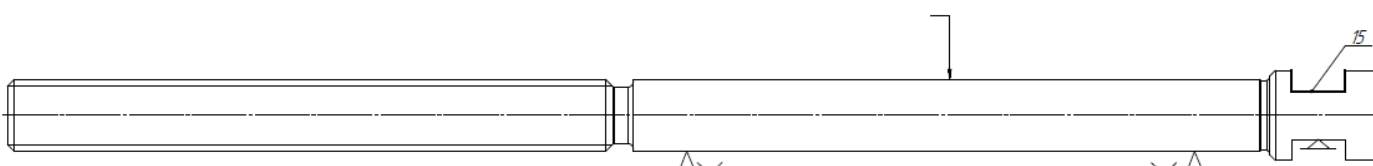


Рисунок 1.11 – Схема базування на операцію 040 Установ 2

2. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Розробка пристрою фрезерного на операцію 040

Опис конструкції та принцип роботи пристрою

Даний пристрій призначений для обробки на операції 40, призначений для надійного встановлення та фіксації деталі під час фрезерування двох пазів.

Його загальний вигляд представлений на листі 3. Основу конструкції становить плита (1), до якої прикріплені дві напрямні шпонки (2) та пневмоциліндр (3). Деталь розміщується на двох призмах (23), які встановлюються на підставки (14) та фіксуються гвинтами (17). Також до плити (1) приєднані упор (10) і корпус (11) з нижнім упором (12) та ручкою (13), що дозволяє відтискати цей нижній упор.

Затиск деталі відбувається шляхом подачі стисненого повітря у верхню частину пневмоциліндра. Під дією повітря поршень (4) зі штоком (6) опускається вниз. До штока прикріплений прижим (7), який надійно фіксує деталь. Розкріплення деталі здійснюється після припинення подачі повітря, коли пружина (22), працюючи на розтиск, піднімає прижим разом зі штоком у вихідне положення.

Коефіцієнт уніфікації

Щоб оцінити, наскільки оптимально використовуються стандартні чи уніфіковані компоненти в конструкції пристрою, ми використовуємо спеціальний розрахунковий метод:

$$K_{np} = \frac{\sum_{заг} - \sum_o}{\sum_{заг}} \cdot 100\% = \frac{47 - 16}{47} \cdot 100\% = 65,9\%,$$

де, $\sum_{заг}=47$ – загальна кількість найменувань типорозмірів компонентів пристрою визначаємо шляхом підрахунку

$\sum_o=16$ – кількість назв типорозмірів оригінальних деталей та вузлів визначається підрахунком

$$K_{np}=65,9\%.$$

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

2.2 Розрахунок режимів різання

Для розрахунку сили затиску необхідно порахувати режими різання на операцію 40 при фрезеруванні кінцевою фрезою Ø14 мм.

Вихідні дані для розрахунку:

Діаметр фрези $D = 14$ мм;

За довідником: ([5] ст.41) вибираємо подачу на зуб $S_z = 0,073$ мм/об.

Швидкість різання визначаємо за формулою:

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

З довідника ([5] ст.69), вибираємо показники степеня:

де $C_v = 46,7$ – сталий коефіцієнт;

$q = 0,45$ – показник ступеня при фрезеруванні;

$y = 0,5$ – показник ступеня при подачі ;

$x = 0,5$ – показник ступеня при глибині фрезерування;

$u = 0,1$ – показник ступеня при довжині фрезерування;

$p = 0,1$ – показник ступеня при кількості зубів

$m = 0,33$ – показник ступеня при стійкості інструменту;

$B = 27$ мм – ширина фрезерування

$t = 10,5$ мм – глибина фрезерування

$T = 80$ хв. – період стійкості фрези із швидкорізальної сталі ([5] ст.71);

K_v - поправочний коефіцієнт, що враховує умови різання, визначається за формулою:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} ,$$

Поправочний коефіцієнт K_{mv} що враховує вплив фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу на швидкість різання визначається за формулою ([5] ст.39)

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{770}{\sigma^s} \right)^{nv}$$

$K_{\Gamma} = 0,8$ - коефіцієнт, що характеризує групу сталі за оброблюваністю ([5] ст.39);

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

$pv = 1,3$ – показник ступеня при обробленні ([5] ст.69);

$$K_{mv} = 0,8 \left(\frac{770}{750} \right)^{1,3} = 0,828$$

$K_{nv} = 0,85$ – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки ([5] ст.41);

$K_{iv} = 0,7$ – коефіцієнт, що враховує матеріал інструмента ([5] ст.69);

Число обертів розраховується по формулі:

$$K_v = 0,828 \cdot 0,85 \cdot 0,7 = 0,49$$

По формулі визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{46,7 \cdot 14^{0,45}}{80^{0,33} \cdot 10,5^{0,5} \cdot 0,073^{0,5} \cdot 27^{0,1} \cdot 4^{0,1}} \cdot 0,49 = 12,63 \frac{м}{хв.}$$

Число обертів розраховується по формулі ([5] ст.61):

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 12,63}{3,14 \cdot 12} = 287,3 \text{ об/хв.},$$

Приймається число обертів шпинделя $n = 300$ об/хв.

Фактична швидкість різання визначається за формулою:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 12 \cdot 300}{1000} = 13,18 \text{ м/хв.}$$

Осьова сила різання P_z розраховується по формулі ([5] ст.72):

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

де $n = 300$ – частота обертання фрези, об/хв;

$z = 4$ – кількість зубів фрези;

Значення коефіцієнта C_p і показників ступеня у формулі колової сили P_z , беремо з таблиці 47 ст.73 [5]

$C_p = 68,2$ – сталий коефіцієнт;

$q = 0,86$ – показник ступеня при фрезеруванні;

$u = 0,72$ – показник ступеня при подачі;

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

$x = 0,86$ – показник степеня при глибині фрезерування;

$u = 0,5$ – показник степеня при довжині фрезерування;

$w = 0$ – показник степеня при стійкості інструменту;

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 10,5^{0,86} \cdot 0,073^{0,72} \cdot 27^{0,5} \cdot 4}{14^{0,86} \cdot 300^0} \cdot 1,03 = 1732 \text{ Н}$$

Поправковий коефіцієнт K_{mp} визначається за формулою:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma^6}{750} \right)^n$$
$$K_{mp} = \left(\frac{770}{750} \right)^{1,35} = 1,03$$

де $n = 1,35$ – показник степеня.

де D – діаметр фрези, мм;

Потужність різання. Ефективна потужність різання, кВт

$$N = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 1020} = \frac{1732 \cdot 13,18}{60 \cdot 1020} = 0,373 \text{ Нм}$$

2.3 Розрахунок сил затиску

Розраховані в розділі 2.2 сили різання створюють крутний момент $M_{крPz}$ під впливом сили P_z , який прагне обернути деталь у призмі.

Для визначення сили закріплення складаємо схему закріплення деталі в пристрої на операції (рис.2.1). На схемі вкажемо сили різання, а також реакції опор та сили тертя.

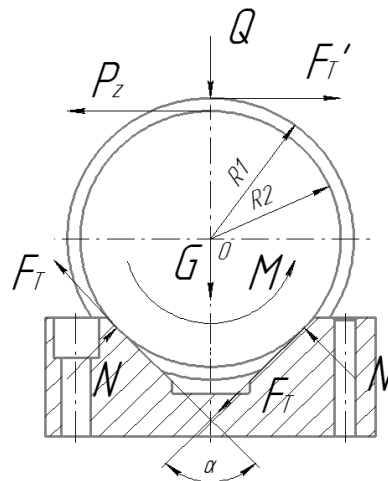


Рисунок 2.1 – Схема закріплення деталі в пристрої.

										Арк.
										26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-48.00.000 ПЗ					

Отже, як видно із схеми найбільший вплив на деталь має сила P_z та створений нею обертовий момент M . Тому розрахунок сили закріплення проводимо з умови не прокручування від моменту сили різання M .

Складаємо рівняння рівноваги відносно т.О:

$$\sum M_o = 0 \quad | \quad (Q + G) \cdot f_1 \cdot R_1 + 2(Q + G) \cdot f_2 \cdot R_2 \cdot \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - K \cdot M = 0;$$

$$Q = \frac{K \cdot M}{f_1 \cdot R_1 + 2 \cdot f_2 \cdot R_2 \cdot \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}}} - G;$$

де f_1, f_2 – коефіцієнти тертя між затискним елементом та деталлю і призмою та деталлю, $f_1 = f_2 = 0,15$;

Q – необхідна сила затиску, Н;

G – вага деталі, Н;

R_1 – радіус поверхні закріплення, мм;

R_2 – радіус установочної поверхні, мм;

M – крутний момент, Н · мм;

α – кут призми, град.;

K – коефіцієнт запасу;

$K = 2,5$

$$P_z = 1732 \text{ Н}$$

$$M = P_z \cdot R_2 = 1732 \cdot 0,018 = 31,17 \text{ Нм}$$

$$Q = \frac{2,5 \cdot 31,17}{0,15 \cdot 0,018 + 2 \cdot 0,15 \cdot 0,018 \frac{1}{\sin 45}} - 558 = 637,7 \text{ Н}$$

Складаємо розрахункову схему для визначення зусилля затиску:

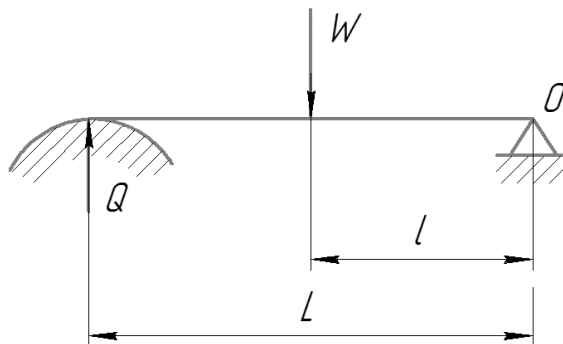


Рисунок 2.2 – Схема механізму затиску

						<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			27

Складаємо рівняння моментів сил відносно опори O і визначаємо силу затиску:

$$\sum M_O = 0; QL\eta - Wl = 0; W = \frac{QL}{l}\eta$$

де l і L – конструктивні розміри;

η – коефіцієнт, що враховує втрати на тертя в опорі важеля, $\eta \approx 0,95$.

$$W = \frac{637,7 \cdot 0,175}{0,070} \cdot 0,95 = 1514,53 \text{ Н}$$

2.4 Розрахунок розмірів пневмоциліндра.

Для пневмоприводу технологічного обладнання найбільш прийнятними є значення p_n від 0,4 до 1,0 МПа. Приймаємо робочий тиск $p_n = 0,4$ МПа

Діаметр поршня пневмоциліндра з одностороннім штоком визначається за формулою

$$D_{\Pi} = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot p \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 42,62}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,5}} = 98,21 \text{ мм}$$

де p – тиск повітря в мережі,

η_m – механічний к.к.д. пневмоциліндра.

Діаметр поршня, визначений за формулою, округлюється до найближчих стандартних значень.

Приймаю $D_{\Pi} = 100$ мм, діаметр штока $D_{\text{ш}} = 25$ мм, зусилля на штоці 2700 Н

Вибраю пневмоциліндр серія XB, ISO 15552, діаметр 100 мм / хід 25 мм, виробник Aigner серія X.

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

2.5 Розрахунок режимів різання

Для вибору оптимальних режимів різання на різних типах верстатів я використовував онлайн-сервіс SANDVIK Coromant. Цей ресурс відомий своєю високою якістю інформації та надійними результатами.

Веб-сайт дозволяє швидко знаходити потрібний інструмент, застосовуючи різноманітні фільтри, такі як тип інструменту, матеріал обробки, форма заготовки тощо. Отже, я ввів необхідні параметри, обрав характеристики верстатів, на яких планувалися операції, і отримав значення режимів різання, які були внесені до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1– Режими різання

№ Оп.	Назва та зміст операції	Розміри оброблюваної поверхні		Режими різання				Основний час To, хв.
		D, мм.	L, мм.	t, мм.	S, мм/об	V, м/хв.	n, хв.-1	
010	Фрезерно-центрувальна 1. Фрезерувати торці пов. 1 та пов.16, витримати розмір 700h15.	50	2	1	0,7	220	200	0,450 0,300
	2.Свердлити центрові отвори А3,15 ГОСТ 14034-74 на пов. 1 та 16	6,3	8	-	0,12	150	500	0,150
020	Токарна з ЧПК 1. Точити начорно поверхню 12.	50	65	2,5	0,35	249	1760	0,266
025	Токарна з ЧПК 1. Точити начорно поверхню 2.	36	3,5	1	0,35	249	1850	9,209 0,090
	2. Точити начорно поверхню 3.	37	305	1	0,35	249	2140	1,960
	3. Точити начисто поверхню 3.	36,2	305	0,5	0,20	280	2400	0,990
	4. Точити тонко поверхню 3.	36	305	0,2	0,20	300	2810	0,894
	5. Точити різьбу начисто поверхню 3.	36	305	0,5	6	99,4	879	1,550
	6. Точити начорно поверхню 4.	28	-	0,5	0,35	249	1850	0,090
	7. Точити начорно поверхню 5.	28	7	0,5	0,35	249	1850	0,120
	8. Точити начорно поверхню 6.	28	3	0,5	0,35	249	1850	0,080
	9. Точити попередньо поверхню 7.	37	315	1	0,35	249	1850	1,580
	10. Точити начисто поверхню 7.	36	315	1	0,2	280	240	1,450
	11. Точити начорно поверхню 8.	35	0,5	0,5	0,35	249	1850	0,050
	12. Точити начорно поверхню 9.	35	3	0,5	0,35	249	1850	0,150

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

	13. Точити начорно поверхню 10.	35	1,5	0,5	0,35	249	1850	0,110
	14. Точити начорно поверхню 11.	45	-	0,5	0,35	249	1850	0,095
030	Круглошліфувальна з ЧПК				S _{м/х} в			3,48
	1. Начисто шліфувати поверхню 7 витримуючи шорсткість Ra 0,4.	36	320	0,05	20		Vk/Vd 50/50	1,450
	2. Тонко шліфувати поверхню 7 витримуючи шорсткість Ra 0,4.	36	320	0,05	S _{м/х} в 25		Vk/Vd 60/60	1,880
	3. Начисто шліфувати поверхню 1 витримуючи шорсткість Ra 0,8	45	2	0,05	S _{м/х} в 15		Vk/Vd 30/30	0,150
035	Токарна з ЧПК							0,535
	1. Точити начорно поверхню 13.	50	10	2	0,35	249	1760	
040	Фрезерна з ЧПК							2,920
	1. Фрезерувати начисто поверхню 14.	27	38	10,5	0,73	13,18	300	1,460
	2. Переустановити деталь	-	-	-	-	-	-	-
	3. Фрезерувати начисто поверхню 15.	27	38	10,5	0,73	13,18	300	1,460

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

3. ВИБІР ЗАСОБІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ

3.1 Вибір верстатного обладнання.

Для обробки деталі «Шпиндель ЕУРН 716511.008» у запропонованому технологічному процесі було обрано наступне технологічне оснащення з числовим програмним керуванням (ЧПК): фрезерно-центрувальний верстат HG-1500, горизонтально-токарний верстат HAAS ST-30, горизонтальний оброблювальний центр Cormak H-MILL 800 PREMIUM LINE та круглошліфувальний верстат Tsugami серії G300F. Технічні характеристики цих верстатів будуть представлені нижче

Фрезерно-центрувальний верстат HG-1500

Горизонтально розташовані фрезерні та свердлильні шпинделі гарантують ідеальну паралельність оброблених торцевих поверхонь та співвісність центрових отворів. Обробка торців і отворів відбувається за одну установку, що забезпечує точну перпендикулярність осей отворів до торців.

Це має особливе значення для подальшої обробки валів. Ці верстати призначені для підготовки заготовок типу осей та валів до наступних етапів механічної обробки. Одночасна обробка торців виконується за допомогою двох синхронно працюючих шпинделів. Заготовка надійно фіксується у лещатах, а фрезерні та свердлильні шпинделі розміщені попарно в агрегатних головках.

Таблиця 3 - Технічні характеристики фрезерно-центрувального верстата HG-1500

Максимальний діаметр заготовки:	150мм
Довжина заготівлі	600-1500 мм
Затискач	гідравлічний самоцентруючий
Частота обертання шпинделя (свердління) max	3000/хв
Частота обертання шпинделя (фрезерування) max	1500/хв
Швидкі рухи	15 м/хв
Кількість шпинделів	4
Потужність шпинделя	5,5/7,5 кВт
Маса	6000 кг



Рис. 3. Фрезерно-центрувальний верстат HG-1500

Горизонтально-токарний верстат з ЧПК HAAS ST-30

Токарний верстат з ЧПК ST 30, виготовлений компанією HAAS у 2010 році, оснащений фірмовою системою управління HAAS. Він має 12-позиційну револьверну головку (VDI 40), горизонтально розташований шпиндель з максимальною швидкістю обертання 3400 об/хв та потужністю приводу 22,4 кВт. Серед його можливостей – програмоване, автоматичне налаштування інструменту, пристрій для уловлювання деталей та стрічковий конвеєр для відведення стружки.

Haas Automation є провідним верстатобудівним підприємством у Сполучених Штатах, що випускає широкий асортимент вертикальних та горизонтальних обробних центрів з ЧПК, токарних верстатів з ЧПК та поворотних столів. Наразі Haas виробляє чотири основні категорії продукції: вертикальні обробні центри (VMC), горизонтальні обробні центри (HMC), токарні верстати з ЧПК та поворотні столи, а також спеціалізовані п'ятиосьові

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

та великогабаритні верстати. Уся продукція Haas виготовляється на найбільшому та найсучаснішому верстатобудівному заводі США, розташованому в Окснарді, штат Каліфорнія.

Таблиця 3.1 - Технічні характеристики Горизонтально-токарний верстат з ЧПК HAAS ST-30

Параметри	Значення
Система керування	HAAS
Переміщення по осі X	239 мм
Переміщення по осі Z	826 мм
Розмір патрона	254 мм
Найбільший діаметр прутка	76 мм
Максимальний діаметр деталі	533 мм
Максимальний діаметр обробки (з револьверною головкою кріпленні по стандарту VOT)	381 мм
Максимальний діаметр обробки (з револьверною головкою кріпленні по стандарту VMT65)	349 мм
Прискорені переміщення по осях X і Z	24 м/хв
Максимальне навантаження по осі X	18,238 кН
Максимальне навантаження по осі Z	22,686 кН
Максимальна швидкість шпинделя	3 400 об./хв
Максимальна потужність	22,4 кВт
Кількість інструментів	12шт.
Тип головки	VOT
Живлення	3*400 В
Стиснене повітря/тиск	6,9 бар
Стиснене повітря/тиск	6,9 бар
Стаснене повітря/витрати	113 л/хв
Габаритні розміри верстата (Д x Ш x В)	4350 x 2290 x 2490
Вага верстата	6500 кг

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33



Рисунок 3.1 Горизонтально-токарний верстат з ЧПК HAAS ST-30
*Горизонтальний оброблювальний центр з ЧПК Cormak H-MILL 800
PREMIUM LINE.*

Обробні центри з горизонтальною віссю шпинделя дозволяють точно та швидко обробляти різноманітні деталі, що є важливим як для автоматизованого серійного виробництва, так і для безперервного виготовлення металевих компонентів і машинних елементів.

Машина серії PREMIUM LINE були розроблені для задоволення потреб найвимогливіших користувачів.

Висока якість використаних компонентів забезпечує надійність та тривалий термін служби, одночасно гарантуючи високу точність та ефективність обробки з використанням широкого спектра інструментів.

Обробні центри складаються з комплектуючих від провідних тайванських, німецьких, японських та китайських виробників, включаючи такі відомі торгові марки, як HIWIN, POSA, SIEMENS, FANUC, OMRON, PRAGATTI, SCHNEIDER, CHANDOX, FAG, BOSCH REXROTH.

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Таблиця 3.2 - Горизонтальний оброблювальний центр з ЧПК Cormak H-MILL 800 PREMIUM LINE.

Параметр	Значення
Розмір столу	800x800 мм
Переміщення робочого столу	1200x1000x1000 мм
Максимальне навантаження столу	2000 кг
Прискорена подача	24м / хв
Швидкість шпинделя	35-4500 об / хв
Потужність двигуна шпинделя	22/26 кВт
Точність позиціонування	± 0,005 мм JIS
Точність повторюваності позиціонування	± 0,003 мм JIS
Система керування	SIEMENS 808D
Магазин інструментів на	32
Вага верстата	20000 кг



Рис.3.2- Горизонтальний оброблювальний центр з ЧПК Cormak H-MILL 800 PREMIUM LINE.

Круглошліфувальний верстат з ЧПК Tsugami серії G300F

Серія круглошліфувальних верстатів з ЧПК від японської компанії Tsugami зарекомендувала себе як надійне високоточне обладнання, популярне серед багатьох європейських та азіатських виробничих компаній. Ця серія призначена для зовнішнього шліфування конічних і циліндричних поверхонь, а також торцевого шліфування за одну установку. Залежно від конкретної моделі, доступна також функція внутрішнього шліфування.

- **Інтелектуальна система ЧПК** дозволяє виконувати шліфування широкого спектра деталей, реалізуючи різні типи шліфування з однієї установки.
- **Відстань між центрами** від 250 мм до 1000 мм забезпечує широку сферу застосування обладнання у різноманітних виробничих процесах.
- **Потужний двигун шпинделя** (від 2.2 кВт до 11 кВт) максимально підвищує ефективність обробки.

Таблиця 3.3 - Круглошліфувального верстата з ЧПК Tsugami серії G300F

Параметр	Значення
Діаметр заготовки	300 мм
Відстань між центрами	1000 мм
Діаметр шліфувального круга	максимальна ширина 455*75 мм
Швидкість обертання круга	2700 м /хв
Прискорене переміщення по осях X,Z	16,20 м/хв
Потужність двигуна	5.5/7.5 кВт
Вага верстата	6500 кг



Рис.3.3- Круглошліфувального верстат з ЧПК Tsugami серії G300F

3.2 Вибір різального інструменту

Для обробки даної деталі буде обрано сучасний різальний інструмент від компанії Sandvik Coromant.

Основний асортимент продукції Sandvik Coromant включає:

- **Фрезерні інструменти:** наприклад, торцеві фрези, фрези для обробки уступів, а також фрези зі змінними та вставними пластинами.
- **Токарні інструменти:** застосовуються для чорнової та чистової розточки, нарізання та обробки канавок, а також для різьбонарізання. До цієї категорії входять зовнішні різцетримачі, державки для різьбонарізання, токарні різцеві державки зі змінними пластинами та токарні різці.
- **Інструменти для свердління:** охоплюють твердосплавні свердла, свердла зі змінними пластинами, інструменти для глибокого свердління, рушничні свердла та розгортки.
- **Пластини:** зокрема, твердосплавні та змінні пластини.
- **Розточний інструмент.**
- **Різьбонарізний інструмент:** включає мітчики, різьбофрези та різьбонарізний інструмент зі змінними пластинами.

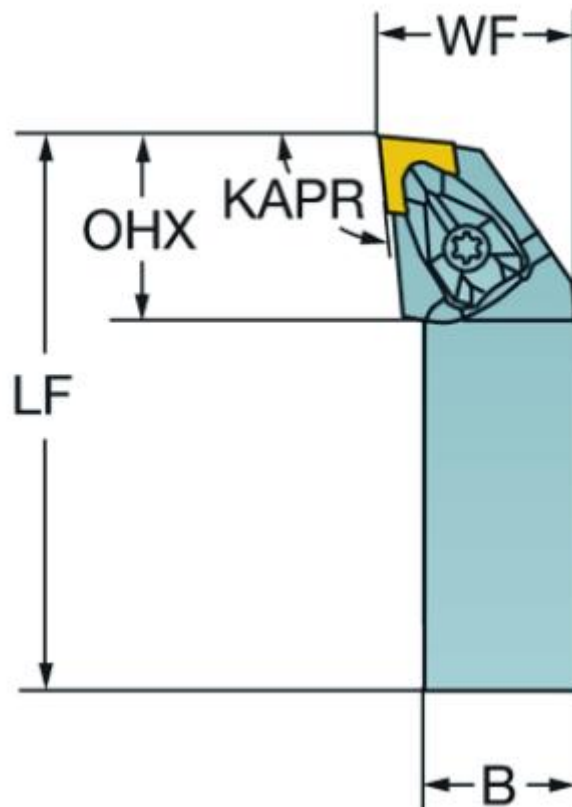
					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		37

Для більш детального ознайомлення з асортиментом різального інструменту можна відвідати офіційний сайт Sandvik Coromant за посиланням: (<https://www.sandvik.coromant.com>).

Вибираємо наступний різальний інструмент який буде використовуватися для імітації обробки деталі :

Різець прохідний «DCLNR 2525M 12» з різальною пластиною «CNMG 12 04 04-PM 4425» для чорнової і напівчистої обробки , різець прохідний «SVJBR 2525M 16» з різальною пластиною «VBMТ 16 04 04-UM 4425» для чистої обробки , різьбовий різець «266RFG-2525-22» з різальною пластиною «266RG-22TR01F600E 1020», фреза кінцева «2P342-1400-PB P2BM».

Технічні характеристики наведені нижче :



					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

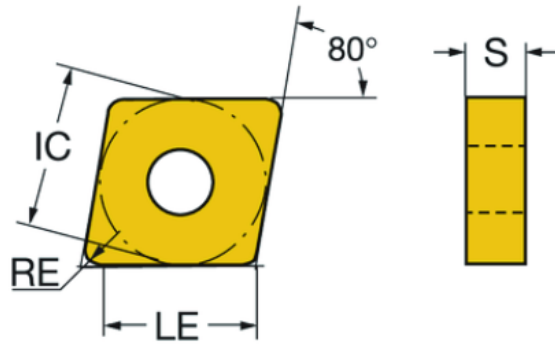
Дані про продукт

Метрика Дюйм

про кут різальної кромки інструменту (KAPR_1)	95°
кут випередження (PSIR)	-5°
код типу затискання (MTP)	затисніть зверху вставки та вставте її в отвір
про тип вставки (CUTINT_MASTER)	CNMG 120408
про підключення на стороні машини (ADINTMS)	Прямокутний хвостовик - метричний: 25 x 25
Максимальний кут нахилу (RMPX)	0°
Кут корпусу заготовки збоку (BAWS)	0°
про кут нахилу корпусу машини (BAMS)	0°
Максимальний виступ (OHX)	32 мм
Рука (РУЧНА)	Праворуч
про тип виходу охолоджувальної рідини (CXSC)	немає виходу охолоджувальної рідини
про тип введення охолоджуючої рідини (CNSC).	без подачі охолоджувальної рідини
ширину хвостовика (B)	25 мм
висоту хвостовика (H)	25 мм
функціональну довжину (LF)	150 мм
функціональну ширину (ФШ)	32 мм
функціональну висоту (HF)	25 мм
про ортогональний передній кут (GAMO).	-6°
кут нахилу (LAMS)	-6°
про крутний момент (TQ)	3,9 Нм

Рис.3.4- Державка різця «DCLNR 2525M 12»

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39



Вибір продукту

Chip breaker

Метрика Дюйм

матеріал(и) заготовки (TMC1ISO)

П. К.

про стружколом (CBMD)

вечір

Тип операції (CTPT)

попередня обробка з урахуванням вимог до поверхні

код способу кріплення (IFS)

Циліндричний отвір для кріплення

кріпильного отвору (D1)

5,156 мм

Розмір і форма вставки (CUTINT_SIZESHAPE)

CN1204

про кількість передових лез (CEDC)

4

про діаметр вписаного кола (IC)

12,7 мм

Вставити код форми (SC)

Ромбічний 80

про ефективну довжину ріжучої кромки (LE)

12,4959 мм

Радіус кута (RE)

0,3969 мм

Рука (РУЧНА)

Нейтральний

Оцінка (ОЦІНКА)

4425

про субстрат (SUBSTRATE)

Головний уповноважений

про покриття (COATING)

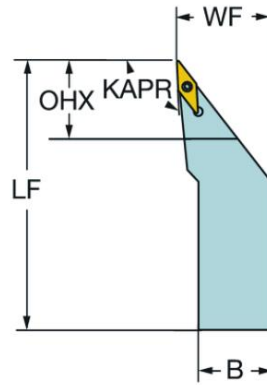
ХОП TiCN+Al2O3+TiN

про товщину вставки (S)

4,7625 мм

Рис.3.5- Ріжуча пластинка «CNMG 12 04 04-PM 4425»

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40



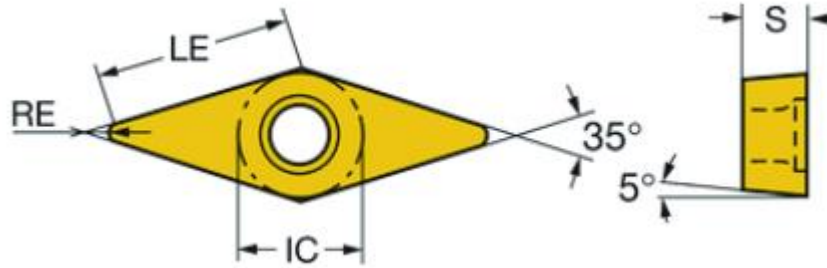
Дані про продукт

Метрика Дюйм

про кут різальної кромки інструменту (KAPR_1)	93°
кут випередження (PSIR)	-3°
код типу затискання (MTP)	затискач з гвинтовим наскрізним отвором
про тип вставки (CUTINT_MASTER)	ВБМТ 160408/ ВКМТ 160408
про підключення на стороні машини (ADINTMS)	Прямокутний хвостовик - метричний: 25 x 25
Максимальний кут нахилу (RMPX)	50°
Кут корпусу заготовки збоку (BAWS)	0°
про кут нахилу корпусу машини (BAMS)	0°
Максимальний виступ (OHX)	31,5 мм
Рука (РУЧНА)	Праворуч
про тип виходу охолоджувальної рідини (CXSC)	немає виходу охолоджувальної рідини
про тип введення охолоджуючої рідини (CNCS).	без подачі охолоджувальної рідини
ширину хвостовика (B)	25 мм
висоту хвостовика (H)	25 мм
функціональну довжину (LF)	150 мм
функціональну ширину (ФШ)	32 мм
функціональну висоту (HF)	25 мм
про ортогональний передній кут (GAMO).	0°
кут нахилу (LAMS)	0°
про крутний момент (TQ)	3 Нм

Рис.3.6- Державка різця «SVJBR 2525M 16»

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41



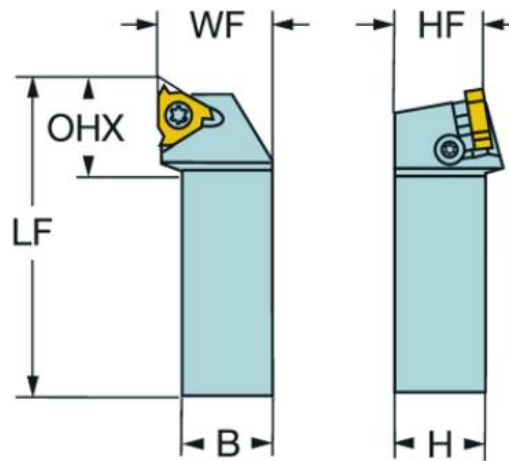
Дані про продукт

Метрика Дюйм

матеріал(и) заготовки (TMC1ISO)	П. К.
про стружколом (CBMD)	ОДИН
Тип операції (СТРТ)	попередня обробка з урахуванням вимог до поверхні
код способу кріплення (IFS)	Частково циліндричний, зенкування 40-60 градусів з одного або двох боків
кріпильного отвору (D1)	4,4 мм
Розмір і форма вставки (CUTINT_SIZESHAPE)	VB1604
про кількість передових лез (CEDC)	2
про діаметр вписаного кола (IC)	9,525 мм
Вставити код форми (SC)	Ромбічний 35
про ефективну довжину ріжучої кромки (LE)	16,2063 мм
Радіус кута (RE)	0,3969 мм
Рука (РУЧНА)	Нейтральний
Оцінка (ОЦІНКА)	4425
про субстрат (SUBSTRATE)	Головний уповноважений
про покриття (COATING)	ХОП TiCN+Al2O3+TiN
про товщину вставки (S)	4,7625 мм
про кут зазору (AN)	5°

Рис.3.7- Ріжуча пластинка «VBMT 16 04 04-UM 4425»

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42



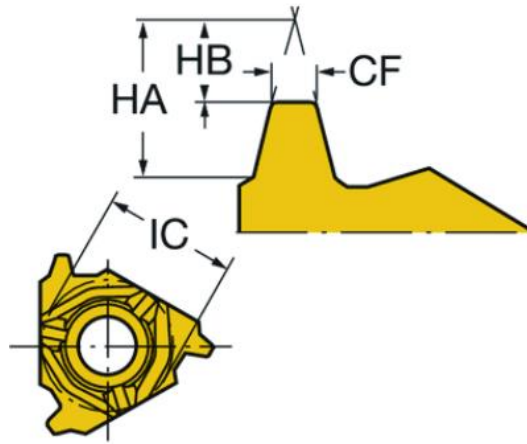
Дані про продукт

Метрика Дюйм

код типу затискання (MTP)	затискач з гвинтовим наскрізним отвором
про тип вставки (CUTINT_MASTER)	CoroThread - зовнішній розмір 22 (266.RG-22)
кут осьового зазору (ALP)	-10°
про кут корекції нахилу спіралі різьби (THCA)	1°
про підключення на стороні машини (ADINTMS)	Прямокутний хвостовик - метричний: 25 x 25
про кут нахилу корпусу машини (BAMS)	0°
Максимальний виступ (OHX)	33,3 мм
Рука (РУЧНА)	Праворуч
про тип введення охолоджуючої рідини (CNCS).	без подачі охолоджувальної рідини
ширину хвостовика (B)	25 мм
висоту хвостовика (H)	25 мм
функціональну довжину (LF)	150 мм
функціональну ширину (ФШ)	32 мм
функціональну висоту (HF)	25 мм
про загальну довжину (OAL)	150 мм
про крутний момент (TQ)	5 Нм
про вагу товару (WT)	0,7347 кг

Рис.3.8- Державка різця «266RFG-2525-22»

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43



Дані про продукт

Метрика Дюйм

матеріал(и) заготовки (TMC1ISO)



про стружколом (CBMD)

Φ

про форму потоку (THFT)

Трапецієподібний кут 30° (TPN/TPG)

стандартний номер (STDNO_1)

ISO 2901-2904

стандартний номер (STDNO_2)

ДІН 103-1977

про тип потоку (TTP)

зовнішній

про крок різьби (TP)

6 мм

про тип профілю різьби (TPT)

повний профіль

про кількість зубів (NT)

1

клас допуску різьби (TCTR)

IT 7

Теоретична висота різьби (HA)

7,2 мм

про різницю висот різьби (HB)

3,62 мм

про відстань профілю ex (PDX)

2,4 мм

про відстань профілю ey (PDY)

0,786 мм

код способу кріплення (IFS)

Отвір з потайною головкою 40°-60°, дно рейки

кріпильного отвору (D1)

5,7 мм

Розмір і форма вставки (CUTINT_SIZESHAPE)

CoroThread 266/254 - зовнішній розмір 22R

про кількість передових лез (CEDC)

3

про діаметр вписаного кола (IC)

12,7 мм

про точкову фаску (CF)

1,94 мм

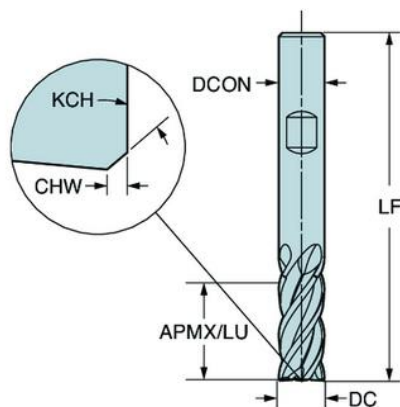
Рис.3.9- Ріжуча пластинка «266RG-22TR01F600E 1020»

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-48.00.000 ПЗ

Арк.

44



Дані про продукт

Метрика Дюйм

матеріал(и) заготовки (ТМС1ISO)	П. К.
Діаметр різання (округ Колумбія)	14 мм
Кут ріжучої кромки інструменту (КАПР)	90°
про клас допуску діаметра різання (ТCDC)	h10
про діаметр різання для контакту з поверхнею (DCF)	13,7 мм
про кутову фаску (KCH)	45°
ширину фаски кута (CHW)	0,15 мм
Максимальна глибина різання (APMX)	30 мм
про максимальну глибину різання (APMX_PFW)	30 мм
можливості центрального різання (CCC)	Так
про максимальну глибину різання (APMX_FFW)	30 мм
Корисна довжина (LU)	30 мм
про ефективну кількість периферійних ріжучих кромок (ZEFP)	4
про підключення на стороні машини (ADINTMS)	Велдон (DIN6535-HB) - метрична система: 14
максимальний кут нахилу (RMPX_FFW)	20°
про допуск діаметра з'єднання (TCDCON)	h6
Оцінка (ОЦІНКА)	P2BM
про субстрат (SUBSTRATE)	Головний уповноважений
про покриття (COATING)	PVD TiAlCrSiN
стандартну групу хвостовиків (BSG)	КОРОНАЦІЯ
про тип введення охолоджуючої рідини (CNSC).	без подачі охолоджувальної рідини
про діаметр з'єднання з боку машини (DCONMS)	14 мм
функціональну довжину (LF)	90 мм
про кут нахилу спіралі канавки (FHA)	42°

Рис.3.13- Фреза кінцева «2P342-1400-PB P2BM»

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-48.00.000 ПЗ

Арк.

45

4 СТВОРЕННЯ КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ

4.1 Моделювання деталі «Шпиндель ЕУРН 716511.008»

Створення 3 D моделі деталі «Шпиндель ЕУРН 716511.008». Деталь створена за допомогою елемента поворот по колу , задані радіуси скруглення, створенні потрібні отвори та різьби, створені додаткові системи координат для подальшої обробки деталі, 3д модель деталі «Шпиндель ЕУРН 716511.008» з деревом побудови зображена на рисунку 4.1.

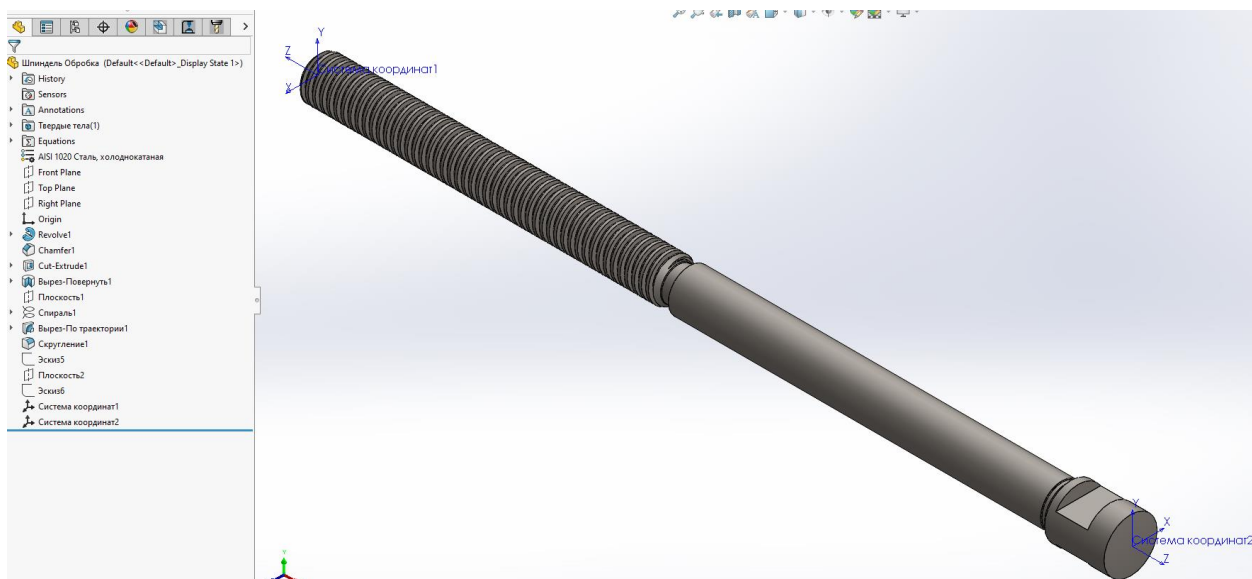


Рис. 4.1 - Модель деталі «Шпиндель ЕУРН 716511.008» з деревом побудови

4.2 Внесення технічних параметрів горизонтального токарного верстата з ЧПК HAAS ST-30 в базу даних та формування кошика інструментів операції 020 та 025 і 035.

Оскільки параметри обладнання та інструменту, які фізично знаходяться на виробництві, можуть відрізнятися від тих, що зберігаються в базі даних, потрібно внести відповідні корективи до бази даних.

Верстат HAAS ST-30 буде використовуватися для обробки деталі на операції 020 та 025 і 020 .

Водимо данні ріжучого інструмента до бази даних: різець прохідний Різець прохідний «DCLNR 2525M 12» з різальною пластиною «CNMG 12 04 04-PM 4425» для чорнової і напівчистої обробки, різець прохідний «SVJBR

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

2525M 16» з різальною пластиною «VBMТ 16 04 04-UM 4425» для чистової обробки, різьбовий різець «266RFG-2525-22» з різальною пластиною «266RG-22TR01F600E 1020».

Так як даних різці нема в базі даних, редагуємо існуючі різці згідно п.3.2. відредаговані інструменти показані нижче.

Станция Ромбовая вставка Державка

Профиль

Форма: Стандарт Идентификатор оправки : 10

Ширина державки: 25mm Толщина державки: 25mm

Длина державки: 150mm

Угол опережения: -5deg

Задний зеркальный угол: 0deg

Передний зеркальный угол: 0deg

Смещение при вставке по оси Z: 0mm

Смещение при вставке по оси X: 0mm

Вылет: 0mm

Направление: Слева

Комментарий: DCLNR 2525M 12

Грань державки

Боковая По торцу

Угол приращения по оси В:

Ориентация

Вниз вправо Вниз влево

Вправо вверх Влево вверх

Вправо вниз Влево вниз

Вверх вправо Вверх влево

Рис. 4.2- Державка різця «DCLNR 2525M 12»

Станция Ромбовая вставка Державка

№ вставки: 7

Угол при вершине (IA): 80deg

Вписанный круг (IC): 12.7mm

Радиус (R1): 0.4mm

Толщина : 4.76mm

Задний угол : 0deg

Материал инструмента : Carbide

Охлаждение : Эмульсия

Комментарий: CNMG 12 04 04-PM 4425

Показать

Рис. 4.3- Ріжуча пластинка «CNMG 12 04 04-PM 4425»

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-48.00.000 ПЗ

Арк.

47

Станция Ромбовая вставка Державка

Профиль

Форма: Стандарт Идентификатор оправки : 11

Ширина державки: 25mm Толщина державки: 25mm

Длина державки: 150mm

Угол опережения: -3deg

Задний зеркальный угол: 0deg

Передний зеркальный угол: 0deg

Смещение при вставке по оси Z: 0mm

Смещение при вставке по оси X: 0mm

Вылет: 0mm

Направление: Слева

Комментарий: SVJBR 2525M 16

Грань державки

Боковая По торцу

Угол приращения по оси B:

Ориентация

Вниз вправо Вниз влево

Вправо вверх Влево вверх

Вправо вниз Влево вниз

Вверх вправо Вверх влево

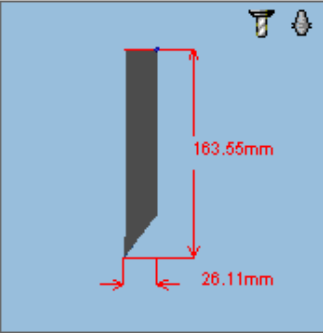


Рис. 4.4- Державка різця «SVJBR 2525M 16»

Станция Ромбовая вставка Державка

№ вставки: 8

Угол при вершине (IA): 35deg

Вписанный круг (IC): 9.5mm

Радиус (R1): 0.4mm

Толщина: 4.76mm

Задний угол: 0deg

Материал инструмента: Carbide

Охлаждение: Эмульсия

Комментарий: VBMT 16 04 04-UM 4425

Показать

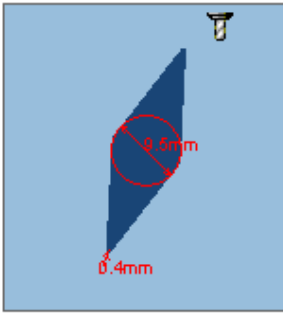


Рис. 4.5- Ріжуча пластинка «VBMT 16 04 04-UM 4425»

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-48.00.000 ПЗ

Арк.

48

Станция Канавочная вставка Державка

Профиль

Форма: Стандарт Идентификатор оправки : 12

Ширина державки: 25mm Толщина державки: 25mm

Длина державки: 150mm

Угол опережения: 0deg

Задний зеркальный угол: 0deg

Передний зеркальный угол: 0deg

Смещение при вставке по оси Z: 0mm

Смещение при вставке по оси X: 0mm

Вылет: 9.52mm

Направление: Слева

Комментарий: 266RFG-2525-22

Грань державки: Боковая По торцу

Точка создания канавки: Основная приводная точка авто

Основная: Справа

Угол приращения по оси B:

Ориентация

Вниз вправо Вниз влево

Вправо вверх Влево вверх

Вправо вниз Влево вниз

Вверх вправо Вверх влево

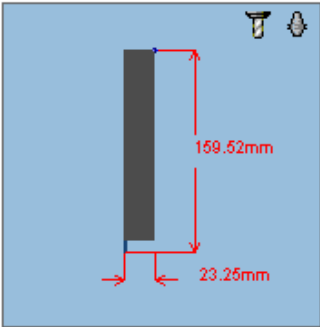


Рис. 4.6- Державка різця «266RFG-2525-22»

Станция Канавочная вставка Державка

№ вставки: 1

Радиус 1 (R1): 0.2mm

Радиус 2 (R2): 0.2mm

Ширина (W): 1.94

Длина (L): 12.7mm

Толщина : 2.5mm

Задний угол : 0deg

Материал инструмента : Carbide

Охлаждение : Эмульсия

Комментарий: 266RG-22TR01F600E 1020

Показать

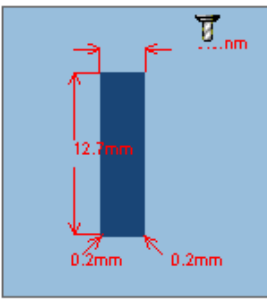


Рис. 4.7- Ріжуча пластинка «266RG-22TR01F600E 1020»

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-48.00.000 ПЗ

Арк.

49

4.3 Створення керуючої програми обробки на операцію 010.

Створення заготовки на обробку для деталі «Шпиндель ЕУРН 716511.008» на операцію 020 в програмному середовищі рис 4.8.

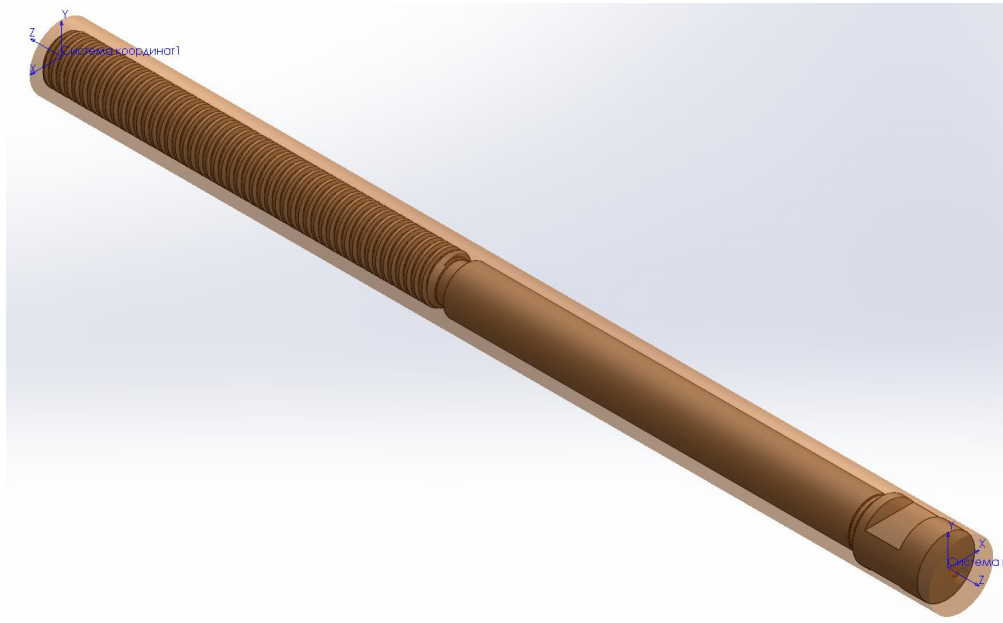


Рис 4.8 Заготовка на операцію 020

Імітація обробки проходить без помилок. Створюємо керуючу програму обробки операції 020 .

Керуюча програма обробки операції 020, наведена нижче:

```
%MPF1
N5 TRANS Z0
N10 LIMS=3000
N15 T01 D01
N20 G96 S596 M03
N25 M08
N30 G00 Z13.354
N35 X53.707
N40 G95 G01 X47. Z10. F.264
N45 G95 Z-54.4
N50 G95 X50.
N55 G95 X50.707 Z-54.046
```

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

```

N60 G00 X56.707
N65 Z10.354
N70 X45.707
N75 G95 G01 X45. Z10.
N80 G95 Z-55.4
N85 G95 X49.2
N90 G95 X49.907 Z-55.046
N95 G00 X55.907
N100 X508. Z127. D0 M09
N105 M30
%
```

4.4 Створення керуючої програми обробки на операцію 025.

Створення заготовки на обробку для деталі «Шпиндель ЕУРН 716511.008» на операцію 025 в програмному середовищі рис 4.9.

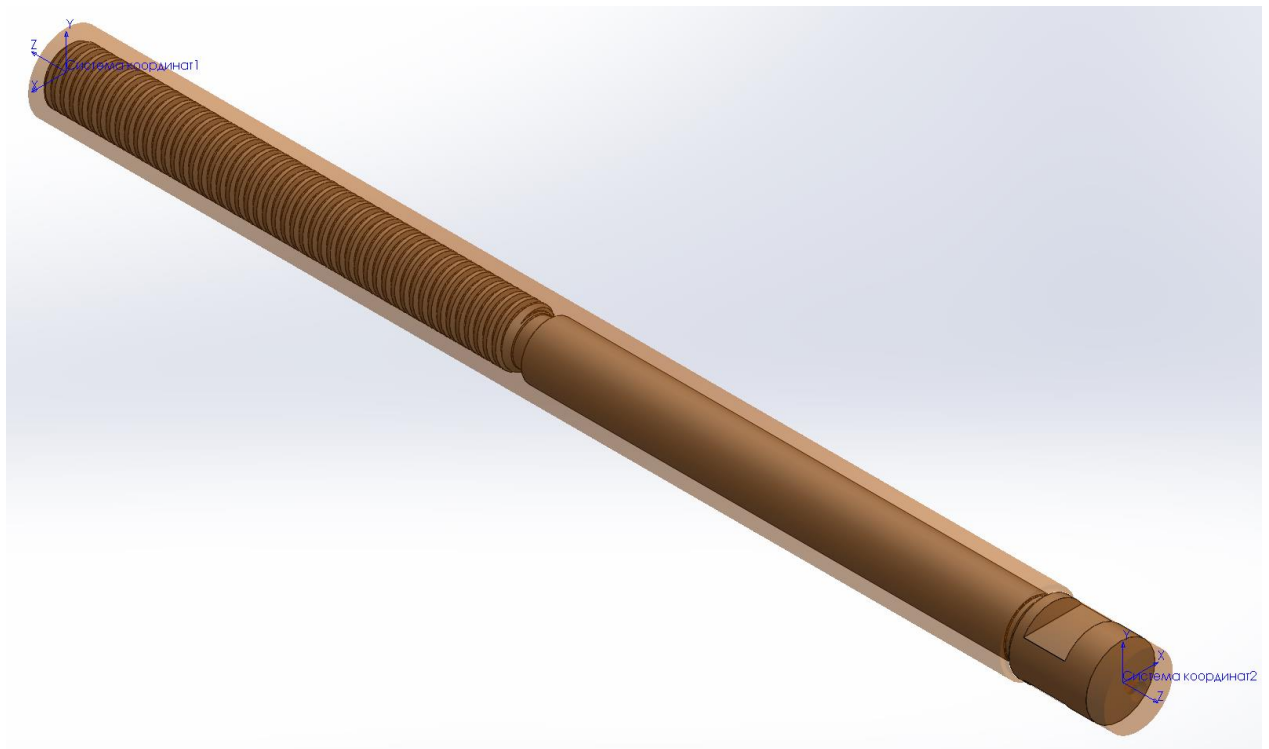


Рис 4.9 Заготовка на операцію 025

Імітація обробки проходить без помилок. Створюємо керуючу програму обробки операції 025 .

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Керуюча програма обробки операції 025, наведена нижче:

%MPF1

N5 TRANS Z0

N10 LIMS=3000

N15 T01 D01

N20 G96 S548 M03

N25 M08

N30 G00 Z3.354

N35 X53.707

N40 G95 G01 X47. Z0 F.409

N45 G95 Z-635.4

N50 G95 X47.707 Z-635.754

N55 G00 X53.707

N60 Z.354

N65 X45.173

N70 G95 G01 X44.466 Z0

N75 G95 Z-635.846

N80 G95 X45. Z-636.113

N85 G95 X46.

N90 G00 X52.

N95 Z.354

N100 X42.639

N105 G95 G01 X41.932 Z0

N110 G95 Z-634.579

N115 G95 X44.466 Z-635.846

N120 G95 X45.466

N125 G00 X51.466

N130 Z.354

N135 X40.105

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

N140 G95 G01 X39.398 Z0
N145 G95 Z-633.597
N150 G95 G03 X40.887 Z-634.056 B1.9
N155 G95 G01 X41.932 Z-634.579
N160 G95 X43.832
N165 G00 X48.932
N170 Z.5
N175 X40.49
N180 G95 G01 X39.
N185 G95 Z-301.4
N190 G95 G03 X38.986 Z-301.566 B1.9
N195 G95 G01 X36.864 Z-313.692
N200 G95 G03 X39. Z-315.4 B1.9
N205 G95 G01 Z-630.4
N210 G95 G03 X38.986 Z-630.566 B1.9
N215 G95 G01 X38.471 Z-633.505
N220 G95 G03 X39.398 Z-633.597 B1.9
N225 G95 G01 X40.292 Z-633.373
N230 G00 Z.354
N235 X37.707
N240 G95 G01 X37. Z0
N245 G95 Z-301.4
N250 G95 G03 X36.993 Z-301.478 B.9
N255 G95 G01 X34.715 Z-314.5
N260 G95 X35.2
N265 G95 G03 X37. Z-315.4 B.9
N270 G95 G01 Z-630.4
N275 G95 G03 X36.993 Z-630.478 B.9
N280 G95 G01 X36.323 Z-634.309

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

N285 G95 G02 X37.2 Z-634.5 B.6
N290 G95 G01 X38.2
N295 G95 G03 X39.473 Z-634.764 B.9
N300 G95 G01 X44.766 Z-637.41
N305 G95 X45.766
N310 G00 X55.2
N315 X508. Z127. D0 M09
N320 M05
N325 T03 D03
N330 G96 S548 M03
N335 M08
N340 G00 Z2.954
N345 X42.707
N350 G95 G01 X36. Z-.4 F.409
N355 G95 Z-301.4
N360 G95 G03 X35.766 Z-301.683 B.4
N365 G95 G01 X28.351 Z-305.39
N370 G95 G02 X28. Z-305.814 B.6
N375 G95 G01 Z-312.4
N380 G95 G02 X33.2 Z-315. B2.6
N385 G95 G01 X35.2
N390 G95 G03 X36. Z-315.4 B.4
N395 G95 G01 Z-630.4
N400 G95 G03 X35.766 Z-630.683 B.4
N405 G95 G01 X35.059 Z-631.036
N410 G95 G02 X35. Z-631.107 B.1
N415 G95 G01 Z-633.9
N420 G95 G02 X37.2 Z-635. B1.1
N425 G95 G01 X38.2

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

N430 G95 G03 X38.766 Z-635.117 B.4
N435 G95 G01 X44.766 Z-638.117
N440 G95 X45.766
N445 G00 X51.766
N450 X508. Z127. D0 M09
N455 M05
N460 T01 D01
N465 G96 S548 M03
N470 M08
N475 G00 Z3.354
N480 X36.707
N485 G95 G01 X30. Z0 F.409
N490 G95 Z-2.898
N495 G95 X36.
N500 G95 X36.707 Z-2.545
N505 G00 X42.707
N510 Z0
N515 X26.897
N520 G95 G01 Z-2.194
N525 G95 X27.756 Z-2.802
N530 G95 G03 X27.885 Z-2.898 B1.9
N535 G95 G01 X30.
N540 G95 X30.052 Z-2.6
N545 G95 X30.952
N550 G00 X36.052
N555 Z.5
N560 X25.633
N565 G95 G01 X23.794
N570 G95 Z0

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

N575 G95 X26.897 Z-2.194
 N580 G95 X27.883 Z-2.279
 N585 G00 Z.65
 N590 X21.291
 N595 G95 G01 X21.122 Z.158
 N600 G95 X26.123 Z-3.379
 N605 G95 G03 X26.454 Z-3.898 B.9
 N610 G95 G01 X35.2
 N615 G95 X35.907 Z-3.545
 N620 G00 X41.907
 N625 X508. Z127. D0 M09
 N630 M05
 N635 T04 D04
 N640 G96 S57 M03
 N645 M08
 N650 G00 Z0
 N655 X41.08
 N660 R20=6. R21=29. R22=0 R23=0 R24=3.5 R25=.5 R26=0 R27=0
 R28=00 R29=0
 R31=29. R32=-304. L97 P1
 N665 M30
 %

4.5 Створення керуючої програми обробки на операцію 035.

Створення заготовки на обробку для деталі «Шпиндель ЕУРН 716511.008» на операцію 035 в програмному середовищі рис 4.10.

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

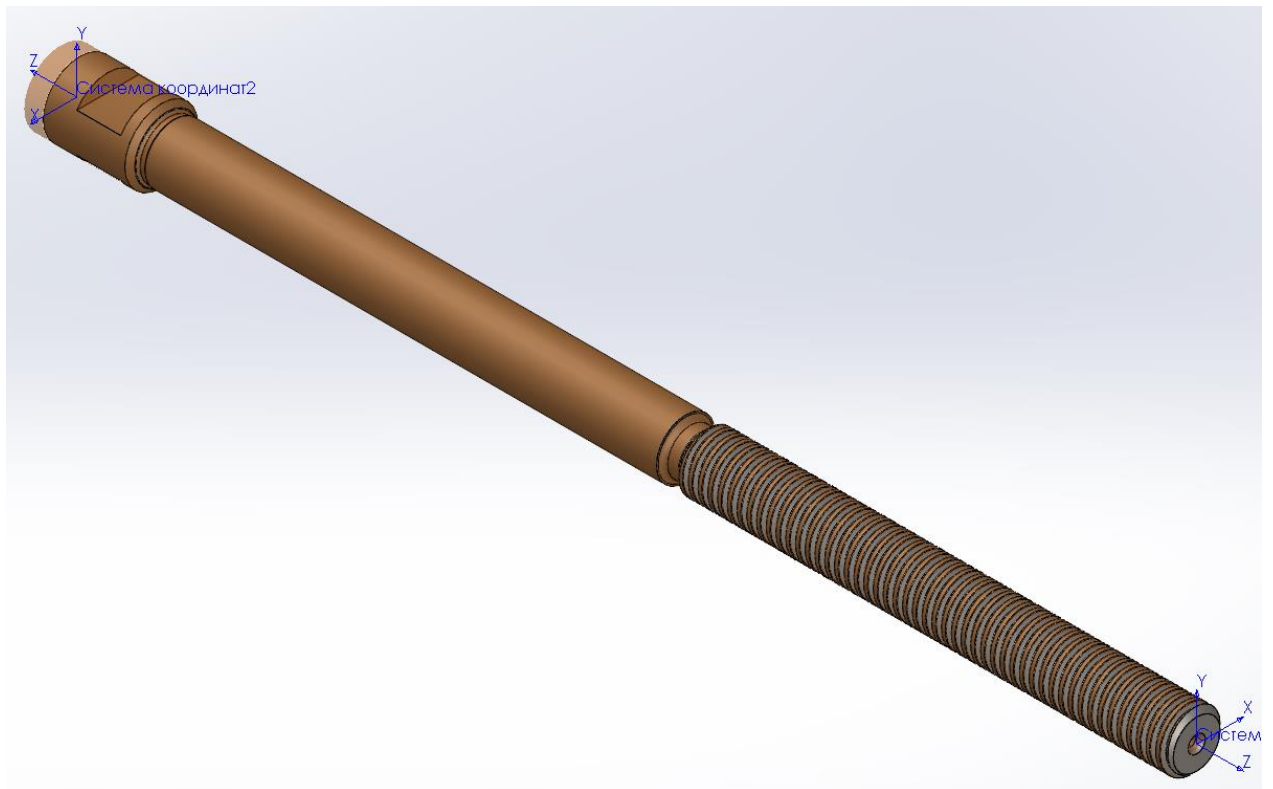


Рис 4.10 Заготовка на операцію 035

Імітація обробки проходить без помилок. Створюємо керуючу програму обробки операції 035 .

Керуюча програма обробки операції 035, наведена нижче:

```
%MPF1
N5 TRANS Z0
N10 LIMS=3000
N15 T01 D01
N20 G96 S596 M03
N25 M08
N30 G00 Z12.354
N35 X51.707
N40 G95 G01 X45. Z9. F.264
N45 G95 X8.001
N50 G95 X7.294 Z9.354
N55 G00 Z12.354
```

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

N60 X45.707
N65 Z8.379
N70 G95 G01 X45. Z8.026
N75 G95 X6.886
N80 G95 X6.179 Z8.379
N85 G00 Z11.379
N90 X45.707
N95 Z7.405
N100 G95 G01 X45. Z7.052
N105 G95 X5.771
N110 G95 X5.064 Z7.405
N115 G00 Z10.405
N120 X45.707
N125 Z6.431
N130 G95 G01 X45. Z6.077
N135 G95 X4.68
N140 G95 X3.973 Z6.431
N145 G00 Z9.431
N150 X45.707
N155 Z5.457
N160 G95 G01 X45. Z5.103
N165 G95 X4.646
N170 G95 X3.939 Z5.457
N175 G00 Z8.457
N180 X45.707
N185 Z4.483
N190 G95 G01 X45. Z4.129
N195 G95 X4.646
N200 G95 X3.939 Z4.483

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

N205 G00 Z7.483
N210 X45.707
N215 Z3.508
N220 G95 G01 X45. Z3.155
N225 G95 X2.951
N230 G95 X2.244 Z3.508
N235 G00 Z6.508
N240 X45.707
N245 Z2.534
N250 G95 G01 X45. Z2.181
N255 G95 X-.395
N260 G95 X-1.102 Z2.534
N265 G00 Z5.534
N270 X45.707
N275 Z1.56
N280 G95 G01 X45. Z1.207
N285 G95 X-.8
N290 G95 X-1.507 Z1.56
N295 G00 Z4.56
N300 X45.707
N305 Z.586
N310 G95 G01 X45. Z.232
N315 G95 X29.652
N320 G95 G02 X-.8 Z1. B151.4
N325 G95 G01 X-1.507 Z1.354
N330 G95 Z1.804
N335 G00 Z4.354
N340 X46.
N345 Z.023

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

N350 G95 G01 Z-.742
N355 G95 X45.
N360 G95 X44.62 Z-.713
N365 G95 G02 X29.652 Z.232 B151.4
N370 G95 G01 X29.02 Z.62
N375 G00 X45.125
N380 Z-1.405
N385 G95 G01 X44.32 Z-1.702
N390 G95 G02 X-.8 Z0 B150.4
N395 G95 G01 X-1.507 Z.354
N400 G00 Z12.6
N405 X508. Z127. D0 M09
N410 M30
%

4.6 Внесення технічних параметрів горизонтального оброблювального центра з ЧПК Cormak H-MILL 800 PREMIUM LINE. в базу даних та формування кошика інструментів на операцію 040.

Так як параметри обладнання та інструменту, які фізично присутні на виробництві, можуть відрізнятися від обладнання та інструменту, що є в базі даних, виникає необхідність їх змінити .

Верстат горизонтального оброблювального центра з ЧПК Cormak H-MILL 800 PREMIUM LINE буде використовуватися для обробки деталі на операції 040 .

Вносимо характеристики інструментів фреза кінцева «2P342-1400-PB P2BM»

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Фреза Оправка Станция

Показать

Тип фрезы: Концевая
Подтип: Черновая/чистовая

Размеры инструмента

Рабочий диаметр (D1): 14mm
Радиус конца (R): 0mm
Режущая длина (L2): 30mm
Полная длина (L1): 90mm
Число зубьев: 4
Резка по центру:

Нережущая часть

Тип: Цилиндр
Рабочий диаметр (D4): 14mm
Рабочая длина (L4): 30mm
Державка (D2): 14mm
Длина державки (L6): 30mm

Свойства

Рабочие параметры...
Материал инстр.: Carbide
Траектория для: Вершины фр
Номер в TechDB: 17
Комментарий: 2P342-1400-PB P2BM

Вращение
 Правое
 Левое

Рис.4.11 Фреза кінцева «2P342-1400-PB P2BM»

4.7 Створення керуючої програми обробки на операцію 040 Установ 1.

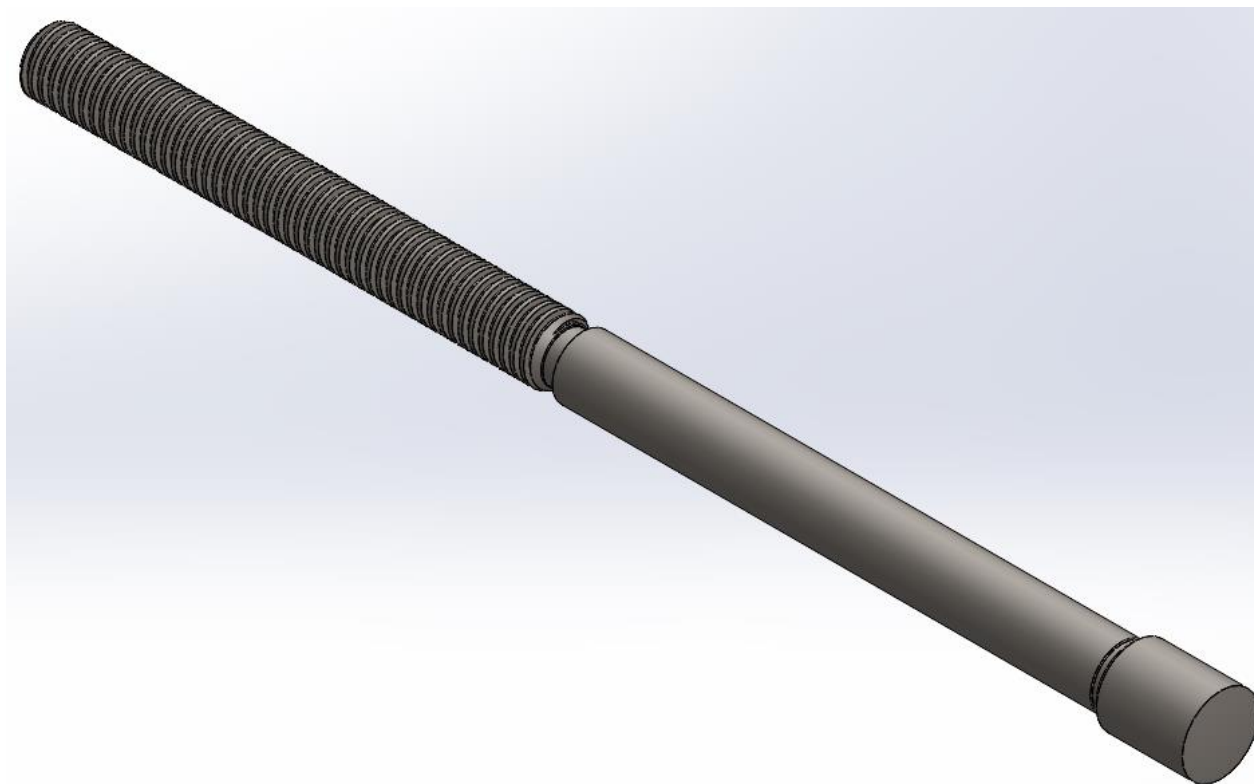


Рис 4.12 Заготовка на операцію 040 Установ 1

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Імітація обробки проходить без помилок. Створюємо керуючу програму обробки операції 040 Установ 1.

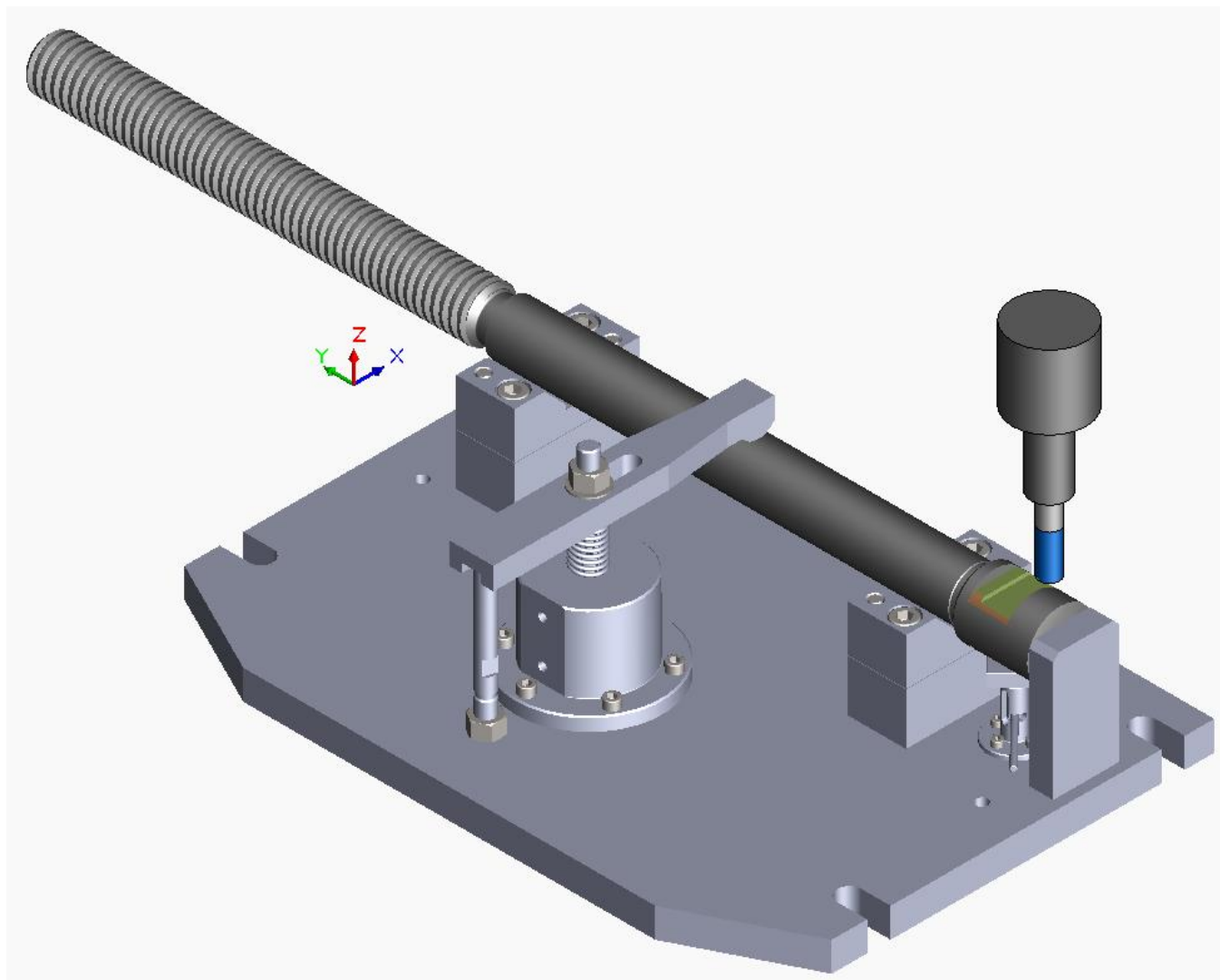


Рис 4.13 Імітація обробки на операцію 040 Установ 1

Керуюча програма обробки операції 040 Установ 1 наведена нижче:

%

N1 T02 D02

N2 L6

N3 MSG("2P342-1400-PB P2BM")

N4 G60

N5 G64

N6 SOFT

N7 G00 G17 G90 G54

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-48.00.000 ПЗ

Арк.

62

N8 G59 X17.915 Y-118.958 Z91.635
N9 L100
N10 X0 Y0
N11 M05
N12 M30
L10000
N1 S5412 M03
N2 G00 G90 X22.533 Y-319.
N3 Z116.635 M08
N4 Z25.
N5 Z2.5
N6 G01 Z-3. F371.181
N7 X-22.533 F1484.723
N8 Y-313.4
N9 X22.533
N10 Y-307.8
N11 X-22.533
N12 Y-306.
N13 X22.533
N14 G00 Z2.5
N15 X22.533 Y-319.
N16 Z-.5
N17 G01 Z-5.5 F371.181
N18 X-22.533 F1484.723
N19 Y-313.4
N20 X22.533
N21 Y-307.8
N22 X-22.533
N23 Y-306.

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

N24 X22.533
N25 G00 Z2.5
N26 X22.533 Y-319.
N27 Z-3.
N28 G01 Z-8. F371.181
N29 X-22.533 F1484.723
N30 Y-313.4
N31 X22.533
N32 Y-307.8
N33 X-22.533
N34 Y-306.
N35 X22.533
N36 G00 Z2.5
N37 X22.533 Y-319.
N38 Z-5.5
N39 G01 Z-10.5 F371.181
N40 X-22.533 F1484.723
N41 Y-313.4
N42 X22.533
N43 Y-307.8
N44 X-22.533
N45 Y-306.
N46 X22.533
N47 G00 Z2.5
N48 Z25.
N49 M05
N50 M09
N51 M17
%

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

4.8 Створення керуючої програми обробки на операцію 040 Установ 2.

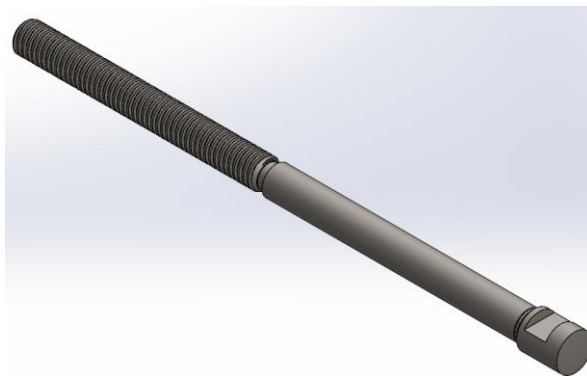


Рис 4.14 Заготовка на операцію 040 Установ 2

Імітація обробки проходить без помилок. Створюємо керуючу програму обробки операції 040 Установ 2.

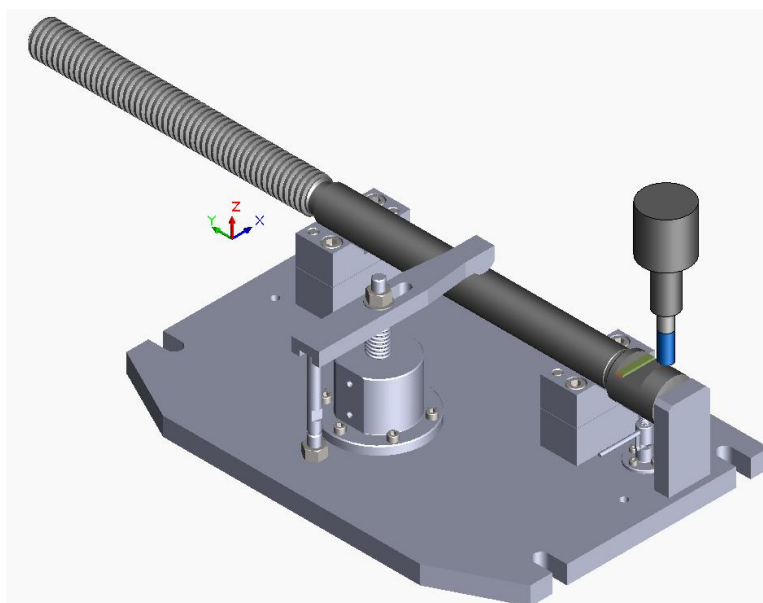


Рис 4.15 Імітація обробки на операцію 040 Установ 2

Керуюча програма обробки операції 040 Установ 2 наведена нижче:

%

N1 T02 D02

N2 L6

N3 MSG("2P342-1400-PB P2BM")

N4 G60

N5 G64

N6 SOFT

N7 G00 G17 G90 G54

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

N8 G59 X17.915 Y-118.958 Z91.635
N9 L100
N10 X0 Y0
N11 M05
N12 M30
L10000
N1 S5412 M03
N2 G00 G90 X22.533 Y-319.
N3 Z116.635 M08
N4 Z25.
N5 Z2.
N6 G01 Z-3.5 F371.181
N7 X-22.533 F1484.723
N8 Y-313.4
N9 X22.533
N10 Y-307.8
N11 X-22.533
N12 Y-306.
N13 X22.533
N14 G00 Z2.
N15 X22.533 Y-319.
N16 Z-1.
N17 G01 Z-5.833 F371.181
N18 X-22.533 F1484.723
N19 Y-313.4
N20 X22.533
N21 Y-307.8
N22 X-22.533
N23 Y-306.

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

N24 X22.533
N25 G00 Z2.
N26 X22.533 Y-319.
N27 Z-3.333
N28 G01 Z-8.167 F371.181
N29 X-22.533 F1484.723
N30 Y-313.4
N31 X22.533
N32 Y-307.8
N33 X-22.533
N34 Y-306.
N35 X22.533
N36 G00 Z2.
N37 X22.533 Y-319.
N38 Z-5.667
N39 G01 Z-10.5 F371.181
N40 X-22.533 F1484.723
N41 Y-313.4
N42 X22.533
N43 Y-307.8
N44 X-22.533
N45 Y-306.
N46 X22.533
N47 G00 Z2.
N48 Z25.
N49 M05
N50 M09
N51 M17
%

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

ВИСНОВКИ

У процесі виконання роботи було проаналізовано призначення та конструкцію деталі «Шпindelь ЕУРН716511.008», оцінено її технологічність, визначено програму випуску продукції, а також обрано заготовку з прокату. Проведено аналіз методів досягнення заданої точності і шорсткості поверхонь деталі. Був розроблений технологічний процес механічної обробки шпинделя. Були визначені режими різання за допомогою табличного методу.

Другий розділ роботи присвячений проектуванню фрезерного пристрою для операції 040.

В третьому розділі підібрано сучасне технологічне оснащення у вигляді верстатів із ЧПК, а саме фрезерно-центрувальний верстат з ЧПК мод. HG-1500, токарний верстат з ЧПК мод. HAAS ST-30, круглошліфувальний верстат з ЧПК Tsugami серії G300F та круглошліфувальний верстат з ЧПК Tsugami серії G300F. Також вибрано інструмент з офіційного сайту Sandvik Coromant (<https://www.sandvik.coromant.com>).

В четвертому розділі розроблена керуюча програма для цієї операції та проведено імітацію обробки.

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

9. Технологічне оснащення. Методичний посібник до виконання індивідуального конструкторського проекту при проектуванні затискних верстатних пристроїв для студентів напряму підготовки 6.050502 Інженерна механіка / Т.В. Біркіна, В.В. Зіль, В.І. Холоша. – Д.: Національний гірничий університет, 2012 – 73 с.
10. Карпик Р. Т. Технологічна оснастка. Методичні вказівки / Р. Т. Карпик, Б. Д. Сторож. – Івано-Франківськ: Факел, 2010. – 80 с.
11. <https://www.sandvik.coromant.com>

					<i>БР.ПМ-48.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Формат	Зона	Позн.	Позначення	Найменування	Кількість	Прим.
				<u>Документація</u>		
A1			БР.ПМ-48.02.000 СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		3	БР.ПМ-48.02.003	Пневмоциліндр	1	
				<u>Деталі</u>		
		1	БР.ПМ-48.02.001	Плита	1	
		2	БР.ПМ-48.02.002	Направляюча шпонка	2	
		4	БР.ПМ-48.02.004	Поршень	1	
		5	БР.ПМ-48.02.005	Прокладка	1	
		6	БР.ПМ-48.02.006	Шток	1	
		7	БР.ПМ-48.02.007	<u>Прижим</u>	1	
		8	БР.ПМ-48.02.008	Упорний шток	1	
		9	БР.ПМ-48.02.009	Проставка	2	
		10	БР.ПМ-48.02.010	Упор	1	
		11	БР.ПМ-48.02.011	Корпус	1	
		12	БР.ПМ-48.02.012	Упор нижній	1	
		13	БР.ПМ-48.02.013	Ручка	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
				<u>Гвинт ДСТУ ISO 4762</u>		
		14		M4 x 16	4	
		15		M6 x 25	6	

					БР.ПМ-48.02.000					
Зм	Арк.	№Докум.	Підпис	Дата				Літера	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Садловський						н	1	2
Перевір.		Присяжнюк						ІФНТУНГ ПМ-21-1		
Н.контр.		Присяжнюк								
Затв.		Панчук В.Г.								
					Пристрій Фрезерний					

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

				І Ф Н Т У Н Г		ПМ-21-1				
Шпindelь ЕУРН 716511.008									Н	

«Затверджую»

Зав.кафедрою Панчук В.Г.

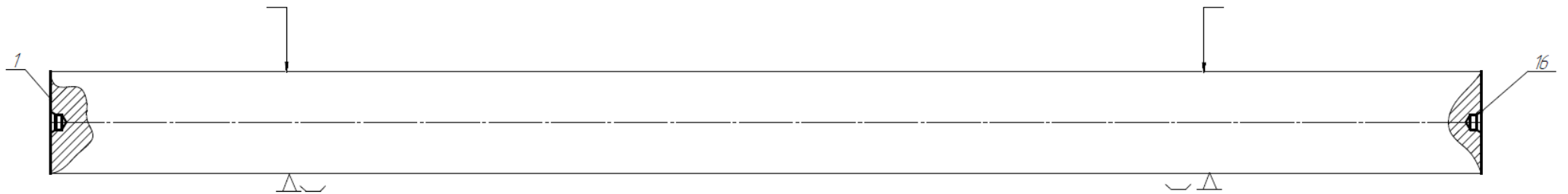
**КОМПЛЕКТ
технологічної
документації**

Технологічний процес
механічної обробки
Шпindelь ЕУРН 716511.008

Розробив ст.гр.ПМ-21-1
Садловський Ю.В.
Перевірів:
Присяжнюк П.М.

--	--

Дубл.													
Взамін.													
Підпис													
													1
Розробив	Садловський Ю.		08.05.25	І Ф Н Т У Н Г	БР.ПМ-48.00.000	0735.44241.00112							
Перевірів	Присяжнюк П.М.												
Н. Контр.	Присяжнюк П.М.												
Реценз.				ПМ-21-1									010
Затв.	Панчук В.Г.			Шпиндель ЕУРН 716511.008									

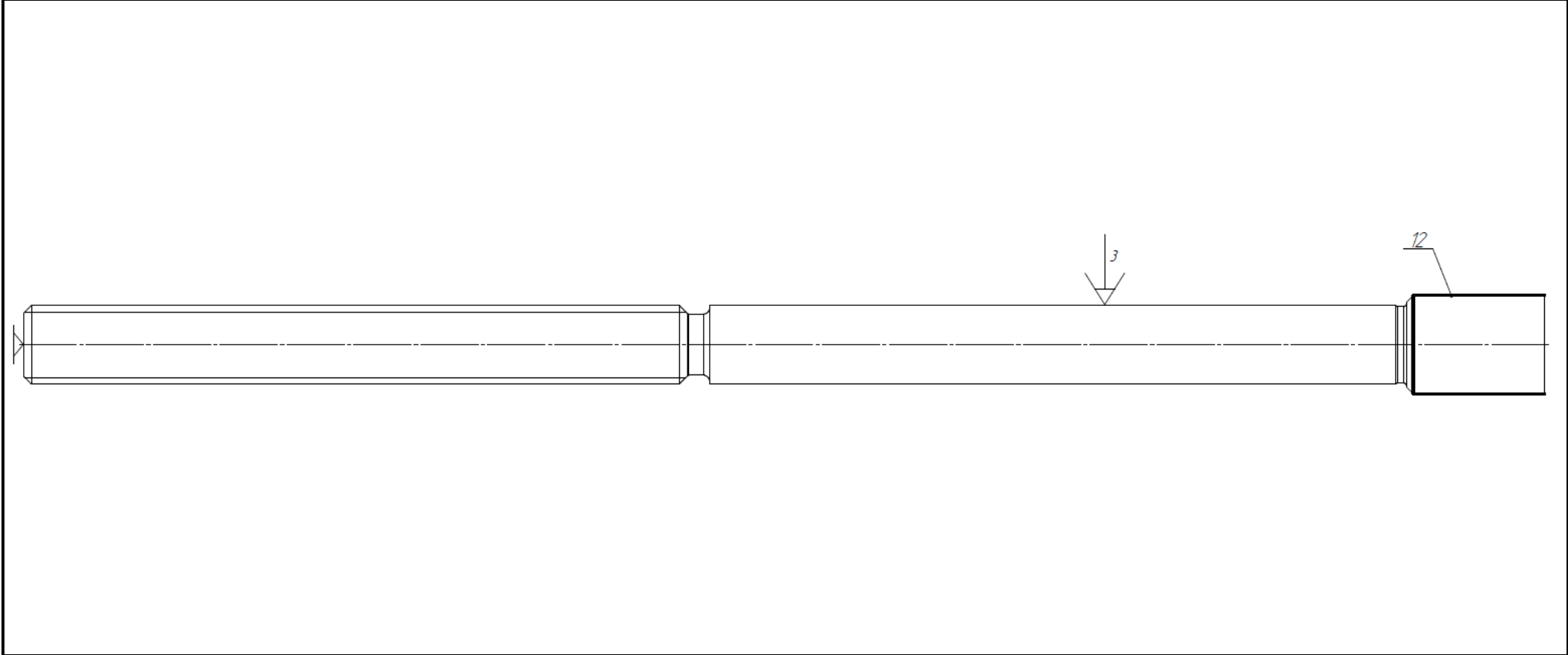


Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата

						2
--	--	--	--	--	--	---

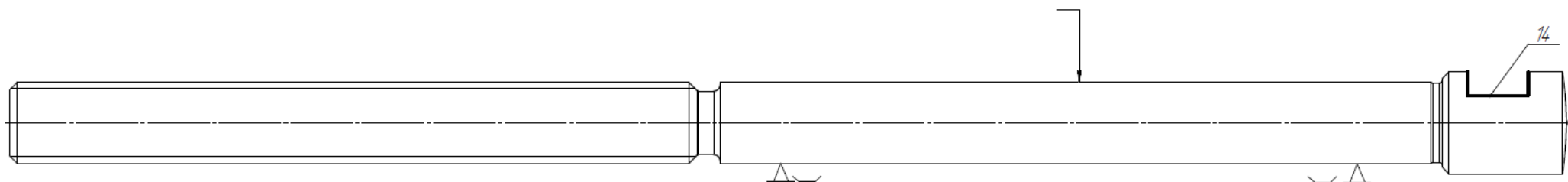
Розробив	Садловський Ю.		08.05.25	І Ф Н Т У Н Г	БР.ПМ-48.00.000	0735.44241.00112
Перевірів	Присяжнюк П.М.					
Н. Контр.	Присяжнюк П.М.					
Реценз.				ПМ-21-1		020
Затв.	Панчук В.Г.			Шпиндель ЕУРН 716511.008		



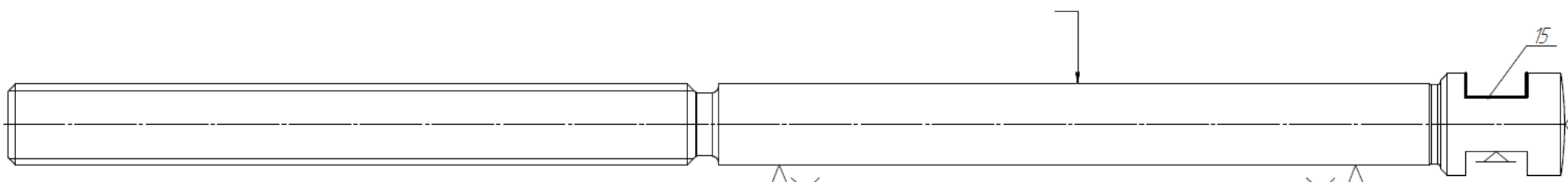
КЕ

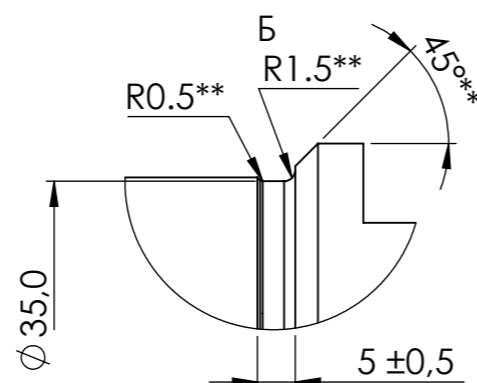
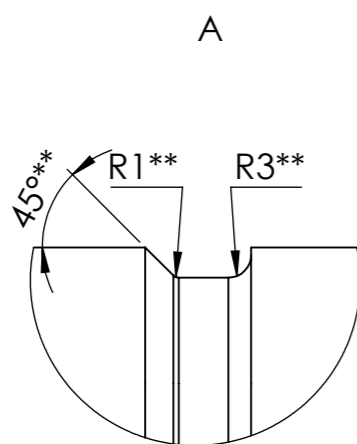
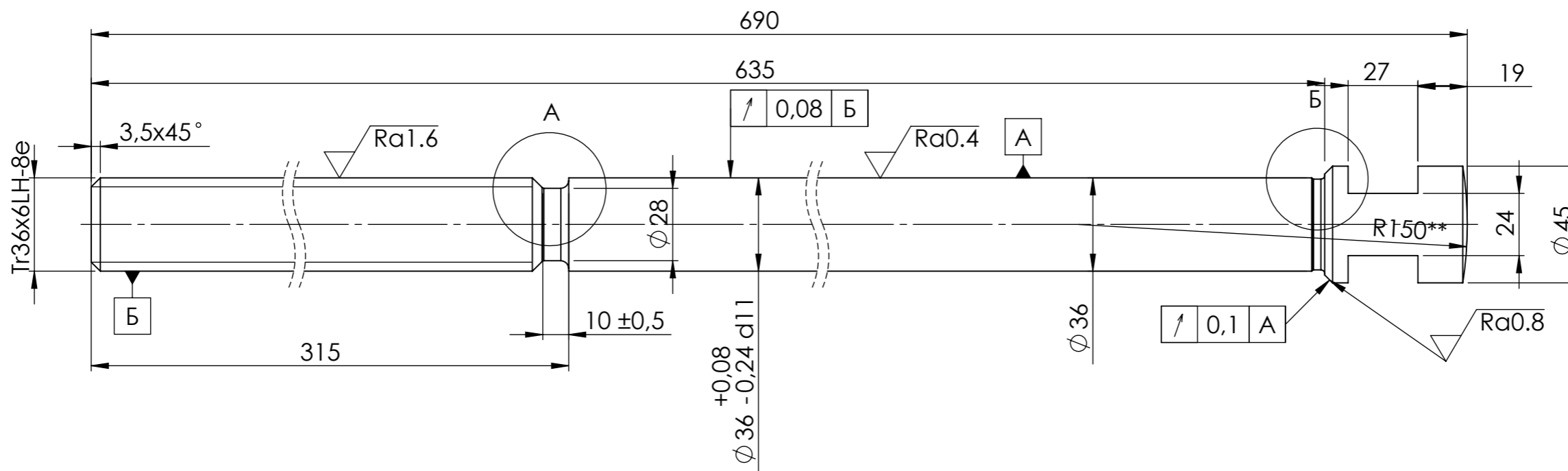
Дубл.														
Взамін.														
Підпис														
														6
Розробив	Садловський Ю.		08.05.25	І Ф Н Т У Н Г	БР.ПМ-48.00.000	0735.44241.00112								
Перевірів	Присяжнюк П.М.													
Н. Контр.	Присяжнюк П.М.													
Реценз.				ПМ-21-1						040				
Затв.	Панчук В.Г.			Шпindelь ЕУРН 716511.008										

Установ 1



Установ 2





1. Термообробка за ДСТУ 1237 НВ 220...260
2. * Розміри для довідки
3. ** Розмір задається інструментом
4. H14, h14, ±IT15/2

					БР.ПМ-48.01.000		
					Шпиндель ЕУРН 716511.008		
					Сталь 20X13 ДСТУ EN 10088-1:2008		
Лит.	Масса	Масштаб					
	5.7	1:5					
Лист 1		Листов 1					
					ІФНТУНГ ПМ-21-1		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Садловський					
Пров.		Присяжнюк П.					
Т. контр.		Присяжнюк П.					
Н. контр.		Присяжнюк П.					
Утв.		Панчук В.Г.					

Перв. примен.

Справ. №

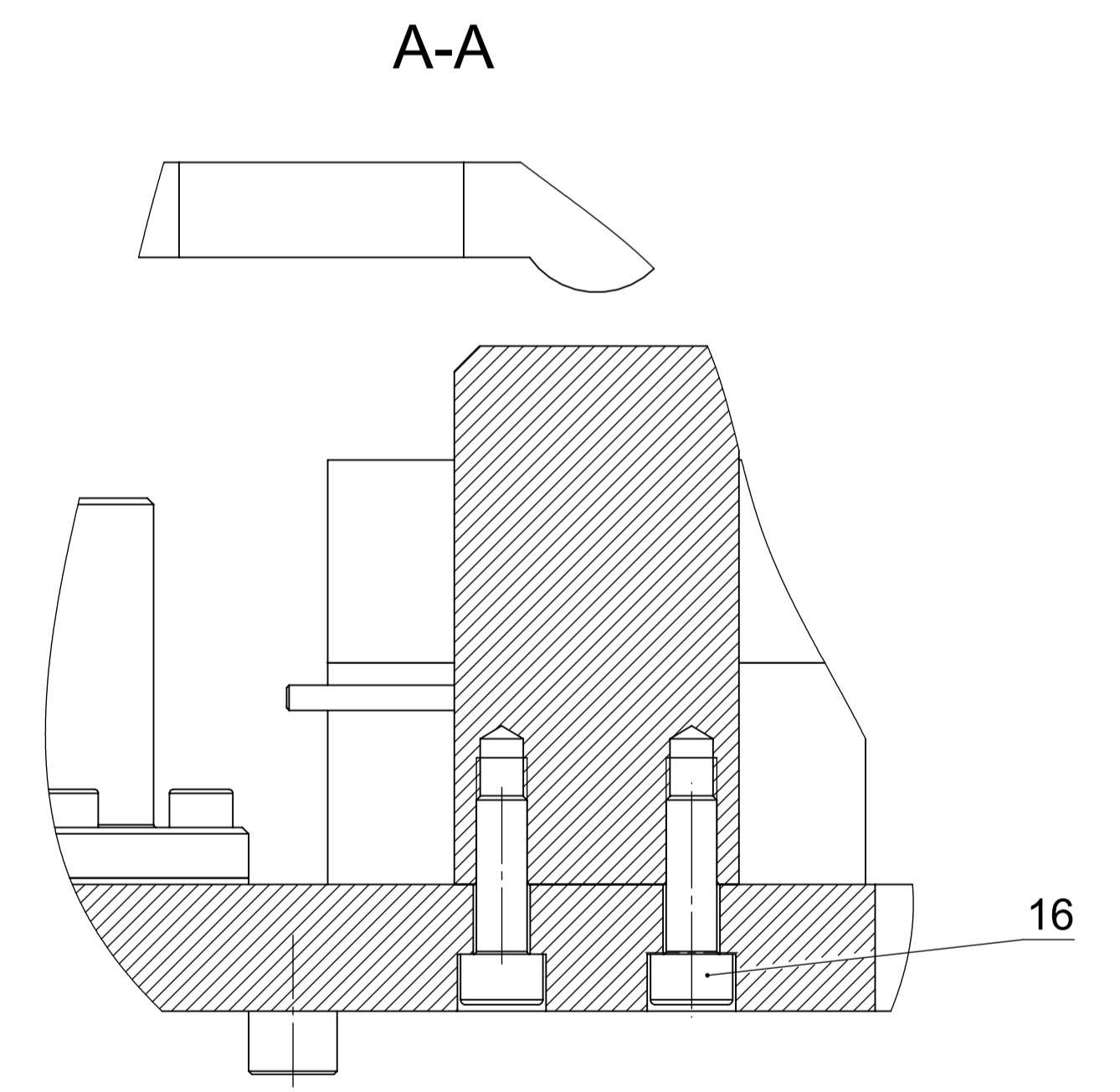
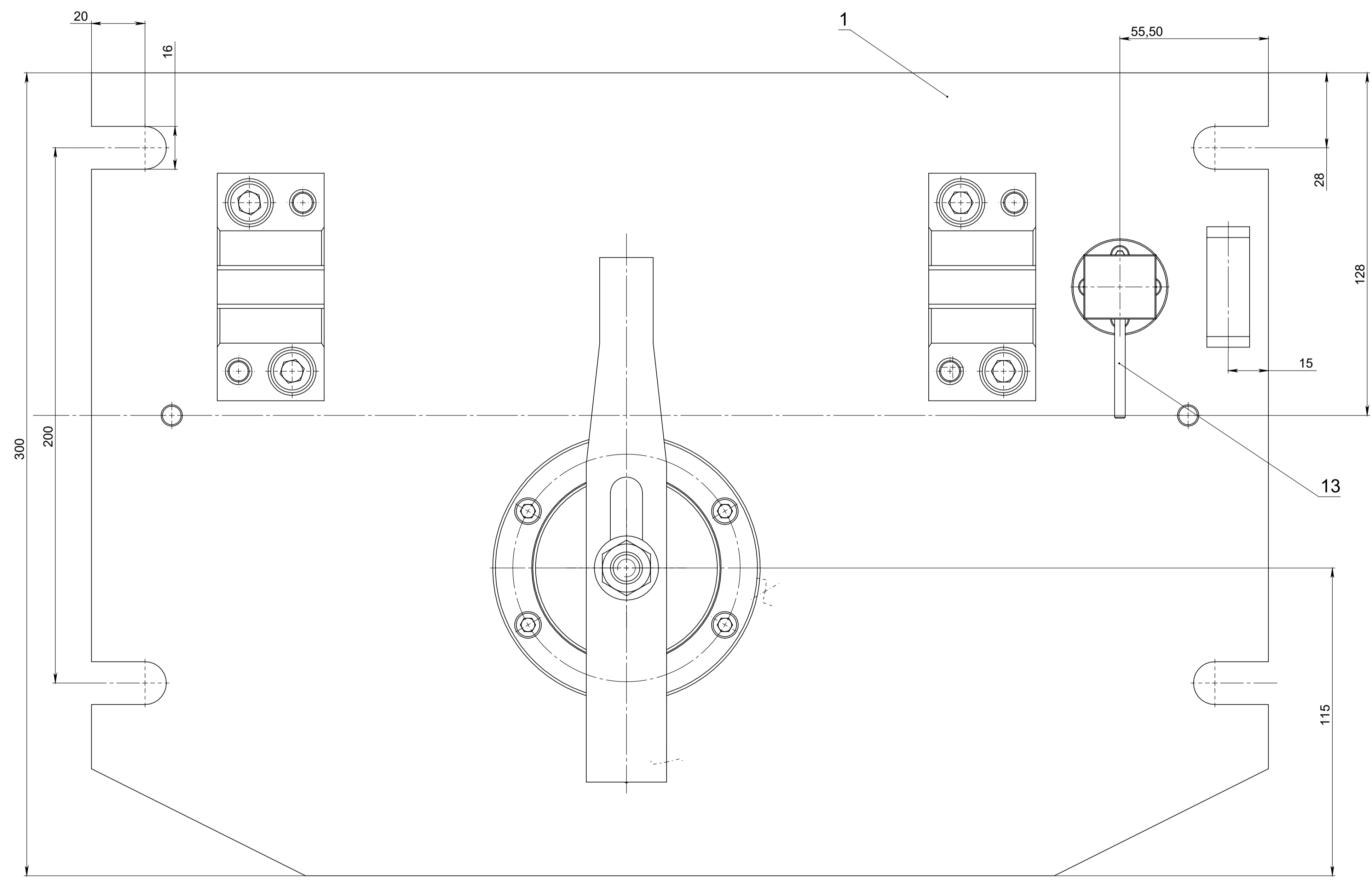
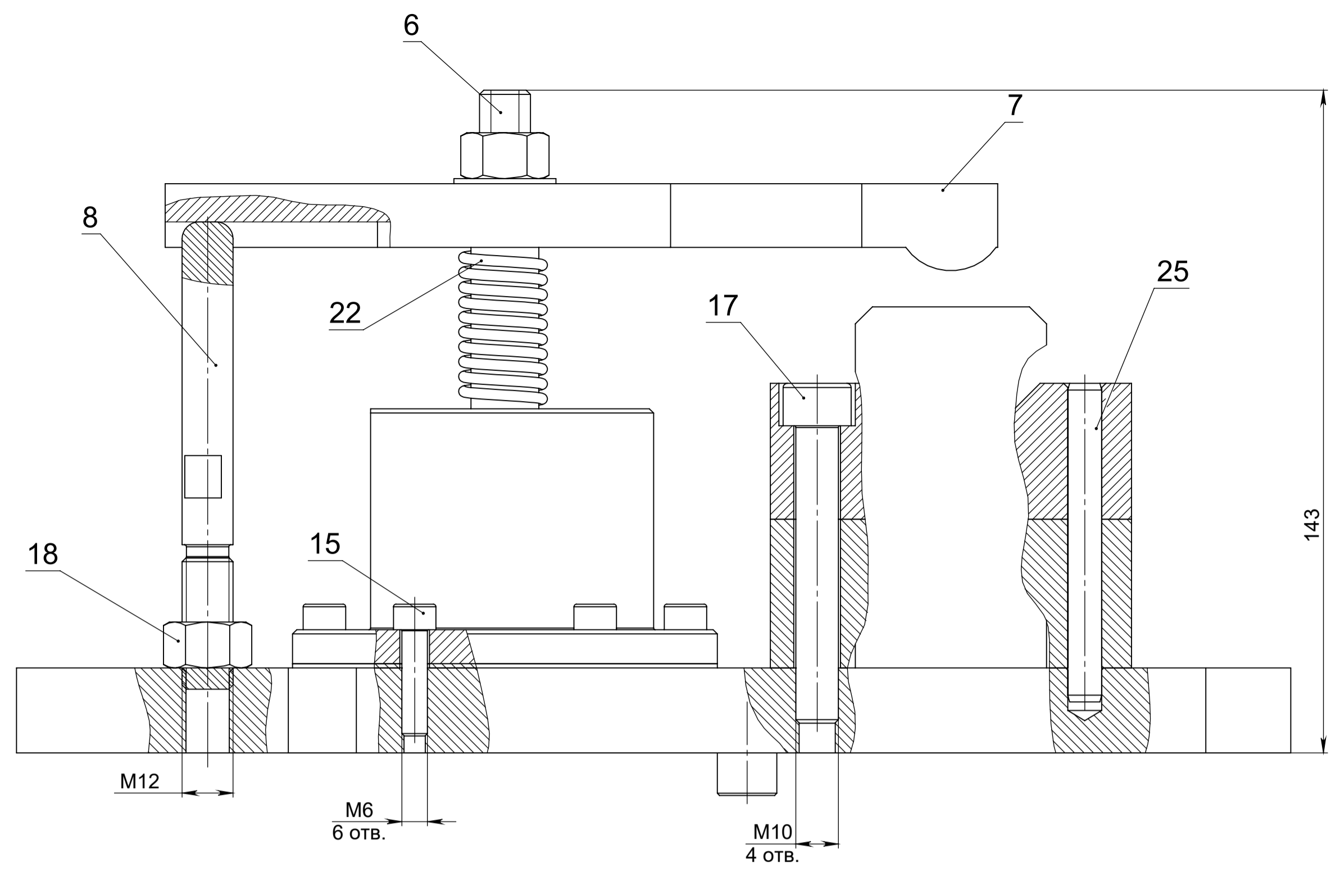
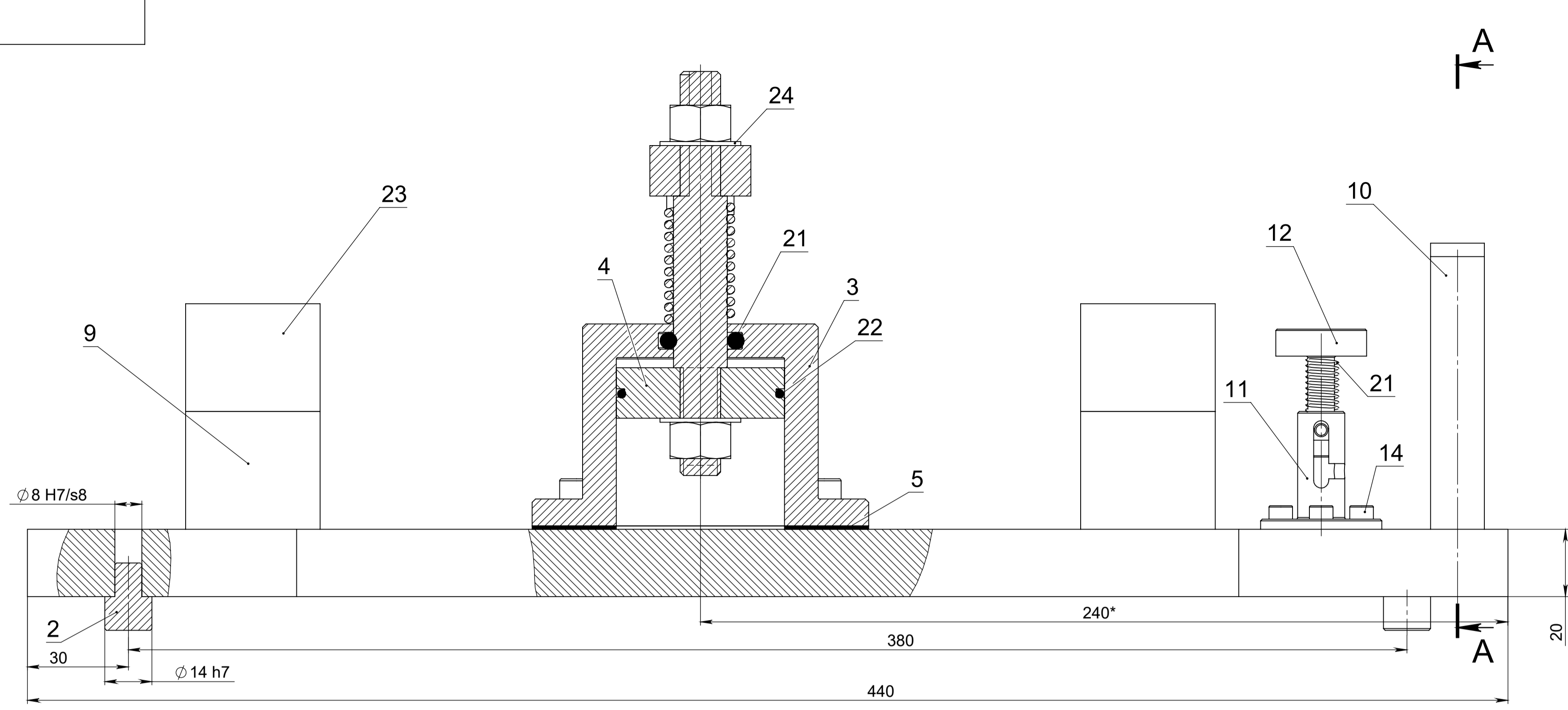
Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

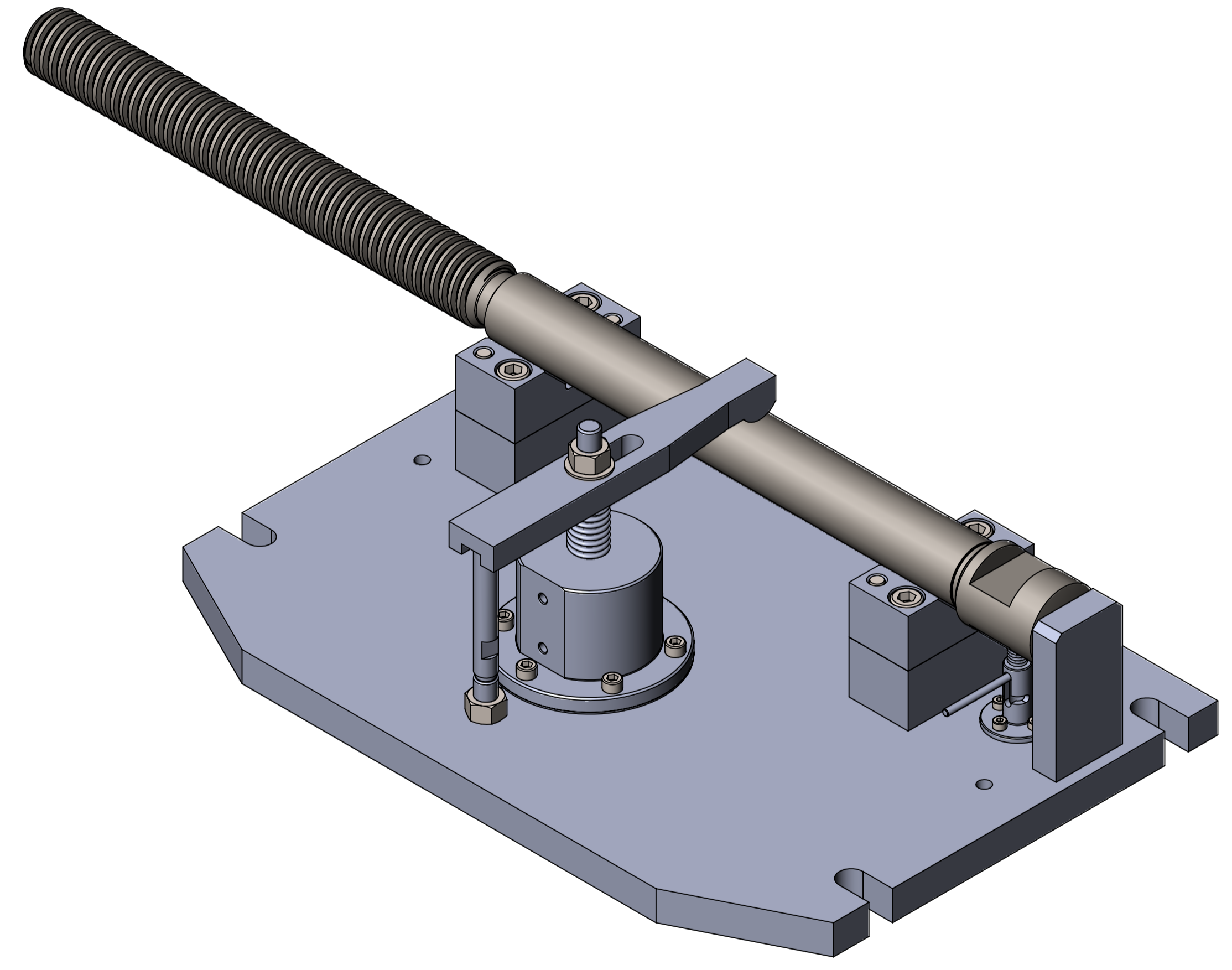
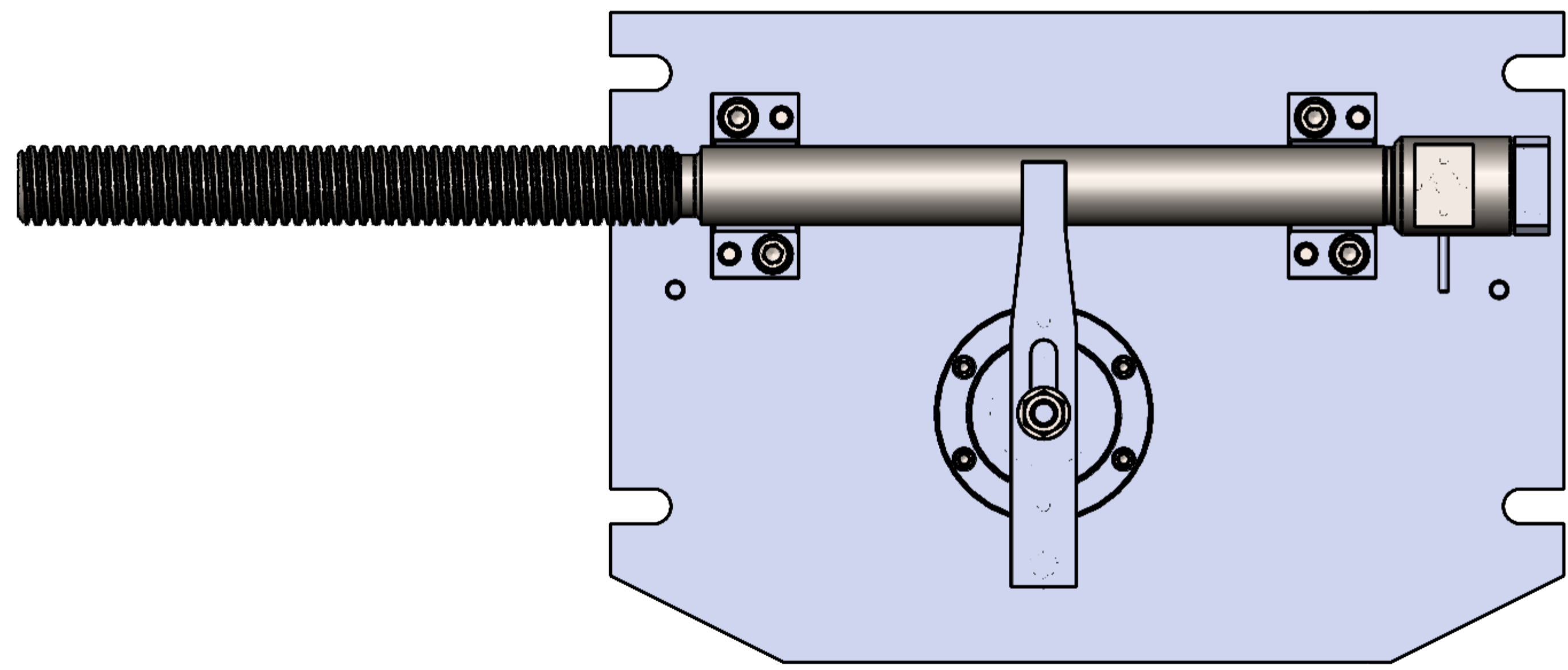
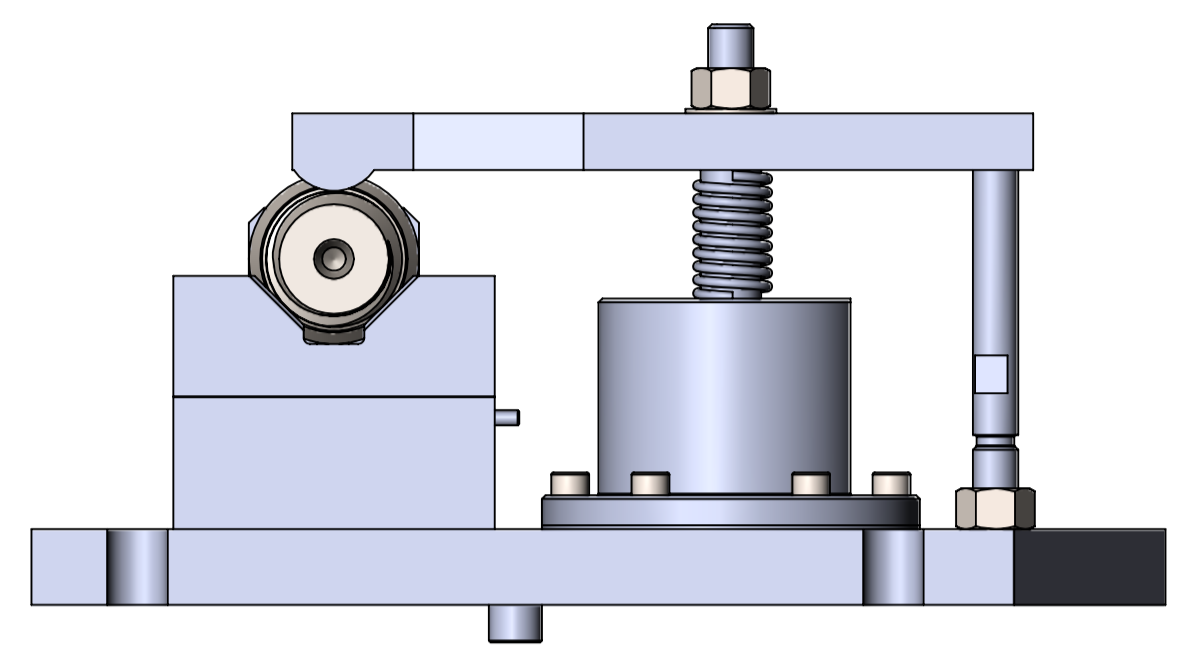
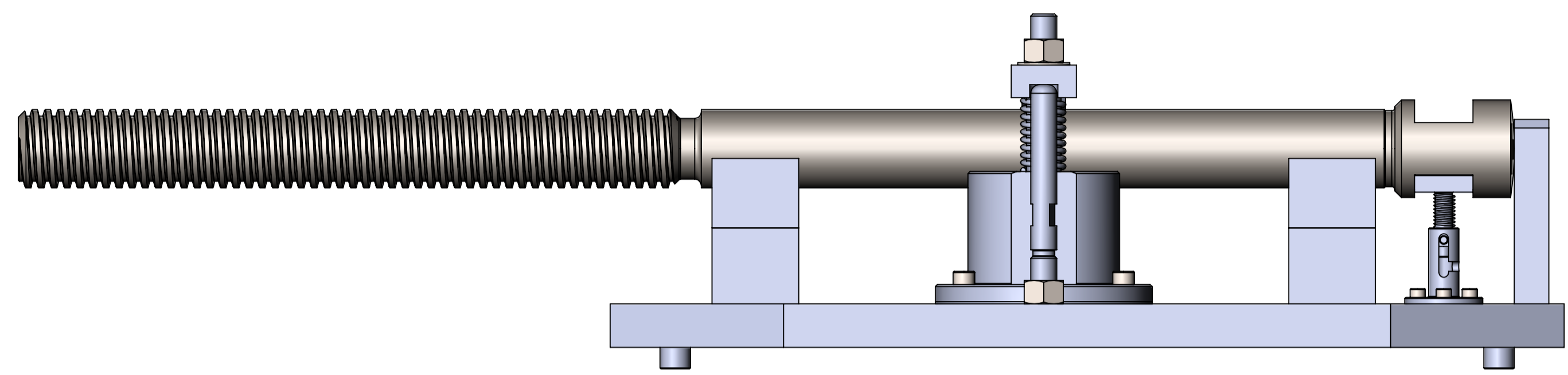
Инв. № подл.



- 1.*Розміри для довідок
2. Пристрій повинен працювати плано без ривків і заїдок
3. Робочий тиск повітря - 0,4 МПа

				БР.ПМ-48.02.000 СК		
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Пристрій фрезерний	
Разраб.	Садловський					
Пров.	Присяжнюк П.					
Т. контр.	Присяжнюк П.					
Н. контр.	Присяжнюк П.				ІФНТУНГ ПМ-21-1	
Утв.	Панчук В.Г.					
				Лит.	Масса	Масштаб
						1:1
				Лист 1	Листов 1	
				Формат А1		

Имя, № подл. Подп. и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата Страна, № Перепр. примен.



Перв. примен.

Справа. №

Подп. и дата

Изм. № дубл.

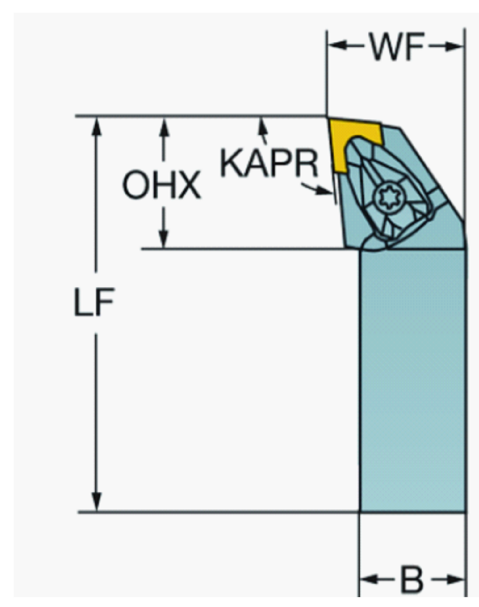
Взам. инв. №

Инд. № инв.

Подп. и дата

Инд. № подл.

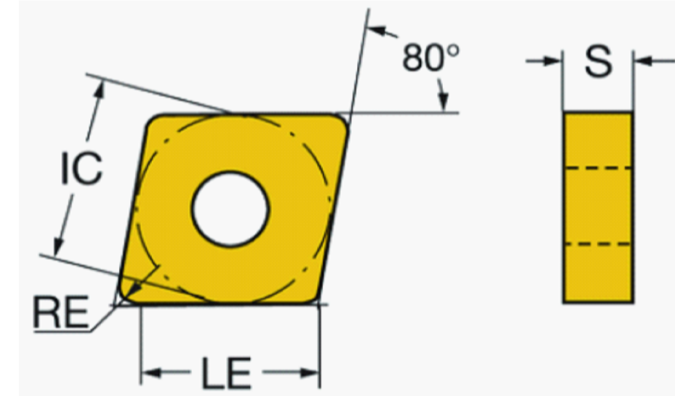
					БР.ПМ-48.03.000		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	3 Д модель пристрою фрезерного		
Разраб.		Садловський					
Пров.		Присяжнюк П.					
Т. контр.		Присяжнюк П.					
Рецензент							
Н. контр.		Присяжнюк П.			Лит.	Масса	Масштаб
Утв.		Панчук В.Г.					1:2
					Лист 1	Листов 1	
					ІФНТУНГ ПМ-21-1		
					1	Копировал	
					Формат А1		



Дані про продукт Метрика Дюйм

про кут різальної кромки інструменту (KAPR_1)	95°
кут випередження (PSIR)	-5°
код типу затискання (MTP)	затисніть зверху вставки та вставте її в отвір
про тип вставки (CUTINT_MASTER)	CNMG 120408
про підключення на стороні машини (ADINTMS)	Прямокутний хвостовик - метричний: 25 x 25
Максимальний кут нахилу (RMPX)	0°
Кут корпусу заготовки збоку (BAWS)	0°
про кут нахилу корпусу машини (BAMS)	0°
Максимальний виступ (OHX)	32 мм
Рука (PУЧНА)	Праворуч
про тип виходу охолоджувальної рідини (CXSC)	немає виходу охолоджувальної рідини
про тип введення охолоджуючої рідини (CNSC)	без подачі охолоджувальної рідини
ширину хвостовика (B)	25 мм
висоту хвостовика (H)	25 мм
функціональну довжину (LF)	150 мм
функціональну ширину (ФШ)	32 мм
функціональну висоту (HF)	25 мм
про ортогональний передній кут (GAMO)	-6°
кут нахилу (LAMS)	-6°
про крутний момент (TQ)	3,9 Нм

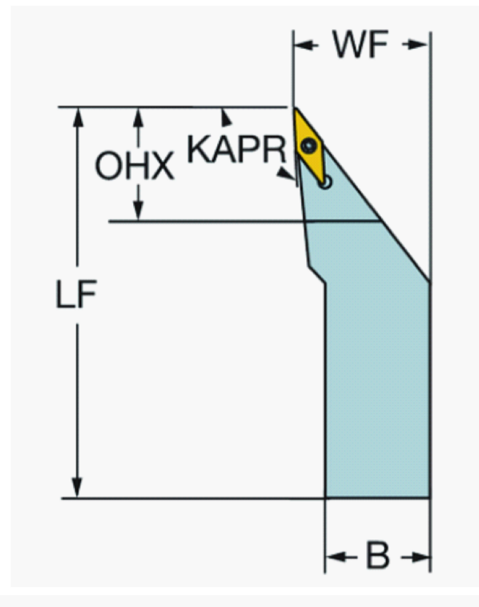
Державка різця «DCLNR 2525M 12»



Дані про продукт Метрика Дюйм

матеріал(и) заготовки (TMC1ISO)	П. К.
про стружколом (CBMD)	вечір
Тип операції (CTPT)	попередня обробка з урахуванням вимог до поверхні
код способу кріплення (IFS)	Циліндричний отвір для кріплення
кріпильного отвору (D1)	5,156 мм
Розмір і форма вставки (CUTINT_SIZESHAPE)	CN1204
про кількість передових лез (CEDC)	4
про діаметр вписаного кола (IC)	12,7 мм
Вставити код форми (SC)	Ромбічний 80
про ефективну довжину різальної кромки (LE)	12,4959 мм
Радіус кута (RE)	0,3969 мм
Рука (PУЧНА)	Нейтральний
Оцінка (ОЦІНКА)	4425
про субстрат (SUBSTRATE)	Головний уповноважений
про покриття (COATING)	ХОП TiCN+Al2O3+TiN
про товщину вставки (S)	4,7625 мм

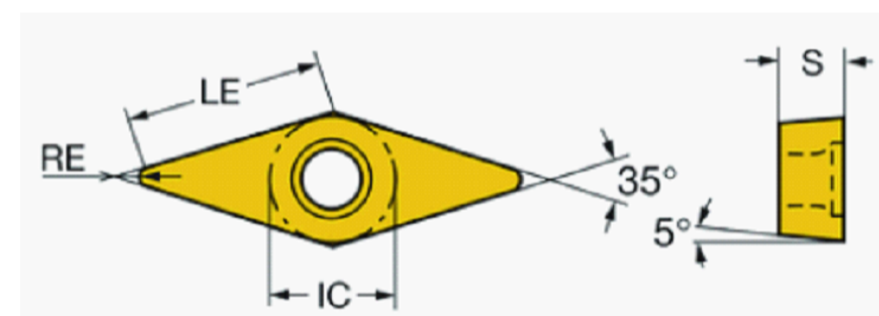
Ріжуча пластинка «CNMG 12 04 04-PM 4425»



Дані про продукт Метрика Дюйм

про кут різальної кромки інструменту (KAPR_1)	93°
кут випередження (PSIR)	-3°
код типу затискання (MTP)	затискач з гвинтовим наскрізним отвором
про тип вставки (CUTINT_MASTER)	VBMT 160408/ BKMT 160408
про підключення на стороні машини (ADINTMS)	Прямокутний хвостовик - метричний: 25 x 25
Максимальний кут нахилу (RMPX)	50°
Кут корпусу заготовки збоку (BAWS)	0°
про кут нахилу корпусу машини (BAMS)	0°
Максимальний виступ (OHX)	31,5 мм
Рука (PУЧНА)	Праворуч
про тип виходу охолоджувальної рідини (CXSC)	немає виходу охолоджувальної рідини
про тип введення охолоджуючої рідини (CNSC)	без подачі охолоджувальної рідини
ширину хвостовика (B)	25 мм
висоту хвостовика (H)	25 мм
функціональну довжину (LF)	150 мм
функціональну ширину (ФШ)	32 мм
функціональну висоту (HF)	25 мм
про ортогональний передній кут (GAMO)	0°
кут нахилу (LAMS)	0°
про крутний момент (TQ)	3 Нм

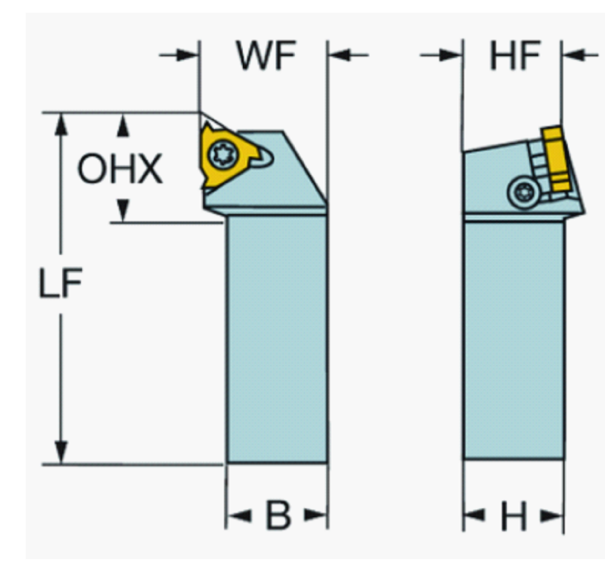
Державка різця «SVJBR 2525M 16»



Дані про продукт Метрика Дюйм

матеріал(и) заготовки (TMC1ISO)	П. К.
про стружколом (CBMD)	ОДИН
Тип операції (CTPT)	попередня обробка з урахуванням вимог до поверхні
код способу кріплення (IFS)	Частково циліндричний, зенкування 40-60 градусів з одного або двох боків
кріпильного отвору (D1)	4,4 мм
Розмір і форма вставки (CUTINT_SIZESHAPE)	VB1604
про кількість передових лез (CEDC)	2
про діаметр вписаного кола (IC)	9,525 мм
Вставити код форми (SC)	Ромбічний 35
про ефективну довжину різальної кромки (LE)	16,2063 мм
Радіус кута (RE)	0,3969 мм
Рука (PУЧНА)	Нейтральний
Оцінка (ОЦІНКА)	4425
про субстрат (SUBSTRATE)	Головний уповноважений
про покриття (COATING)	ХОП TiCN+Al2O3+TiN
про товщину вставки (S)	4,7625 мм
про кут зазору (AN)	5°

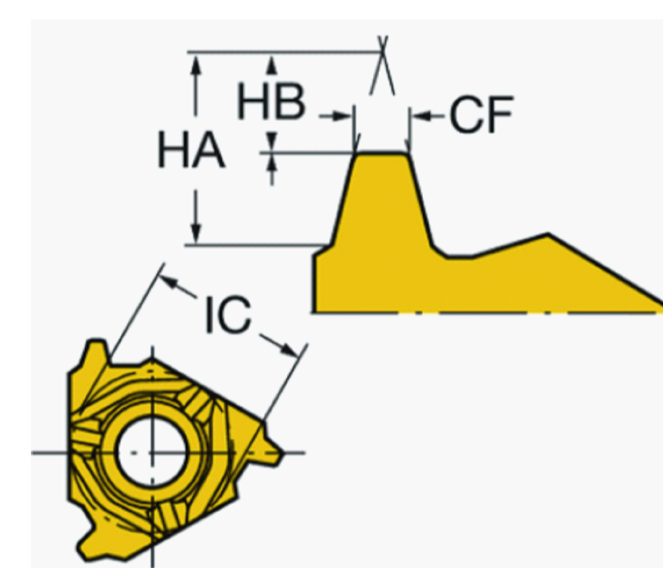
Ріжуча пластинка «VBMT 16 04 04-UM 4425»



Дані про продукт Метрика Дюйм

код типу затискання (MTP)	затискач з гвинтовим наскрізним отвором
про тип вставки (CUTINT_MASTER)	CoreThread - зовнішній розмір 22 (266.RG-22)
кут осевого зазору (ALP)	-10°
про кут корекції нахилу спіралі різьби (THCA)	1°
про підключення на стороні машини (ADINTMS)	Прямокутний хвостовик - метричний: 25 x 25
про кут нахилу корпусу машини (BAMS)	0°
Максимальний виступ (OHX)	33,3 мм
Рука (PУЧНА)	Праворуч
про тип введення охолоджуючої рідини (CNSC)	без подачі охолоджувальної рідини
ширину хвостовика (B)	25 мм
висоту хвостовика (H)	25 мм
функціональну довжину (LF)	150 мм
функціональну ширину (ФШ)	32 мм
функціональну висоту (HF)	25 мм
про загальну довжину (OAL)	150 мм
про крутний момент (TQ)	5 Нм
про вагу товару (WT)	0,7347 кг

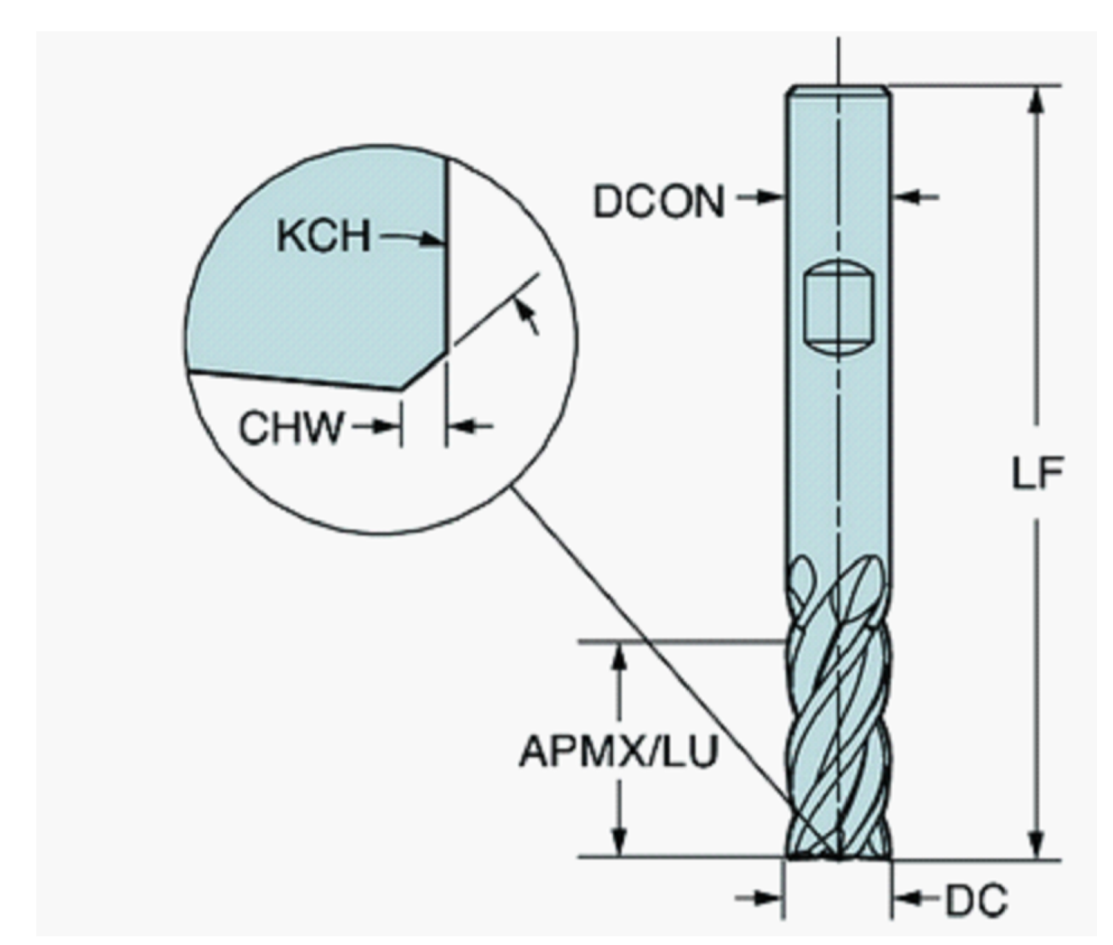
Державка різця «266RG-2525-22»



Дані про продукт Метрика Дюйм

матеріал(и) заготовки (TMC1ISO)	П. К. М. Н. Ш.
про стружколом (CBMD)	Ф
про форму потоку (THFT)	Трапецієподібний кут 30° (TRN/TRG)
стандартний номер (STDNO_1)	ISO 2901-2904
стандартний номер (STDNO_2)	ДІН 103-1977
про тип потоку (TTP)	зовнішній
про крок різьби (TP)	6 мм
про тип профілю різьби (TPT)	повний профіль
про кількість зубів (NT)	1
клас допуску різьби (TCTR)	IT 7
Теоретична висота різьби (HA)	7,2 мм
про різницю висот різьби (HB)	3,62 мм
про відстань профілю ex (PDX)	2,4 мм
про відстань профілю ey (PDY)	0,786 мм
код способу кріплення (IFS)	Отвір з потайною головкою 40°-60°, дно ровкий
кріпильного отвору (D1)	5,7 мм
Розмір і форма вставки (CUTINT_SIZESHAPE)	CoreThread 266/254 - зовнішній розмір 22R
про кількість передових лез (CEDC)	3
про діаметр вписаного кола (IC)	12,7 мм
про точкову фаску (CF)	1,94 мм

Ріжуча пластинка «266RG-22TR01F600E 1020»



Дані про продукт Метрика Дюйм

матеріал(и) заготовки (TMC1ISO)	П. К.
Діаметр різання (округ Колумбія)	14 мм
Кут різальної кромки інструменту (KAPR)	90°
про клас допуску діаметра різання (TCDC)	h10
про діаметр різання для контакту з поверхнею (DCF)	13,7 мм
про кутову фаску (KCH)	45°
ширину фаски кута (CHW)	0,15 мм
Максимальна глибина різання (APMX)	30 мм
про максимальну глибину різання (APMX_PFW)	30 мм
можливості центрального різання (CCC)	Так
про максимальну глибину різання (APMX_FFW)	30 мм
Корисна довжина (LU)	30 мм
про ефективну кількість периферійних різальних кромок (ZEFP)	4
про підключення на стороні машини (ADINTMS)	Велдон (DIN6535-NB) - метрична система: 14
максимальний кут нахилу (RMPX_FFW)	20°
про допуск діаметра з'єднання (TCDCON)	h6
Оцінка (ОЦІНКА)	P2BM
про субстрат (SUBSTRATE)	Головний уповноважений
про покриття (COATING)	PVD TiAlCrSiN
стандартну групу хвостовиків (BSG)	КОРОНАЦІЯ
про тип введення охолоджуючої рідини (CNSC)	без подачі охолоджувальної рідини
про діаметр з'єднання з боку машини (DCONMS)	14 мм
функціональну довжину (LF)	90 мм
про кут нахилу спіралі канавки (FHA)	42°

Кінцева фреза «2P342-1400-PB P2BM»

БР.ПМ-48.04.000				
Вибір Інструментів		Лит.	Масса	Масштаб
				1:1
Лист 1	Листов 1			
Ізв. № подл.	Ізв. № дубл.	Ізв. № змін.	Ізв. № дата	ІФНТУНГ ПМ-21-1
Ізв. № подл.	Ізв. № дубл.	Ізв. № змін.	Ізв. № дата	Копировал
Ізв. № подл.	Ізв. № дубл.	Ізв. № змін.	Ізв. № дата	Формат А1

Перв. примен.

Справа. №

Подп. и дата

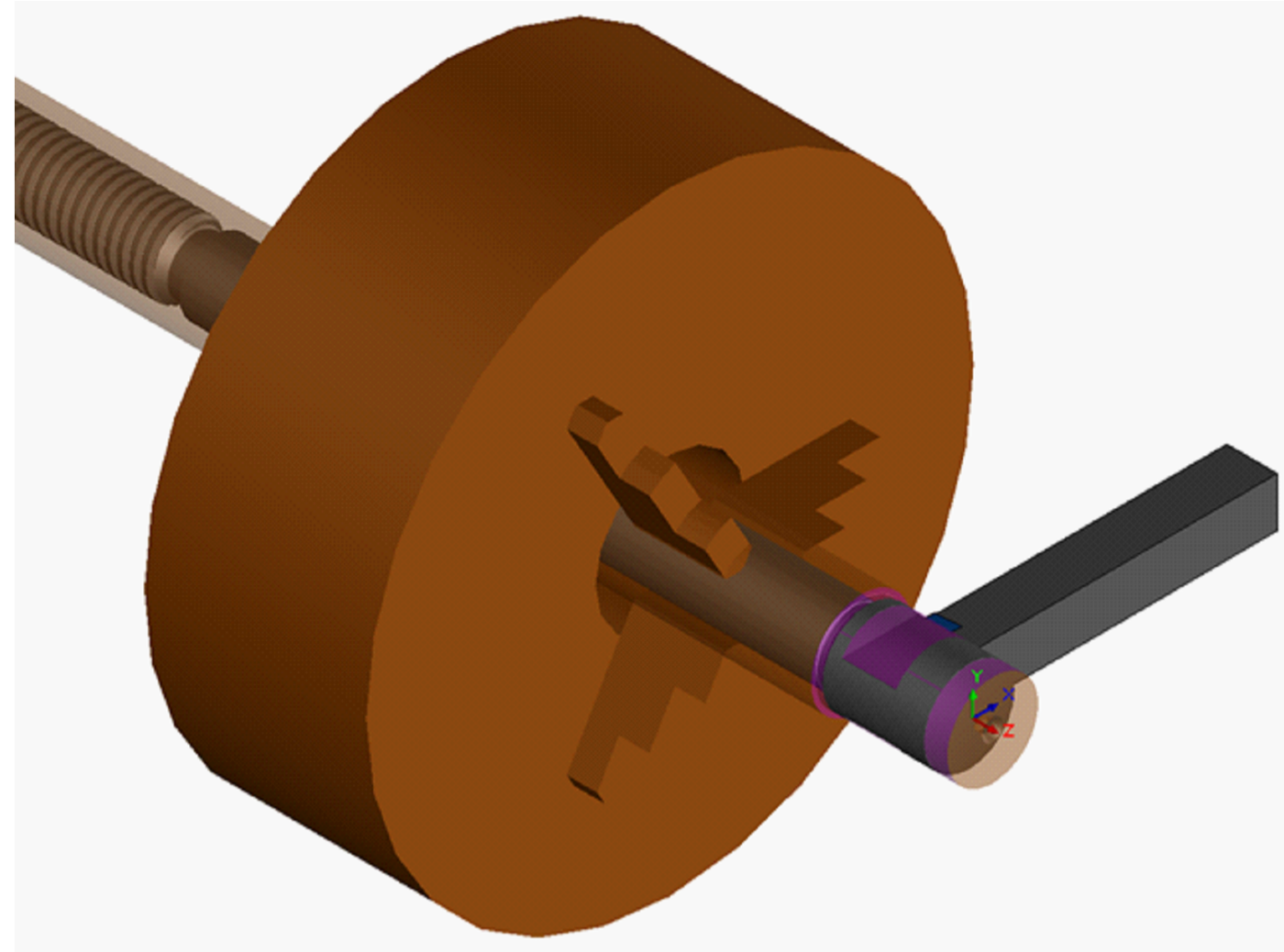
Изм. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

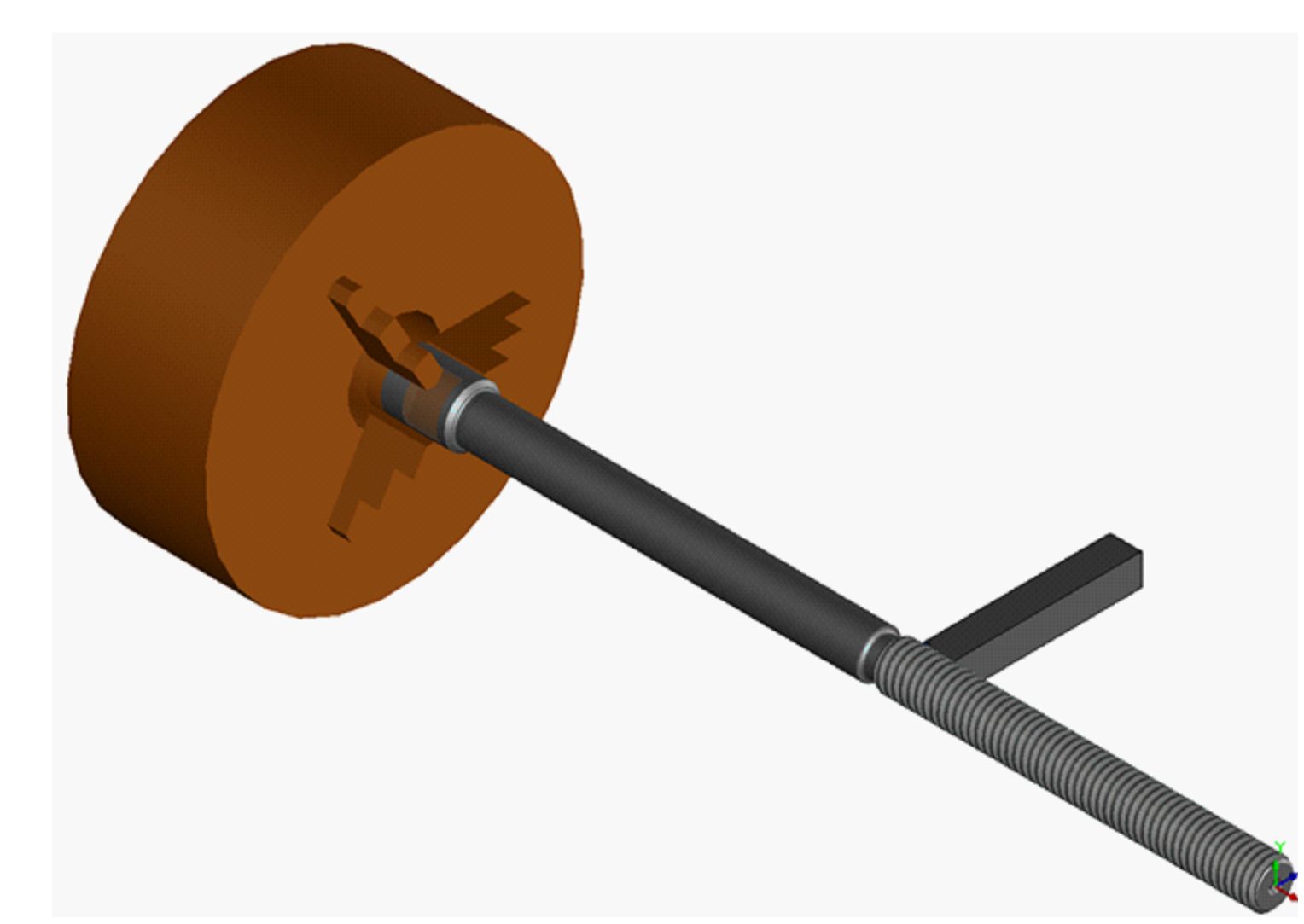
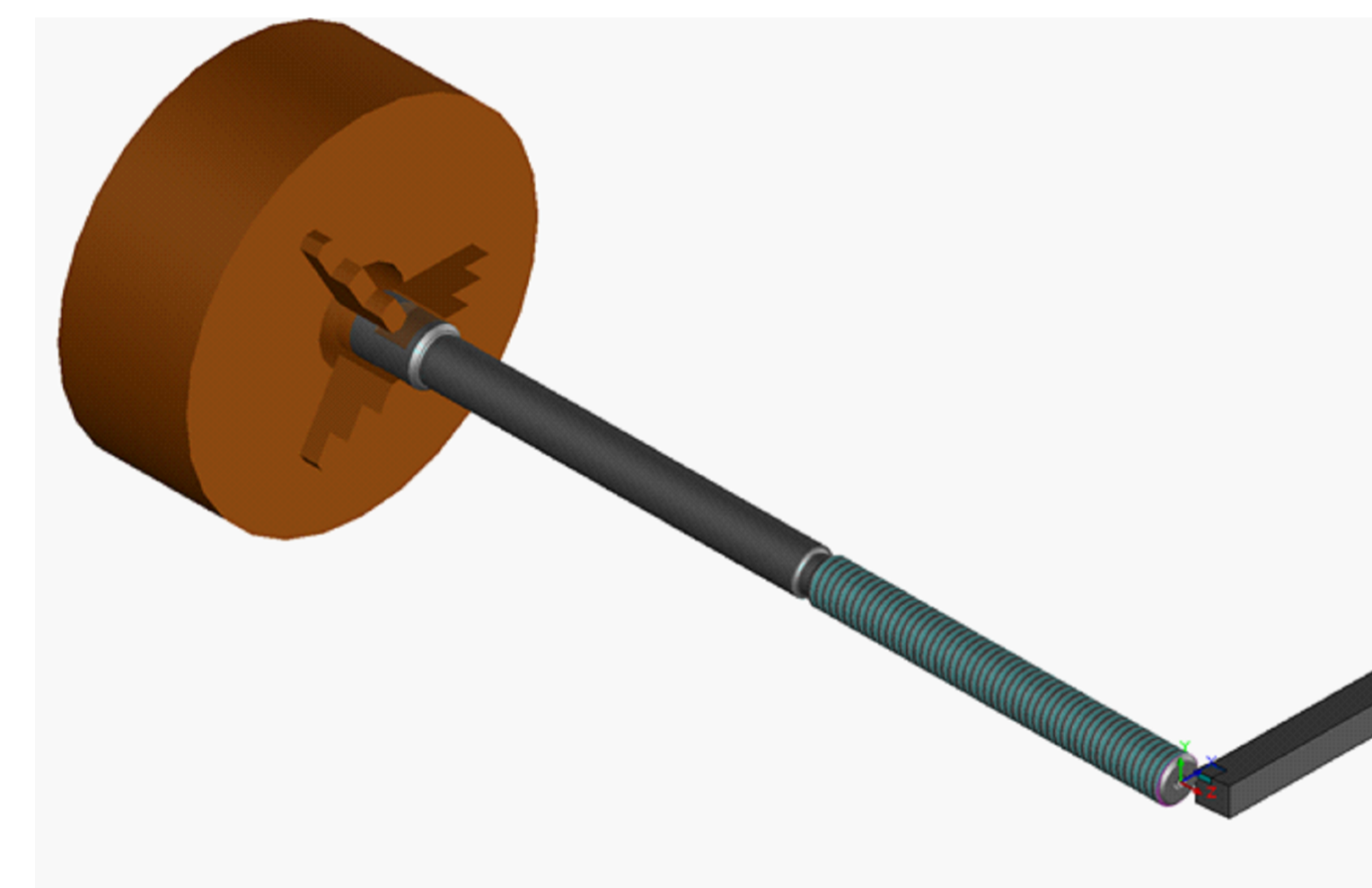
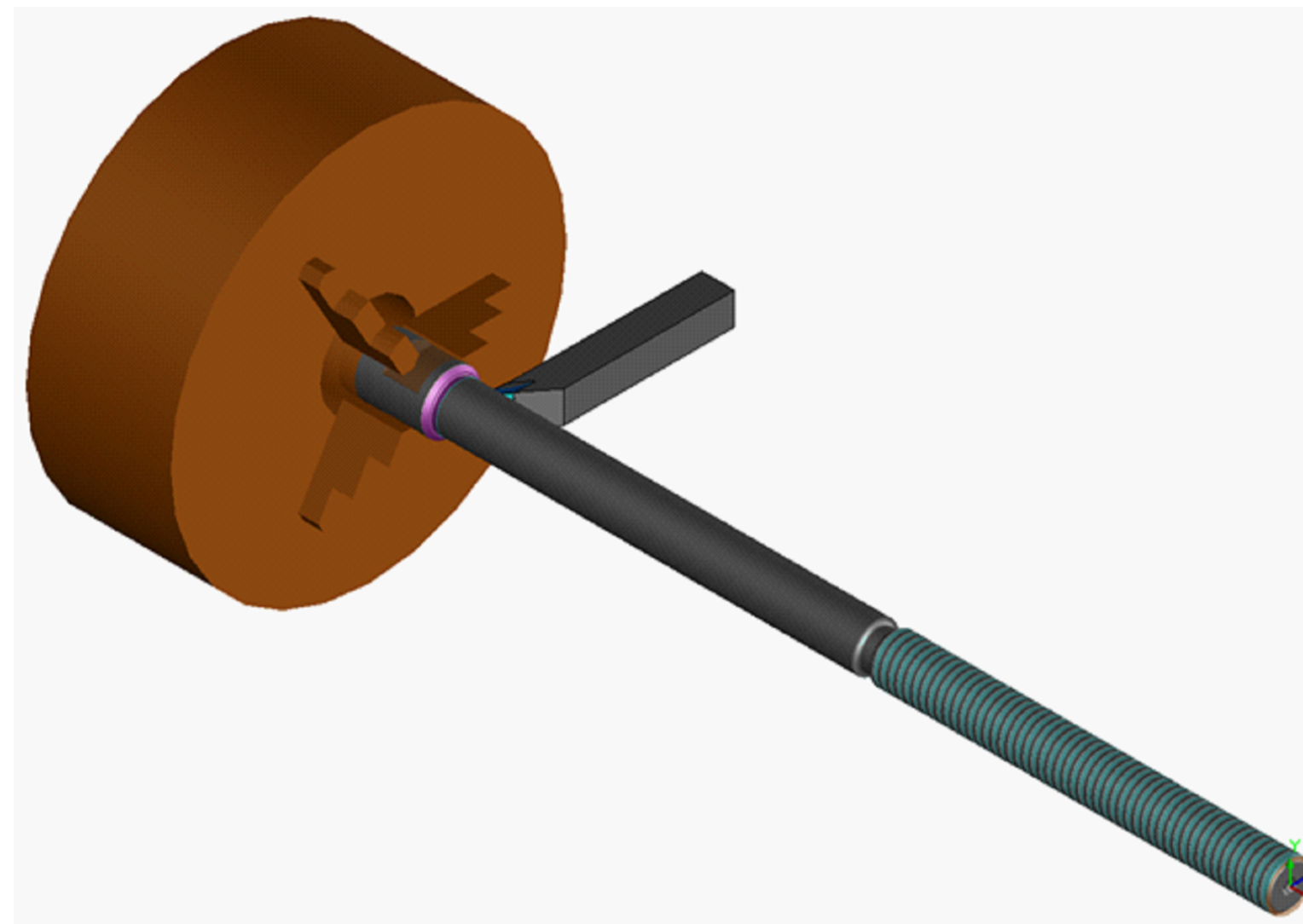
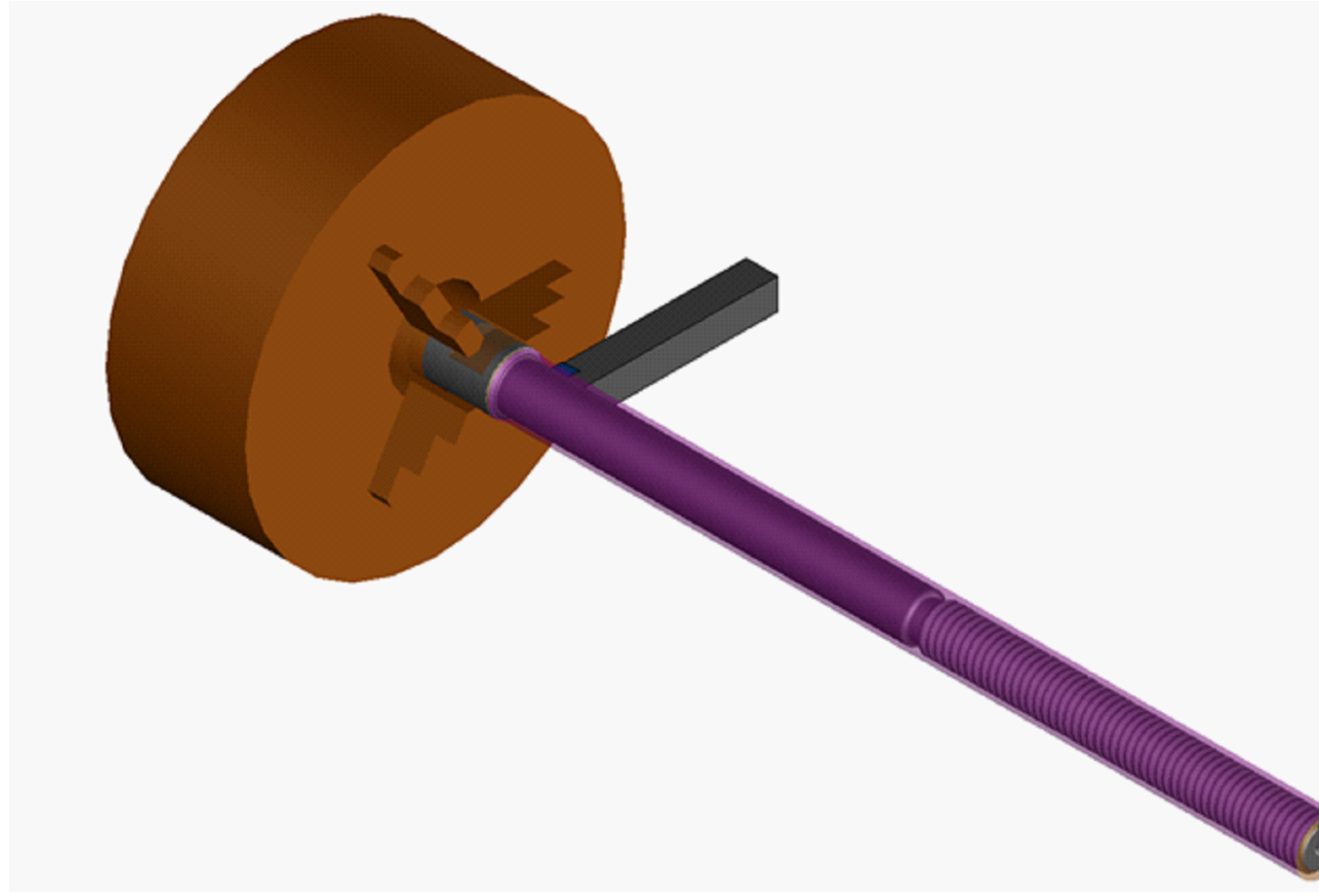
Імітація обробки на операцію 020



Код програми на операцію 020

```
%MPF1
N5 TRANS Z0
N10 LIMS=3000
N15 T01 D01
N20 G96 S596 M03
N25 M08
N30 G00 Z13.354
N35 X53.707
N40 G95 G01 X47. Z10. F.264
N45 G95 Z-54.4
N50 G95 X50.
N55 G95 X50.707 Z-54.046
N60 G00 X56.707
N65 Z10.354
N70 X45.707
N75 G95 G01 X45. Z10.
N80 G95 Z-55.4
N85 G95 X49.2
N90 G95 X49.907 Z-55.046
N95 G00 X55.907
N100 X508. Z127. D0 M09
N105 M30
%
```

Імітація обробки на операцію 025

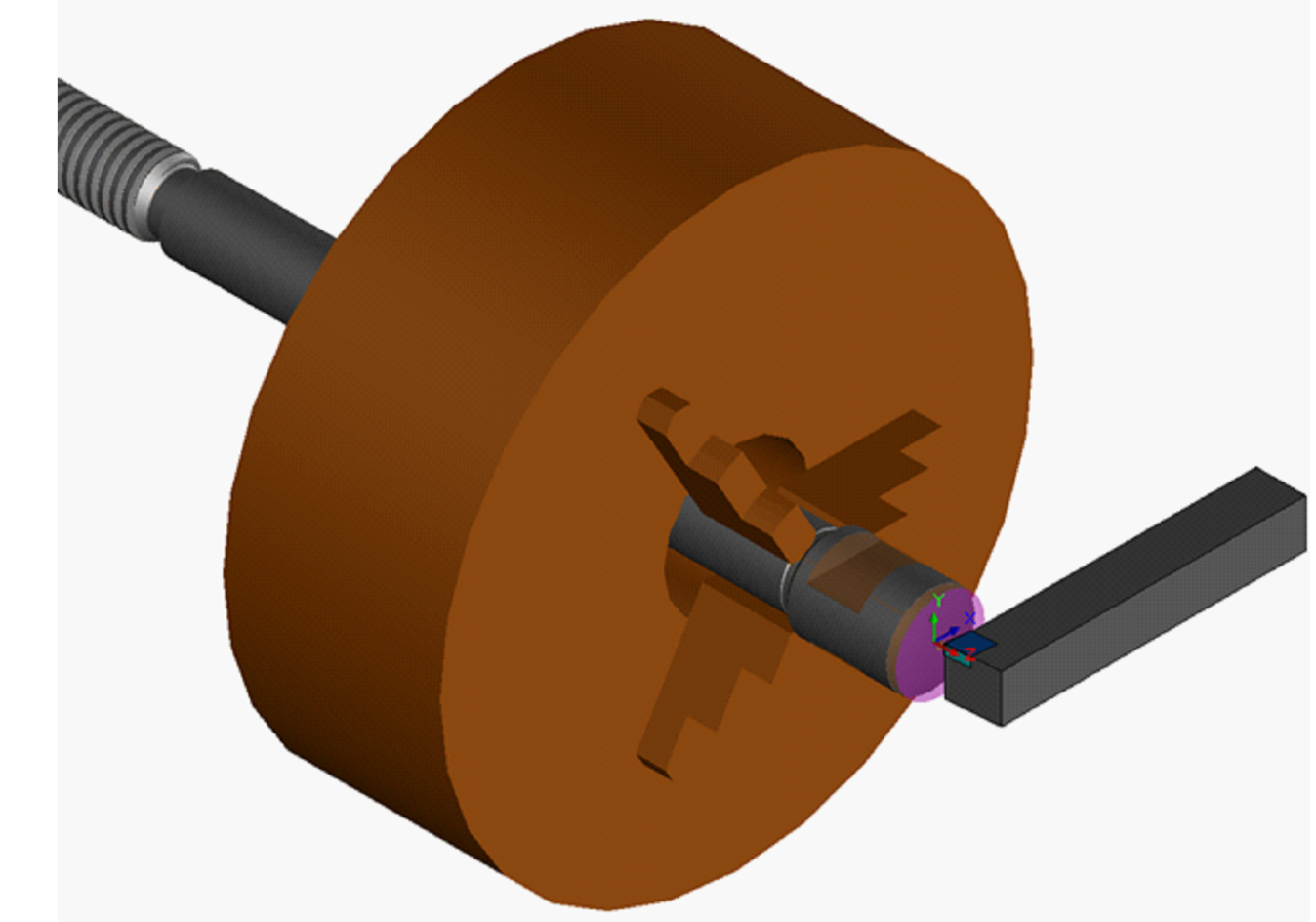


```
%MPF1
N5 TRANS Z0
N10 LIMS=3000
N15 T01 D01
N20 G96 S548 M03
N25 M08
N30 G00 Z3.354
N35 X53.707
N40 G95 G01 X47. Z0 F.409
N45 G95 Z-635.4
N50 G95 X47.707 Z-635.754
N55 G00 X53.707
N60 Z.354
N65 X45.173
N70 G95 G01 X44.466 Z0
N75 G95 Z-635.846
N80 G95 X45. Z-636.113
N85 G95 X46.
N90 G00 X52.
N95 Z.354
N100 X42.639
N105 G95 G01 X41.932 Z0
N110 G95 Z-634.579
N115 G95 X44.466 Z-635.846
N120 G95 X45.466
N125 G00 X51.466
N130 Z.354
N135 X40.105
N140 G95 G01 X39.398 Z0
N145 G95 Z-633.597
N150 G95 G03 X40.887 Z-634.056 B1.9
N155 G95 G01 X41.932 Z-634.579
N160 G95 X43.832
N165 G00 X48.932
N170 Z.5
N175 X40.49
N180 G95 G01 X39.
N185 G95 Z-301.4
N190 G95 G03 X38.986 Z-301.566 B1.9
N195 G95 G01 X36.864 Z-313.692
N200 G95 G03 X39. Z-315.4 B1.9
N205 G95 G01 Z-630.4
N210 G95 G03 X38.986 Z-630.566 B1.9
N215 G95 G01 X38.471 Z-633.505
N220 G95 G03 X39.398 Z-633.597 B1.9
N225 G95 G01 X40.292 Z-633.373
N230 G00 Z.354
N235 X37.707
N240 G95 G01 X37. Z0
N245 G95 Z-301.4
N250 G95 G03 X36.993 Z-301.478 B.9
N255 G95 G01 X34.715 Z-314.5
N260 G95 X35.2
N265 G95 G03 X37. Z-315.4 B.9
N270 G95 G01 Z-630.4
N275 G95 G03 X36.993 Z-630.478 B.9
N280 G95 G01 X36.323 Z-634.309
N285 G95 G02 X37.2 Z-634.5 B.6
N290 G95 G01 X38.2
N295 G95 G03 X39.473 Z-634.764 B.9
N300 G95 G01 X44.766 Z-637.41
N305 G95 X45.766
N310 G00 X55.2
N315 X508. Z127. D0 M09
N320 M05
N325 T03 D03
N330 G96 S548 M03
N335 M08
N340 G00 Z2.954
N345 X42.707
N350 G95 G01 X36. Z-.4 F.409
N355 G95 Z-301.4
N360 G95 G03 X35.766 Z-301.683 B.4
N365 G95 G01 X28.351 Z-305.39
N370 G95 G02 X28. Z-305.814 B.6
N375 G95 G01 Z-312.4
N380 G95 G02 X33.2 Z-315. B2.6
N385 G95 G01 X35.2
N390 G95 G03 X36. Z-315.4 B.4
N395 G95 G01 Z-630.4
N400 G95 G03 X35.766 Z-630.683 B.4
N405 G95 G01 X35.059 Z-631.036
N410 G95 G02 X35. Z-631.107 B.1
```

Код програми на операцію 025

```
N415 G95 G01 Z-633.9
N420 G95 G02 X37.2 Z-635. B1.1
N425 G95 G01 X38.2
N430 G95 G03 X38.766 Z-635.117 B.4
N435 G95 G01 X44.766 Z-638.117
N440 G95 X45.766
N445 G00 X51.766
N450 X508. Z127. D0 M09
N455 M05
N460 T01 D01
N465 G96 S548 M03
N470 M08
N475 G00 Z3.354
N480 X36.707
N485 G95 G01 X30. Z0 F.409
N490 G95 Z-2.898
N495 G95 X36.
N500 G95 X36.707 Z-2.545
N505 G00 X42.707
N510 Z0
N515 X26.897
N520 G95 G01 Z-2.194
N525 G95 X27.756 Z-2.802
N530 G95 G03 X27.885 Z-2.898 B1.9
N535 G95 G01 X30.
N540 G95 X30.052 Z-2.6
N545 G95 X30.952
N550 G00 X36.052
N555 Z.5
N560 X25.633
N565 G95 G01 X23.794
N570 G95 Z0
N575 G95 X26.897 Z-2.194
N580 G95 X27.883 Z-2.279
N585 G00 Z.65
N590 X21.291
N595 G95 G01 X21.122 Z.158
N600 G95 X26.123 Z-3.379
N605 G95 G03 X26.454 Z-3.898 B.9
N610 G95 G01 X35.2
N615 G95 X35.907 Z-3.545
N620 G00 X41.907
N625 X508. Z127. D0 M09
N630 M05
N635 T04 D04
N640 G96 S57 M03
N645 M08
N650 G00 Z0
N655 X41.08
N660 R20=6. R21=29. R22=0
R23=0 R24=3.5R25=.5 R26=0
R27=0 R28=00 R29=0
R31=29. R32=-304. L97 P1
N665 M30
%
```

Імітація обробки на операцію 035



Код програми на операцію 035

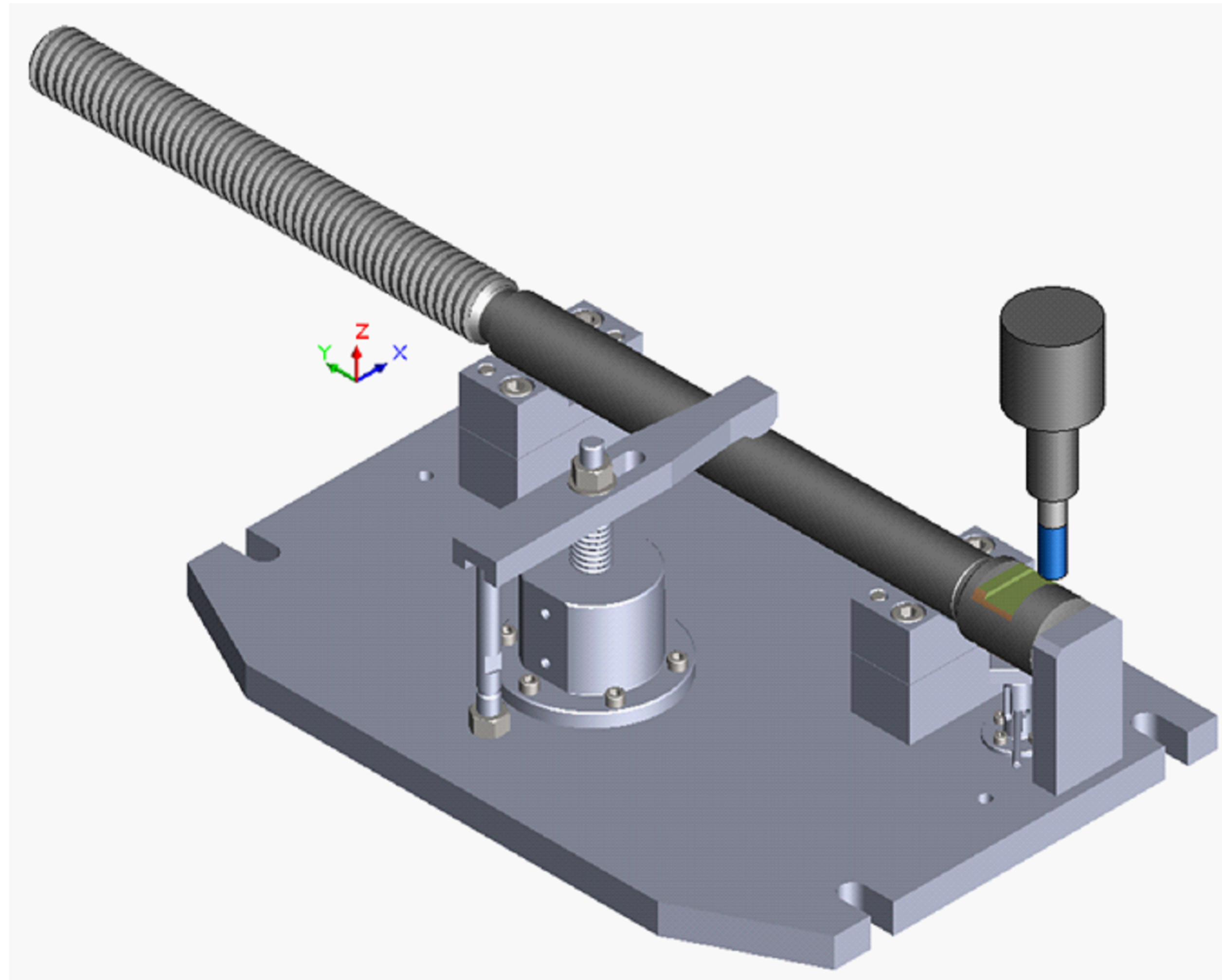
```
%MPF1
N5 TRANS Z0
N10 LIMS=3000
N15 T01 D01
N20 G96 S596 M03
N25 M08
N30 G00 Z12.354
N35 X51.707
N40 G95 G01 X45. Z9. F.264
N45 G95 X8.001
N50 G95 X7.294 Z9.354
N55 G00 Z12.354
N60 X45.707
N65 Z8.379
N70 G95 G01 X45. Z8.026
N75 G95 X6.886
N80 G95 X6.179 Z8.379
N85 G00 Z11.379
N90 X45.707
N95 Z7.405
N100 G95 G01 X45. Z7.052
N105 G95 X5.771
N110 G95 X5.064 Z7.405
N115 G00 Z10.405
N120 X45.707
N125 Z6.431
N130 G95 G01 X45. Z6.077
N135 G95 X4.68
N140 G95 X3.973 Z6.431
N145 G00 Z9.431
N150 X45.707
N155 Z5.457
N160 G95 G01 X45. Z5.103
N165 G95 X4.646
N170 G95 X3.939 Z5.457
N175 G00 Z8.457
N180 X45.707
N185 Z4.483
N190 G95 G01 X45. Z4.129
N195 G95 X4.646
N200 G95 X3.939 Z4.483

N205 G00 Z7.483
N210 X45.707
N215 Z3.508
N220 G95 G01 X45. Z3.155
N225 G95 X2.951
N230 G95 X2.244 Z3.508
N235 G00 Z6.508
N240 X45.707
N245 Z2.534
N250 G95 G01 X45. Z2.181
N255 G95 X-.395
N260 G95 X-1.102 Z2.534
N265 G00 Z5.534
N270 X45.707
N275 Z1.56
N280 G95 G01 X45. Z1.207
N285 G95 X-.8
N290 G95 X-1.507 Z1.56
N295 G00 Z4.56
N300 X45.707
N305 Z.586
N310 G95 G01 X45. Z.232
N315 G95 X29.652
N320 G95 G02 X-.8 Z1. B151.4
N325 G95 G01 X-1.507 Z1.354
N330 G95 Z1.804
N335 G00 Z4.354
N340 X46.
N345 Z.023
N350 G95 G01 Z-.742
N355 G95 X45.
N360 G95 X44.62 Z-.713
N365 G95 G02 X29.652 Z.232 B151.4
N370 G95 G01 X29.02 Z.62
N375 G00 X45.125
N380 Z-1.405
N385 G95 G01 X44.32 Z-1.702
N390 G95 G02 X-.8 Z0 B150.4
N395 G95 G01 X-1.507 Z.354
N400 G00 Z12.6
N405 X508. Z127. D0 M09
N410 M30
%i
```

				БР.ПМ-48.05.000		
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Імітація обробки та код програми на операцію 020 та 025 і 035	
Разраб.		Садловський				
Пров.		Присяжнюк П.				
Т. контр.		Присяжнюк П.				
Рецензент						
Н. контр.		Присяжнюк П.			Лист 1	Листов 1
Утв.		Панчук В.Г.			ІФНТУНГ ПМ-21-1	

Пере. примен.
 Справа. №
 Подп. и дата
 Ив. № дубл.
 Ив. № инв.
 Взам. инв. №
 Подп. и дата
 Ив. № подл.

Імітація обробки операцію 040 Установ 1

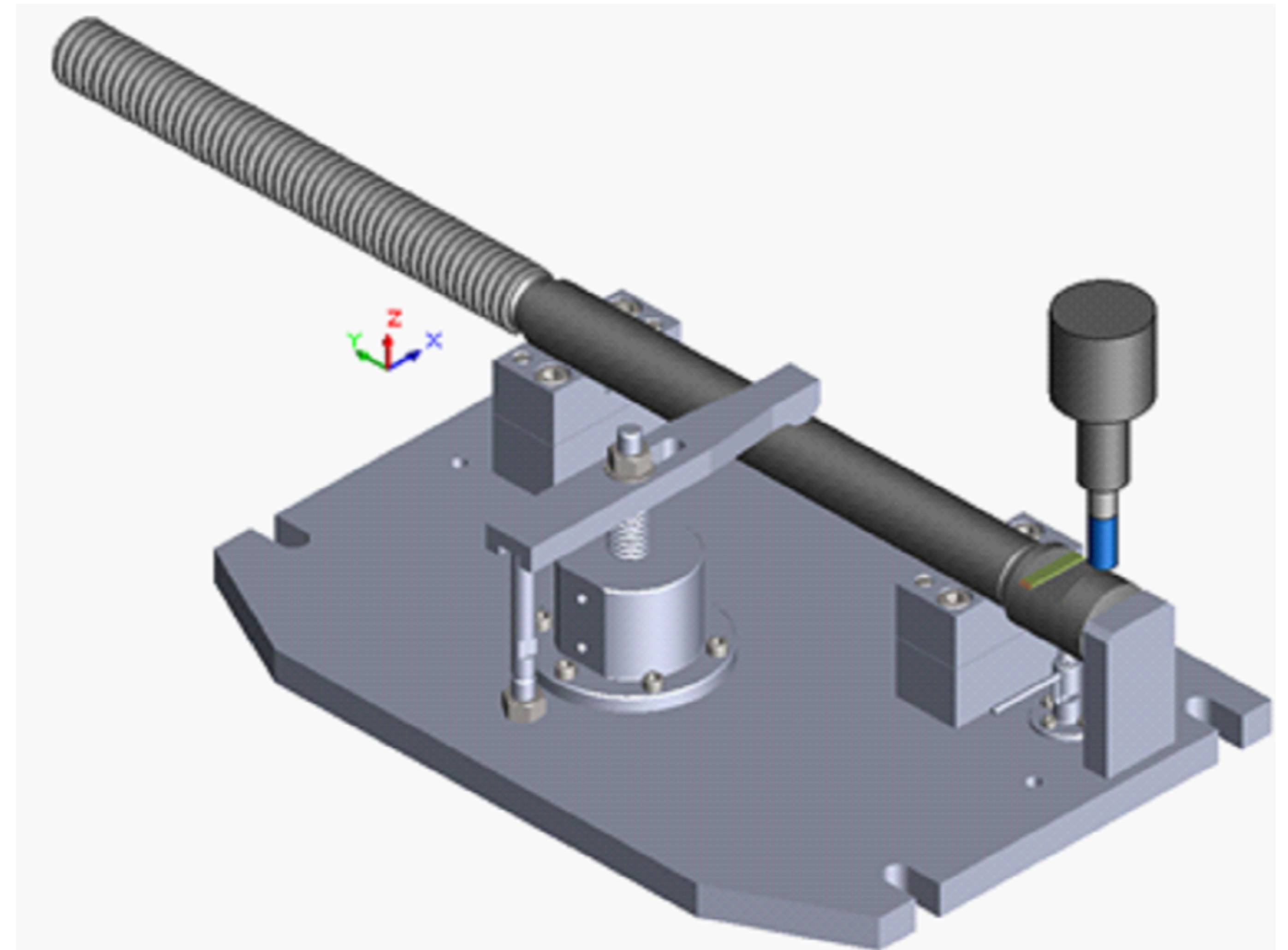


Код програми на операцію 040 Установ 1

```

%
N1 T02 D02
N2 L6
N3 MSG("2P342-1400-PB P2BM")
N4 G60
N5 G64
N6 SOFT
N7 G00 G17 G90 G54
N8 G59 X17.915 Y-118.958 Z91.635
N9 L100
N10 X0 Y0
N11 M05
N12 M30
L10000
N1 S5412 M03
N2 G00 G90 X22.533 Y-319.
N3 Z116.635 M08
N4 Z25.
N5 Z2.5
N6 G01 Z-3. F371.181
N7 X-22.533 F1484.723
N8 Y-313.4
N9 X22.533
N10 Y-307.8
N11 X-22.533
N12 Y-306.
N13 X22.533
N14 G00 Z2.5
N15 X22.533 Y-319.
N16 Z-.5
N17 G01 Z-5.5 F371.181
N18 X-22.533 F1484.723
N19 Y-313.4
N20 X22.533
N21 Y-307.8
N22 X-22.533
N23 Y-306.
N24 X22.533
N25 G00 Z2.5
N26 X22.533 Y-319.
N27 Z-3.
N28 G01 Z-8. F371.181
N29 X-22.533 F1484.723
N30 Y-313.4
N31 X22.533
N32 Y-307.8
N33 X-22.533
N34 Y-306.
N35 X22.533
N36 G00 Z2.5
N37 X22.533 Y-319.
N38 Z-5.5
N39 G01 Z-10.5 F371.181
N40 X-22.533 F1484.723
N41 Y-313.4
N42 X22.533
N43 Y-307.8
N44 X-22.533
N45 Y-306.
N46 X22.533
N47 G00 Z2.5
N48 Z25.
N49 M05
N50 M09
N51 M17
%
    
```

Імітація обробки на операцію 040 Установ 2



Код програми на операцію 040 Установ 2

```

%
N1 T02 D02
N2 L6
N3 MSG("2P342-1400-PB P2BM")
N4 G60
N5 G64
N6 SOFT
N7 G00 G17 G90 G54
N8 G59 X17.915 Y-118.958 Z91.635
N9 L100
N10 X0 Y0
N11 M05
N12 M30
L10000
N1 S5412 M03
N2 G00 G90 X22.533 Y-319.
N3 Z116.635 M08
N4 Z25.
N5 Z2.
N6 G01 Z-3.5 F371.181
N7 X-22.533 F1484.723
N8 Y-313.4
N9 X22.533
N10 Y-307.8
N11 X-22.533
N12 Y-306.
N13 X22.533
N14 G00 Z2.
N15 X22.533 Y-319.
N16 Z-1.
N17 G01 Z-5.833 F371.181
N18 X-22.533 F1484.723
N19 Y-313.4
N20 X22.533
N21 Y-307.8
N22 X-22.533
N23 Y-306.
N24 X22.533
N25 G00 Z2.
N26 X22.533 Y-319.
N27 Z-3.333
N28 G01 Z-8.167 F371.181
N29 X-22.533 F1484.723
N30 Y-313.4
N31 X22.533
N32 Y-307.8
N33 X-22.533
N34 Y-306.
N35 X22.533
N36 G00 Z2.
N37 X22.533 Y-319.
N38 Z-5.667
N39 G01 Z-10.5 F371.181
N40 X-22.533 F1484.723
N41 Y-313.4
N42 X22.533
N43 Y-307.8
N44 X-22.533
N45 Y-306.
N46 X22.533
N47 G00 Z2.
N48 Z25.
N49 M05
N50 M09
N51 M17
%
    
```

				БР.ПМ-48.06.000				
Ізм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Імітація обробки та код програми на операцію 040	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Садловський						1:1
Пров.		Присяжнюк П.				Лист 1	Листов 1	
Т. контр.		Присяжнюк П.				ІФНТУНГ		
Рецензент					ПМ-21-1			
Н. контр.		Присяжнюк П.						
Утв.		Панчук В.Г.						