

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

БР.ПМ-65.00.000.ПЗ

Група ПМІ-21-1

Портечин Назарій Володимирович

2025

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

Портечин Назарій Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розроблення технологічного процесу виготовлення деталі «Вал 0735.401317.203»

керівник роботи Борушак Л.О., ктн, доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “06” червня 2025 року № 332/7

2. Терміни подання студентом роботи 15 червня 2025р.

3. Вихідні дані до роботи: технічний кресленник деталі «Вал 0735.401317.203 »;
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. Зд 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 | Борушак Л.О. | 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 _____ Портечин Н.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Борушак Л.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

“ 25 ” лютого _____ 2025р.

Реферат

Кваліфікаційна бакалаврська робота, присвячена технології виробництва деталі «Вал 0735.401317.203», складається з 59 сторінок. Вона містить 32 рисунків, 11 таблиць та 1 додаток. У роботі використано 13 бібліографічних джерел.

Об'єкт дослідження: механічна обробка.

Предмет дослідження: технологія виготовлення деталі «Вал 0735.401317.203».

Мета роботи: розроблення технології виготовлення «Вала 0735.401317.203».

Основні завдання включали:

- Розробку та оптимізацію технологічного процесу для деталі «Вал 0735.401317.203».
- Вибір сучасного обладнання з ЧПК.
- Проектування фрезерного пристрою.
- Розробку керуючої програми для верстату з ЧПК.

У технологічній частині роботи було проведено аналіз конструкції, призначення та умов 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 050, 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 Портечин Н.В

Summary

This Bachelor's qualification paper is dedicated to the manufacturing technology of the "Shaft 0735.401317.203" part. It consists of 59 pages, including 32 figures, 13 tables, and 1 appendix. 12 bibliographic sources were used in the work.

The object of the study is mechanical processing.

The subject of the study is the manufacturing technology of the "Shaft 0735.401317.203" part.

The aim of the work is to develop the manufacturing technology for the "Shaft 0735.401317.203".

The main tasks included:

- Development and optimization of the technological process for the "Shaft 0735.401317.203" part.
- Selection of modern CNC equipment.
- Design of a milling fixture.
- Development of a control program for the CNC machine.

In the technological part of the work, the design, purpose, and operating conditions of the part were analyzed. The annual production volume and batch size were determined. The optimal method for obtaining the blank was also chosen, a project technological process was proposed, and machining allowances and cutting parameters were calculated. The design part covered the projection of a milling fixture for operation 050, confirmed by necessary calculations.

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

In the fourth chapter, a control program for machining the part was developed.

Keywords: technological process, mechanical processing, cutting parameters, allowances, surface quality, tooling, simulation, 3D model.

Student: Portechyn N.V.

Зміст

| | |
|--|----|
| ВСТУП | 7 |
| 1.1 Опис призначення та конструкції деталі | 8 |
| 1.2 Точність, шорсткість поверхонь і їх взаємне розміщення..... | 10 |
| 1.4. Визначення об'єму випуску деталей і кількості деталей в партії..... | 15 |
| 1.5 Методи досягнення заданої точності і шорсткості поверхонь деталі | 16 |
| 1.6 Вибір способу отримання заготовки..... | 17 |
| 1.7 Проектування технологічного процесу виготовлення деталі..... | 18 |
| 2. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА | 20 |
| 2.1 Розробка пристрою фрезерного на операцію 050..... | 20 |
| 2.2 Опис конструкції і принципу роботи пристрою | 20 |
| 2.3 Розрахунок сили закріплення | 21 |
| 2.4 Розрахунок на міцність..... | 25 |
| 2.5 Розрахунок коефіцієнту уніфікації..... | 25 |
| 2.6 Розрахунок режимів різання | 27 |
| 3. ВИБІР ЗАСОБІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ..... | 29 |
| 3.1 Вибір верстатного обладнання. | 29 |
| 3.2 Вибір різального інструменту..... | 35 |
| 4 СТВОРЕННЯ КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ..... | 45 |
| 4.1 Моделювання деталі «Вал 0735.401317.203» | 45 |
| 4.2 Внесення технічних параметрів горизонтального токарного верстата з ЧПК HAAS ST-28L в базу даних та формування кошика інструментів операції 030 та 040. | 45 |
| 4.3 Створення керуючої програми обробки на операцію 030. | 49 |
| 4.4 Створення керуючої програми обробки на операцію 040. | 53 |
| 4.5 Внесення технічних параметрів горизонтального оброблювального центра з ЧПК Okuma GENOS M560-V-e. в базу даних та формування кошика інструментів на операцію 050..... | 57 |
| 4.6 Створення керуючої програми обробки на операцію 050 | 58 |
| ВИСНОВКИ..... | 61 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 62 |

| | | | | | | | | |
|----------|------|--------------|--------|------|---------------------------------|-----------------|------|---------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | | | |
| Зм. | Арк. | № Докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Портечин | | | Пояснювальна записка | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Перевір. | | Борущак Л.О. | | | | | 6 | 61 |
| | | Борущак Л.О. | | | | ІФНТУНГ | | |
| Затверд. | | Панчук В.Г. | | | | ПМІ-21-1 | | |

ВСТУП

Технологія машинобудування є багатогранною наукою, яка вивчає методи механічної обробки та оптимальний вибір матеріалів для виробництва деталей. Центральне місце в ній посідає забезпечення необхідної геометричної форми, високої точності та відповідності поверхонь встановленим технічним вимогам.

Процес механічної обробки в машинобудуванні часто стикається з труднощами, особливо при створенні складних виробів. Ці виклики виникають через необхідність суворого дотримання технічних стандартів, встановлених на етапі проектування.

Впровадження інноваційного обладнання, машин та верстатів є ключовим фактором для підвищення продуктивності, технічного прогресу та якості готової продукції. Однією з найважливіших таких інновацій стало широке застосування верстатів із числовим програмним керуванням (ЧПК).

Поштовхом до розвитку верстатів з ЧПК стала потреба в збільшенні продуктивності праці, оскільки обмеження, пов'язані з людським фактором в управлінні верстатом, стримували зростання ефективності виробничого обладнання.

Верстати з ЧПК вирізняються значною гнучкістю виробництва, що дозволяє швидко переналагоджувати їх для обробки різних деталей. Для цього достатньо просто змінити відповідну керуючу програму, яку, після перевірки, можна багаторазово використовувати. Ці верстати також гарантують вищу геометричну точність обробки завдяки їхній статичній та динамічній стійкості, а також поліпшеній точності позиціонування та відтворюваності траєкторії руху інструмента відносно оброблюваної заготовки.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 7 |

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис призначення та конструкції деталі

Вал – це одна з найпоширеніших і найважливіших деталей машин, яка є центральним елементом багатьох механізмів та пристроїв. Його основне призначення полягає у передачі крутного моменту та/або підтриманні обертових деталей (таких як шестерні, шківів, зірочки, муфти тощо).

Основні функції вала:

Передача крутного моменту: Це ключова функція. Вал слугує для передачі потужності від одного елемента механізму до іншого шляхом обертання. Наприклад, він передає крутний момент від двигуна до редуктора, від редуктора до робочого органу машини.

Підтримка обертових деталей: Вал є віссю, навколо якої обертаються інші деталі. Він забезпечує їхнє правильне позиціонування та підтримує їхнє обертання, запобігаючи зсувам та перекосам.

Сприйняття навантажень: Вали працюють в умовах значних навантажень. Деталь «Вал 0735.401317.203» зображена на рисунку 1.1.

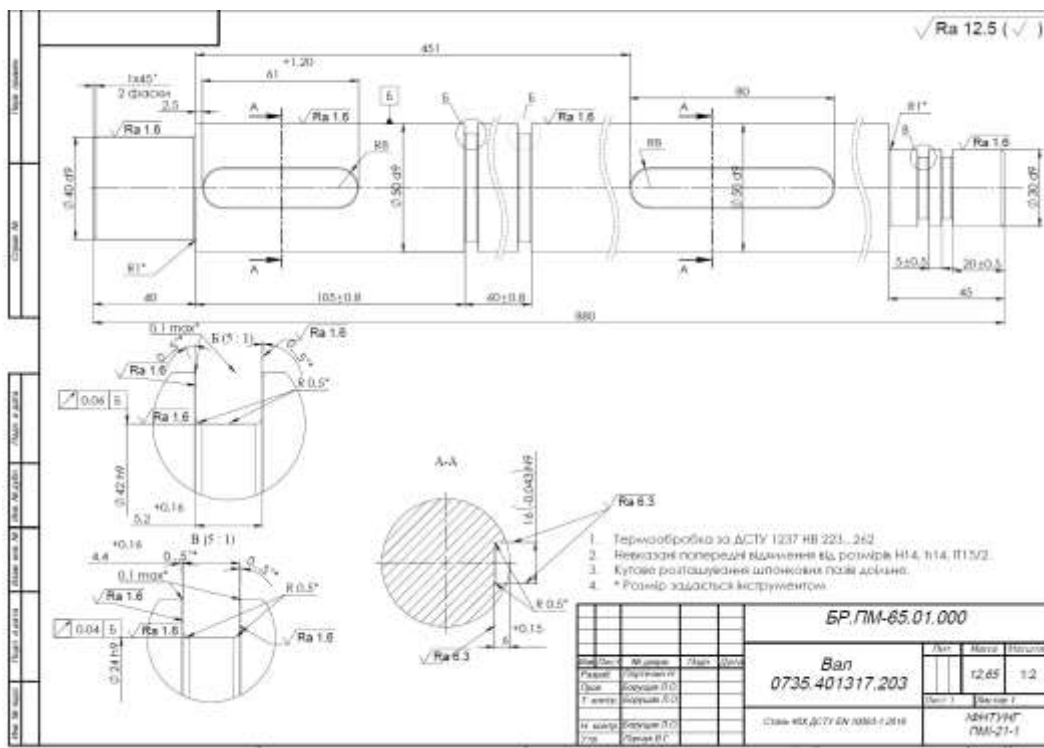


Рисунок 1.1 – Креслення деталі «Вал 0735.401317.203»

| | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------|--|--|------|
| | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | 8 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | | | |

Деталь Вал 0735.401317.203 має форму тіла обертання, яке має невеликі перепади діаметрів.

Матеріал деталі: сталь 40Х ДСТУ EN 10083-1:2018

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

Таблиця 1.1 - Хімічний склад сталі 40Х ДСТУ EN 10083-1:2018

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

Таблиця 1.2 - Механічні властивості сталі 40Х ДСТУ EN 10083-1:2018

| Марка матеріалу | Твердість по Брінелю НВ, не більше | Границя міцності при розтягу, σв МПа | Пластичність Ψ, % | Відносне видовження, δ, % |
|-----------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------|---------------------------|
| Сталь 40Х | 217 | 657 | 45 | 10 |

На кресленні деталі вказана твердість НВ223...262 ДСТУ 7806:2015.

Деталь піддається гартуванню при t 840-870 °С та охолодженні в маслі або через воду в масло та подальшому відпуску при t 580-600 °С та охолодженні на повітрі або в маслі.

Схема нумерації поверхонь деталі «Вал 0735.401317.203» зображена на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Нумерації поверхонь деталі «Вал 0735.401317.203»

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 9 |

1.2 Точність, шорсткість поверхонь і їх взаємне розміщення

Деталь "Вал 0735.401317.203" – це тіло обертання зі змінними діаметрами шийок, які поступово збільшуються від країв до центру. Для забезпечення тривалої експлуатації виробу необхідно провести детальний технологічний аналіз точності та шорсткості його поверхонь. Коректний вибір цих параметрів є важливим для вибору подальших методів обробки. Для зручності аналізу зібрані дані будуть систематизовані у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Характеристики точності і шорсткості поверхонь

| № поверхні | Класифікація поверхні | Розмір та точність поверхні | Точність форми і розміщення | Шорсткість мкм |
|------------|-----------------------|--|---|----------------|
| 1,19 | Торцева | 880h14 _(-2,3) | Особливих вимог немає | Ra 12,5 |
| 2,18 | Фаска | 1x45° | Особливих вимог немає | Ra 12,5 |
| 3 | Зовнішня циліндрична | ∅40f9 _{-0,087} ^{-0,025} | Особливих вимог немає | Ra 1,6 |
| 4 | Скруглення | R1 | Особливих вимог немає | Ra 12,5 |
| 5 | Торець | 40js15 | Особливих вимог немає | Ra 12,5 |
| 6,8,10 | Зовнішня циліндрична | ∅50f9 _{-0,087} ^{-0,025} | Особливих вимог немає | Ra 1,6 |
| 7,9 | Канавка | ∅42h9 _{-0,062} ^{5,2^{+0,16}} | Радіальне биття не більше 0.06 мм відносно бази Б | Ra 1,6 |
| 11 | Торець | 45js15 | Особливих вимог немає | Ra 12,5 |
| 12 | Скруглення | R1 | Особливих вимог немає | Ra 12,5 |
| 13,15,17 | Зовнішня циліндрична | ∅30f9 _{-0,087} ^{-0,025} | Особливих вимог немає | Ra 1,6 |
| 14.16 | Канавка | ∅24h9 _{-0,052} ^{4,4^{+0,16}} | Радіальне биття не більше 0.04 мм відносно бази Б | Ra 1,6 |
| 20 | Шпонковий паз | 6H13 ^(+0,16) , 16N9 _{0,043} , R8, 61 ^{+1,2} | Особливих вимог немає | Ra 6,3 |
| 21 | Шпонковий паз | 6H13 ^(+0,16) , 16N9 _{0,043} , R8, 80H14 ^(+0,74) | Особливих вимог немає | Ra 6,3 |

Аналіз технологічних властивостей деталі включає чотири основні аспекти: оцінку можливості виготовлення заготовки, відповідність заданій точності, досягнення необхідної шорсткості поверхні та оброблюваність матеріалу різанням. Кожен з цих критеріїв є вирішальним для вибору найоптимальнішого виробничого процесу та забезпечення подальшої успішної експлуатації деталі.

Аналіз технологічності деталі «Вал 0735.401317.203» за параметром «Можливість виготовлення заготовки».

Для забезпечення оптимальної технологічності конструкції деталі необхідно ретельно підходити до вибору як матеріалу, так і методу виробництва заготовки. У випадку деталі "Вал 0735.401317.203", яка виготовляється зі сталі 40Х в умовах середньосерійного виробництва, найбільш оптимальним варіантом є використання штучної заготовки, отриманої з гарячекатаного круглого сортового прокату [2].

Виходячи з цих міркувань, можна стверджувати, що дана деталь демонструє цілком задовільну технологічність щодо можливості отримання її заготовки.

Аналіз технологічності конструкції деталі «Вал 0735.401317.203» за параметром «Точність».

Для досягнення технологічності конструкції деталі необхідно встановити оптимальний рівень точності її поверхонь. Це дозволить раціонально використовувати ресурси як під час виробництва, так і протягом експлуатації, забезпечуючи відповідність встановленим критеріям якості, запланованим обсягам випуску та умовам функціонування.

Оцінка точності поверхонь деталі потребує застосування відповідних вимірювальних та аналітичних методів. Середнє значення точності поверхонь може бути визначене шляхом розрахунку середнього арифметичного відхилення фактичних вимірів від заданих норм або проектних специфікацій. Рівень точності прямо впливає на споживання ресурсів та загальну якість

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 11 |

кінцевого виробу. У даному випадку оцінка точності деталі буде базуватися на її середній точності поверхонь.

Таблиця 1.4 – Аналіз точності поверхонь деталі «Вал 0735.401317.203»

| T_i | n_i | $T_i n_i$ |
|-------|-------------------|------------------------|
| 9 | 6 | 54 |
| 14 | 15 | 210 |
| | $\Sigma n_i = 21$ | $\Sigma T_i n_i = 264$ |

Проведемо визначення середньої точності деталі, яка буде рівною:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\Sigma T_i n_i}{\Sigma n_i} = \frac{264}{21} = 12,57 \approx 13.$$

З огляду на те, що середня точність поверхні деталі відповідає 13-му квалітету якості, можна констатувати її невисокий рівень точності. Це дає змогу обробляти більшість поверхонь із застосуванням економічно ефективних методів на верстатах нормальної точності. Такий підхід значно спрощує виробничий цикл і дозволяє скоротити витрати ресурсів, необхідних для виготовлення цієї деталі.

Оскільки деталь є тілом обертання, для досягнення високої точності діаметральних розмірів доцільно використовувати торцеві поверхні для її базування. Цей метод легко реалізується під час обробки деталі в центрах. Центрова обробка забезпечує стабільність деталі в процесі роботи, гарантуючи її оптимальне позиціонування та надійну фіксацію. Це, в свою чергу, допомагає мінімізувати вібрації та забезпечити високу якість обробки з мінімальними відхиленнями.

Таким чином, базування цієї деталі не становить складнощів, оскільки розміри на кресленні нанесені коректно.

Отже, можна дійти висновку, що з точки зору забезпечення точності дана деталь є технологічною.

$$K_T = 1 - 1/T_{\text{ср}} = 1 - 1/13 = 0,92.$$

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

Аналіз технологічності конструкції деталі «Вал 0735.401317.203» за параметром «Шорсткість».

Технологічність конструкції забезпечується завдяки вибору такого рівня шорсткості поверхонь, який дозволяє оптимізувати витрати ресурсів як на стадії виробництва, так і під час подальшої експлуатації виробу. При цьому обов'язково беруться до уваги встановлені критерії якості, планові обсяги випуску та умови функціонування деталі.

На поточний момент здійснюється оцінка шорсткості поверхні деталі з метою визначення її середнього класу.

Таблиця 1.5 – Аналіз шорсткості поверхонь деталі «Вал 0735.401317.203»

| Ш_i | n_i | $\text{Ш}_i n_i$ |
|--------------|-------------------|---------------------------------|
| Ra (1,6) | 10 | 16 |
| Ra (6,3) | 2 | 12,6 |
| Ra (12,5) | 9 | 112,5 |
| | $\Sigma n_i = 21$ | $\Sigma \text{Ш}_i n_i = 141,1$ |

Визначимо середню шорсткість деталі, яка буде рівною:

$$\text{Ш}_{\text{ср}} = \frac{\Sigma \text{Ш}_i n_i}{\Sigma n_i} = \frac{141,1}{21} = 6,71 \approx 6,7 \text{ (Ra 12,5)}.$$

Відтак, середня шорсткість поверхні деталі "Вал 0735.401317.203" відповідає значенню Ra 12,5. Такий рівень шорсткості дає можливість ефективно обробляти більшість поверхонь, застосовуючи продуктивні технології, що потребують мінімальних витрат ресурсів.

З огляду на те, що ця деталь є тілом обертання, найефективнішим та основним методом її обробки є точіння на верстатах токарної групи. Цей процес забезпечує високий рівень точності та якості обробки, особливо для циліндричних поверхонь.

Точіння є поширеним методом для виготовлення деталей з обертовою симетрією, гарантуючи досягнення необхідних геометричних та технічних характеристик. Загалом, можна зробити висновок, що дана деталь демонструє задовільну технологічність щодо забезпечення вимог до шорсткості поверхні.

Далі я визначаю коефіцієнт шорсткості поверхонь.

$$K_{ш} = 1/Ш_{ср} = 1/5 = 0,2.$$

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

Аналіз технологічності конструкції деталі «Вал 0735.401317.203» за параметром «Оброблюваність різанням».

Оцінка оброблюваності матеріалу різанням

Оброблюваність різанням характеризує ступінь легкості чи складності обробки матеріалу деталі ріжучими інструментами в процесі виробництва. Цей параметр відіграє ключову роль для забезпечення ефективності виробничого процесу, оскільки безпосередньо впливає на якість обробленої поверхні, термін служби інструментів та загальні ресурсні витрати.

Технологічність конструкції деталі "Вал 0735.401317.203" за критерієм "оброблюваність різанням" досягається завдяки підбору матеріалу з відповідними властивостями. У даному випадку використана сталь 20Х має коефіцієнт оброблюваності $K_{об} = 0,75$ ([3], стор. 103), що вказує на її задовільну здатність до обробки різанням. Це дозволяє оптимізувати ресурсні витрати на виготовлення та подальшу експлуатацію деталі, з урахуванням стандартів якості, обсягів виробництва та умов використання.

Підсумовуючи, можна зробити висновок, що конструкція деталі "Вал 0735.401317.203" має задовільну технологічність з точки зору оброблюваності різанням.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 14 |

1.4. Визначення об'єму випуску деталей і кількості деталей в партії

Програма випуску продукції – установлений для даного виробництва перелік виробів, які виготовляються чи ремонтуються із зазначенням терміну та обсягу випуску кожної назви. (ДСТУ 3278-95). Обсяг випуску продукції за ДСТУ 2960-94 – кількість продукції певного класифікаційного виду, виготовленої підприємством за відповідний час у вартісному чи натуральному виразі. Його формування відбувається з урахуванням поточного ринкового попиту, доступних виробничих потужностей, існуючих технічних обмежень та стратегічних завдань компанії. Згідно з робочим кресленням, маса деталі становить 12,65 кг.

Відповідно до поставленого завдання, попередній тип виробництва – середньосерійний.

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

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.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 15 |

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 | Вид обробки | Тип верстату | Шорсткість мкм |
|------------|---|---|--------------|----------------|
| 1,19 | 880h14 _(-2,3) | Підрізання торця Відрізання по довжині | Токарний | Ra 12,5 |
| 2,18 | 1x45° | Однократне точіння | Токарний | Ra 12,5 |
| 3 | ∅40f9 ^{-0,025} _{-0,087} | Напівчистове точіння Тонке точіння | Токарний | Ra 1,6 |
| 4 | R1 | Однократне точіння | Токарний | Ra 12,5 |
| 5 | 40js15 | Однократне точіння | Токарний | Ra 12,5 |
| 6,8,10 | ∅50f9 ^{-0,025} _{-0,087} | Напівчистове точіння Тонке точіння | Токарний | Ra 1,6 |
| 7,9 | ∅42h9 _{-0,062} 5,2 ^{+0,16} | Напівчистове точіння Тонке точіння | Токарний | Ra 1,6 |
| 11 | 45js15 | Однократне точіння | Токарний | Ra 12,5 |
| 12 | R1 | Однократне точіння | Токарний | Ra 12,5 |
| 13,15,17 | ∅30f9 ^{-0,025} _{-0,087} | Напівчистове точіння Тонке точіння | Токарний | Ra 1,6 |
| 14.16 | ∅24h9 _{-0,052} 4,4 ^{+0,16} | Напівчистове точіння Тонке точіння | Токарний | Ra 1,6 |
| 20 | 6H13 ^(+0,16) , 16N9 _(-0,043) , R8, 61 ^{+1,2} | Чорнове фрезерування | Фрезерний | Ra 6,3 |
| 21 | 6H13 ^(+0,16) , 16N9 _(-0,043) , R8, 80H14 ^(+0,74) | Чорнове фрезерування | Фрезерний | Ra 6,3 |

1.6 Вибір способу отримання заготовки

Деталь "Вал 0735.401317.203" деталлю типу тіла обертання з зовнішнім діаметром 55 мм та довжиною 884 мм.

Для зменшення об'єму механічної обробки, зменшення відходів на стружку тощо необхідно обрати заготовку, яка максимально точно повторює контури готового виробу, в той же час необхідно враховувати вартість заготовки та програму випуску, що впливає на зниження загальної собівартості деталі. Оптимальним рішенням для заданого типу виробництва та конфігурації, габаритних розмірів та маси деталі, параметрів точності та шорсткості стає використання сталевого прокату. Зважаючи на відносно просту циліндричну форму валу з незначними перепадами діаметрів, використання штампованої заготовки є економічно недоцільним. Тому більш раціональним кроком буде вибір прокату звичайної точності.

В якості заготовки обрано сортовий гарячекатаний прокат звичайної точності згідно з ДСТУ 4738:2007. Матеріал деталі – Сталь 40Х (відповідно до ДСТУ EN 10083-1:2018) – добре піддається обробці тиском. Згідно з ДСТУ 4738:2007, маса одного погонного метра прокату діаметром 55 мм становить 18,62 кг. Припуск на чорнову обробку торців складає 2 мм з кожного боку ([5], стор. 43). Отже, довжина заготовки з урахуванням припусків на фрезерування торців дорівнює 884 ± 2 мм.

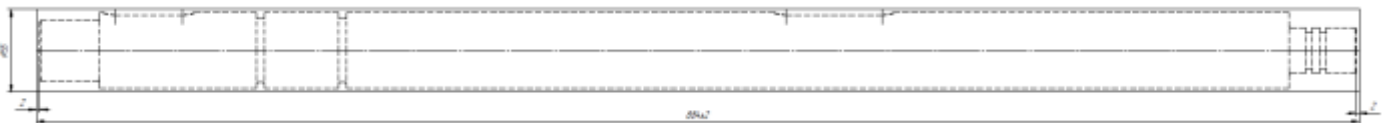


Рисунок 1.4 – Ескіз заготовки

Визначення коефіцієнта використання матеріалу.

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{заг}}} = \frac{12,65}{16,38} = 0,77.$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 17 |

1.7 Проектування технологічного процесу виготовлення деталі

Технологія виготовлення цієї деталі представлена у вигляді керуючих програм (КП), які можна перевірити за допомогою модуля імітаційного моделювання. Деталь має ряд уступів, які потрібно виконати з однієї установки. Маршрут обробки деталі наведений у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Маршрут обробки деталі

| № оп | Назва та зміст операції | Верстат та пристрій | Інструмент | Схема установки |
|------|---|--|--|-----------------|
| 010 | Термічна | Піч СНО – 6.12.5/12,5 | | |
| 020 | Фрезерно-центрувальна 1. Фрезерувати торці пов. 1 та пов.19 в розмір 880h14(-2,3) 2. Свердлити центрові отвори А6,3ДСТУ ГОСТ 14034-74 на пов. 1 та 19 | Фрезерно-центрувальний верстат HG-1500 Пристрій фрезерний | Фреза торцева «RA300-076R25-20H» Ріжуча пластина «R300-2060M-PH 4340» Свердло центрувальне А 6,3/16 ДСТУ ISO 866:2018 | Рис.1.5 |
| 030 | Токарна з ЧПК 1. Точити напівчисто поверхні 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 на довжину 450 мм 2. Точити тонко поверхні 2,7, 9,10,6,8. | Токарний верстат з ЧПК Haas ST-28L Центр верстатний Патрон повідковий 8410-40-4L Bison-Bial Люнет верстатний | Державка різця «DCLNR 2525M 19» Ріжуча пластинка «CNMG 19 06 08-PR 4425» Державка різця «C2R-RS25-RH13DB» Ріжуча пластинка «C2I-J2N-0515-0002-GF1225» | Рис.1.6 |
| 040 | Токарна з ЧПК 1. Точити напівчисто поверхні 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 10 на довжину 435 мм | Токарний верстат з ЧПК Haas ST-28L Центр верстатний Патрон повідковий 8410-40-4L Bison-Bial Люнет верстатний | Державка різця «DCLNR 2525M 19» Ріжуча пластинка «CNMG 19 06 08-PR 4425» Державка різця «C2R-RS25-RH13DB» | Рис.1.7 |

| | | | | |
|-----|--|---|---|---------|
| | 2. Точити тонко поверхні 14, 16,10,13,15,17, | | Ріжуча пластинка «С2І-Н2N-0400-0003-CR1225» | |
| 050 | Вертикально-фрезерна з ЧПК 1. Фрезерувати паз 20 2. Фрезерувати паз 21 | Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК Okuma GENOS M560-V-e Пристрій фрезерний | Фреза кінцева «2S342-1600-050-PB P2BM» | Рис.1.8 |



Рисунок 1.5 – Схема базування на операцію 020

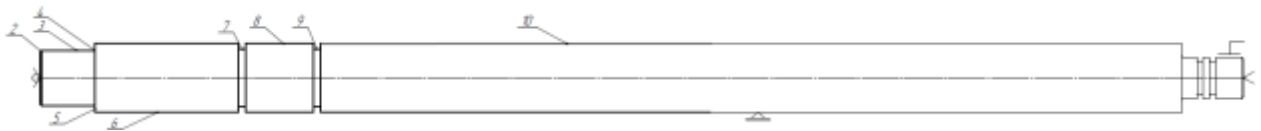


Рисунок 1.6 – Схема базування на операцію 030

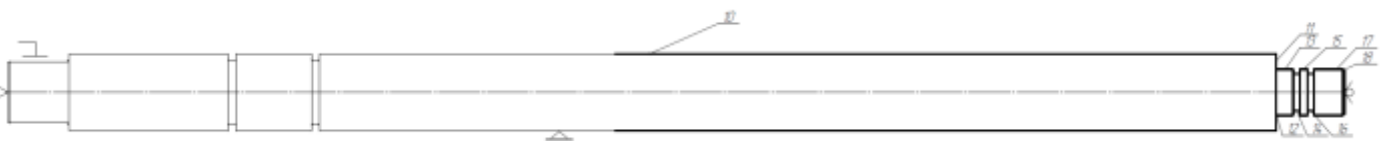


Рисунок 1.7 – Схема базування на операцію 040



Рисунок 1.8 – Схема базування на операцію 050

2. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Розробка пристрою фрезерного на операцію 050

Опис призначення пристрою

Пристрій призначений для закріплення деталі Вал на фрезерній операції. Пристрій складається з плити 1, на якій закріплені 3 призми 10 за допомогою гвинтів 8 та штифтів 13, а також упора 2, який прикріплений до плити за допомогою двох болтів 7. Затиск здійснюється за допомогою трьох прижимів 5. Кожен прижим кріпиться на шпильці 6 гайками 9. Між нижньою гайкою 9 та шайбою 12 встановлена пружина 11, яка після відкручування верхньої гайки 9 (після завершення обробки) піднімає прижим для зняття деталі. Для запобігання перекосу прижиму та деформації і зміни положення закріплюваної заготовки служить шток упорний 4.

Шпонки 3 (2 шт) служать для правильного розташування пристрою на столі верстату та підвищують стійкість пристрою при обробці.

Зміст операції: деталь встановлюється на трьох призмах і притискається до упору торцем і притискається прижимами, виконується фрезерування двох шпонкових пазів, після цього деталь розкріпляється і знімається з пристрою .

2.2 Опис конструкції і принципу роботи пристрою

Фрезерний пристрій кріпиться до столу верстата за допомогою Т-подібних пазів, центруючись по середньому пазу двома призматичними шпонками. Через велику довжину пристрою його встановлення на верстат виконується за допомогою підйомника, для чого в плиті передбачені чотири різьбові отвори під рим-болти.

Пристрій складається з несучої плити, до якої кріпляться призми для встановлення деталі, опорна база, та затискний елемент (прижим).

Робота пристрою відбувається так: деталь встановлюється на призми до упору, після чого затискається вручну поворотним прихватом за допомогою

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 20 |

гайки. Після обробки гайка відкручується, пружина звільняє прихват, і деталь знімається. Центрування пристрою на столі верстата забезпечується двома шпонками 18Н8.

Використання стандартних вузлів і деталей у пристрої спрощує його виготовлення та обслуговування.

2.3 Розрахунок сили закріплення

При проектуванні верстатного пристосування сила закріплення розраховується з умови забезпечення рівноваги заготовки. При цьому враховується взаємодія сил різання, інерції, тертя, реакцій в опорах та, власне, сили закріплення. Важливим аспектом при обчисленні сили закріплення є також пружна характеристика затискного механізму.

У силових розрахунках обов'язково застосовується коефіцієнт запасу (К), оскільки в процесі обробки заготовки неминуче виникають коливання сил та моментів різання. Зазвичай величина цього коефіцієнта коливається в межах від 2 до 3,5, що залежить від конкретних умов обробки.

Визначення коефіцієнта надійності (К):

Значення коефіцієнта надійності слід обирати диференційовано, враховуючи специфічні умови виконання операції та спосіб закріплення заготовки. Його величину можна представити як добуток окремих коефіцієнтів, кожен з яких відображає вплив певного фактора:

$$K=K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

Де: K_0 – гарантований коефіцієнт запасу надійності закріплення.

K_1 – коефіцієнт, що враховує наявність випадкових нерівностей на заготовці (наприклад, $K_1=1,2$ для чорнової обробки та $K_1=1,0$ для попередньо оброблених поверхонь).

K_2 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при прогресуючому зношуванні інструменту, залежно від методу обробки.

K_3 – залежить від оброблюваного матеріалу та методу обробки.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | <i>БР.ПМ-65.00.000 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 21 |

К4 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при переривчастій обробці.

К5 – коефіцієнт, що враховує зміну затискного зусилля, яке прикладається до заготовки (наприклад, К5=1,5 для ручних затискачів).

К6 – коефіцієнт, що враховує ступінь зручності розташування рукояток у ручних затискачах (наприклад, К6=1,5 при зручному розташуванні та малій довжині рукоятки).

К7 – коефіцієнт, що враховує наявність моменту, який прагне повернути заготовку на опорах (наприклад, К7=1,2 для опорного елемента, що має обмежену поверхню контакту із заготовкою).

Виконаємо розрахунок:

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 = 2,81$$

Величина необхідного затискного зусилля визначається шляхом розв'язання статичної задачі, аналізуючи рівновагу заготовки під впливом прикладених до неї сил. Для цього етапу необхідно розробити розрахункову схему: на ній слід відобразити всі сили, що діють на заготовку в місцях її базування. До цих сил належать сили та моменти різання, затискні зусилля, реакції опор, а також сили тертя, що виникають у точках контакту заготовки з опорними та затискними елементами.

Згідно з розрахунковою схемою, встановлюються можливі напрямки переміщення або повороту заготовки під дією сил та моментів різання. Після цього визначаються величини проєкцій всіх сил на напрямок можливого переміщення та складаються рівняння сил і моментів.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 22 |

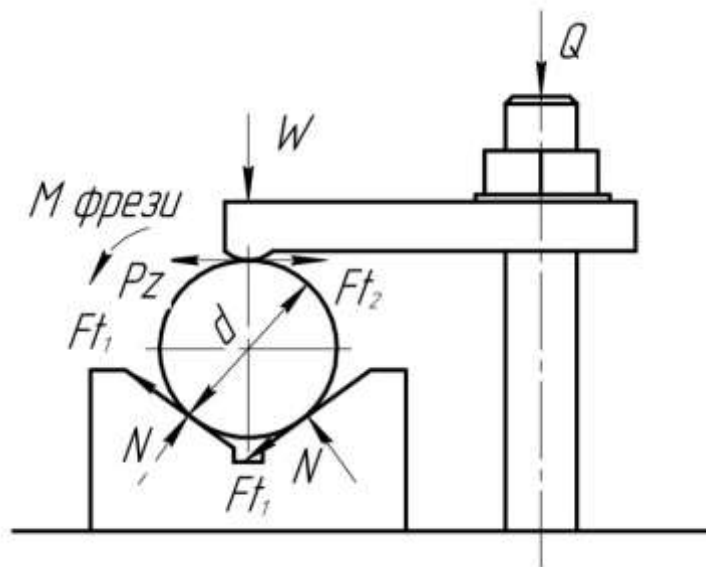


Рисунок 2.1-Схема установки.

Циліндрична заготовка закріплена в призмі з кутом α і знаходиться під дією моменту $M_{кр}$ і осьової сили. Створювані сили і моменти тертя протидіють зсуву вздовж осі і повороту заготовки.

Рівняння рівноваги має вигляд:

$$K M_{різ} = 2F_{T1} \frac{d}{2} + F_{T2} \frac{d}{2}$$

де W – сила затиску зі сторони прихвата

Осьова сила різання P_z розраховується по формулах:

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

де $n = 840$ – 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

$C_p = 68,2$ – сталий коефіцієнт;

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

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

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

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

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

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 23 |

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 3^{0,86} \cdot 0,06^{0,72} \cdot 91^{0,5} \cdot 4}{16^{0,86} \cdot 840^0} \cdot 1,03 = 785,7 \text{ Н}$$

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.

$$M_{piz} = P_z \frac{d}{2}$$

$$F_{T1} = N f_1$$

$$F_{T2} = N f_2$$

f_1 і f_2 – коефіцієнт тертя в контактi заготовки з затискними і установочними елементами

$$f_1 = 0,15 \dots 0,16$$

$$f_2 = 0,18 \dots 0,2$$

Тоді

$$K P_z \frac{d}{2} = (2 N f_1 + N f_2) \frac{d}{2}$$

Нормальна сила

$$N = \frac{W}{2} \sin \alpha / 2$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$K P_z = 2 f_1 \frac{W}{2} \sin \alpha / 2 + W f_2$$

$$K P_z = W (f_1 \sin \alpha / 2 + f_2)$$

$$W = \frac{K P_z}{f_1 \sin \alpha / 2 + f_2}$$

підставимо значення

$$W = \frac{2,81 \cdot 785,7}{0,15 \cdot \sin \alpha / 2 + 0,18} = \frac{2207,92}{0,15 \cdot 0,71 + 0,18} = 7706,2 \text{ Н}$$

В якості силового механізму вибираю важільний затискач, який має прижим (важіль) . $L = 145 \text{ мм}$, $l = 75 \text{ мм}$.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 24 |

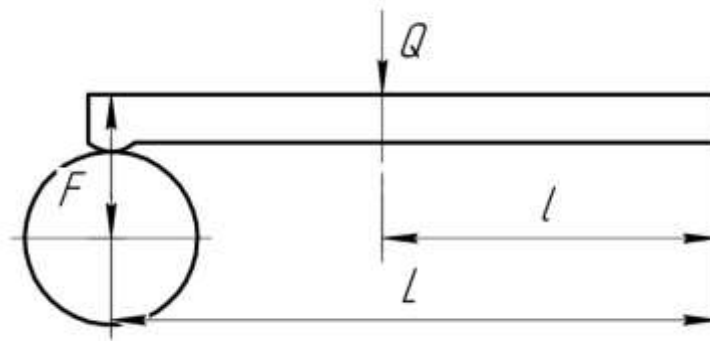


Рисунок 2.2-Схема дії сил

Для важеля рівняння моментів

$$Ql = RL = Wl$$

$$Q = \frac{WL}{l} = \frac{7706,2 \cdot 145}{75} = 14\,898 \text{ Н}$$

2.4 Розрахунок на міцність.

Шпилька, що слугує опорою для важеля, є найуразливішим елементом даного пристосування. На неї діє сукупна розтягуюча сила $W+Q$. Міцність шпильки слід оцінювати за її найслабшим місцем – внутрішнім діаметром різьби.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot [\sigma_p]}}$$

де s – коефіцієнт (для метричних різьб $S=1,4$); $[\sigma_p]=175 \text{ МПа}$ – допустиме напруження при розтягуванні.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 10423}{3,14 \cdot 175}} = 8,71 \text{ мм.}$$

З конструктивних міркувань приймаємо шпильку М16 зі сталі 40Х.

2.5 Розрахунок коефіцієнту уніфікації

Коефіцієнт уніфікації:

$$K_y = \frac{\sum_{заг} - \sum o}{\sum_{заг}} \cdot 100\%, \%$$

де $\sum_{заг}$ – загальне число деталей в пристрої, шт;

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 25 |

Σo – число оригінальних деталей, шт.

$$K_y = \frac{\Sigma заг - \Sigma o}{\Sigma заг} \cdot 100\% = \frac{48 - 10}{48} = 79\%$$

Отже, пристрій є достатньо уніфікованим, оскільки його конструкція містить багато стандартних деталей, про що свідчить коефіцієнт уніфікації $K_y = 79\%$.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 26 |

2.6 Розрахунок режимів різання

Для вибору оптимальних режимів різання на різноманітних верстатах, я використав онлайн-сервіс SANDVIK Coromant. Цей ресурс відомий високою якістю даних та надійними результатами.

Цей веб-сервіс надає зручні інструменти для швидкого підбору оснащення завдяки широкому вибору фільтрів, таких як тип поверхні, що обробляється, матеріал заготовки, параметри точності і шорсткості, режими різання (глибина різання, розміри оброблюваної поверхні тощо). Після введення необхідних параметрів та характеристик верстатів, призначених для операцій, я отримав значення режимів різання, які зафіксовано у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1– Режими різання

| № Оп. | Назва та зміст операції | Розміри оброблювальної поверхні | | Режими різання | | | | Основний час T_0 , хв. |
|-------|---|---------------------------------|--------|----------------|-----------|----------|----------|--------------------------|
| | | D, мм. | L, мм. | t, мм. | S, мм/об. | V, м/хв. | n, хв.-1 | |
| 020 | Фрезерно-центрувальна 1. Фрезерувати торці пов. 1 та пов.16. | 55 | 2 | 1 | 0,6 | 240 | 200 | 0,450 0,300 |
| | 2.Свердлити центрові отвори А3,15 ГОСТ 14034-74 на пов. 1 та 16 | 6,3 | 8 | - | 0,10 | 150 | 500 | 0,150 |
| 030 | Токарна з ЧПК 1.Точити напівчисто поверхню 2, | 40 | 1 | 1 | 0,35 | 249 | 1980 | 1,728 0,015 |
| | 2.Точити напівчисто поверхню 3. | 40,5 | 40 | 1 | 0,35 | 249 | 1980 | 0,055 |
| | 3.Точити напівчисто поверхню 4. | 40 | 1 | 1 | 0,35 | 249 | 1980 | 0,015 |
| | 4.Точити напівчисто поверхню 5. | 50 | 40 | 1 | 0,35 | 249 | 1980 | 0,020 |
| | 5.Точити напівчисто поверхню 6. | 50,5 | 105 | 1 | 0,707 | 219 | 1380 | 0,108 |
| | 6. Точити напівчисто поверхню 7. | 42,5 | 5,2 | 1 | 0,1 | 155 | 1160 | 0,128 |
| | 7. Точити напівчисто поверхню 8. | 50,5 | 49,6 | 1 | 0,707 | 219 | 1380 | 0,050 |
| | 8. Точити напівчисто поверхню 9. | 42,5 | 5,2 | 1 | 0,1 | 155 | 1160 | 0,128 |

| | | | | | | | | |
|-----|---|------|------|------|-------|------|------|-----------------------|
| | 9. Точити тонко поверхні 3. | 40 | 40 | 0,25 | 0,20 | 293 | 2330 | 0,108 |
| | 10. Точити напівчисто поверхню 10 на довжину 450 мм | 50,5 | 450 | 1 | 0,707 | 219 | 1380 | 0,461 |
| | 11. Точити тонко поверхні 7. | 42,0 | 5,2 | 0,25 | 0,1 | 155 | 1450 | 0,052 |
| | 12. Точити тонко поверхні 9. | 42,0 | 5,2 | 0,25 | 0,1 | 155 | 1450 | 0,052 |
| | 13. Точити тонко поверхні 10,6,8 | 50 | 515 | 0,25 | 0,49 | 313 | 2000 | 0,536 |
| 040 | Токарна з ЧПК 1. Точити напівчисто поверхні 11, | 50 | 45 | 1 | 0,35 | 249 | 1980 | 1,687 0,115 |
| | 2. Точити напівчисто поверхню 12. | 30 | 1 | 1 | 0,35 | 249 | 1980 | 0,015 |
| | 3. Точити напівчисто поверхню 13. | 30,5 | 11,2 | 1 | 0,707 | 219 | 1950 | 0,0220 |
| | 4. Точити напівчисто поверхню 14. | 24,5 | 4,4 | 1 | 0,1 | 155 | 1160 | 0,123 |
| | 5. Точити напівчисто поверхню 15. | 30,5 | 5 | 1 | 0,707 | 219 | 1950 | 0,0100 |
| | 6. Точити напівчисто поверхню 16. | 24,5 | 4,4 | 1 | 0,1 | 155 | 1160 | 0,123 |
| | 7. Точити напівчисто поверхню 17. | 30,5 | 20 | 1 | 0,707 | 219 | 1950 | 0,033 |
| | 8. Точити напівчисто поверхню 18. | 30 | 1 | 1 | 0,35 | 249 | 1980 | 0,015 |
| | 9. Точити напівчисто поверхню 10 на довжину 435 мм | 50,5 | 435 | 1 | 0,707 | 219 | 1380 | 0,461 |
| | 10. Точити тонко поверхні 14. | 24 | 4,4 | 0,25 | 0,1 | 155 | 1450 | 0,052 |
| | 11. Точити тонко поверхні 16. | 24 | 4,4 | 0,25 | 0,1 | 155 | 1450 | 0,052 |
| | 12. Точити тонко поверхні 10. | 50 | 435 | 0,25 | 0,25 | 0,49 | 313 | 0,453 |
| | 13. Точити тонко поверхні 13,15,17 | 30 | 45 | 0,25 | 0,25 | 0,49 | 313 | 0,213 |
| 050 | Вертикально-фрезерна з ЧПК 1. Фрезерувати паз 20 | 16 | 61 | 6 | 0,073 | 13,8 | 840 | 2,860 1,340 |
| | 2. Фрезерувати паз 21 | 16 | 80 | 6 | 0,073 | 13,8 | 840 | 1,520 |

3. ВИБІР ЗАСОБІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ

3.1 Вибір верстатного обладнання.

Для обробки деталі «Вал 0735.401317.203» у запропонованому технологічному процесі було обрано наступне технологічне оснащення з числовим програмним керуванням (ЧПК): фрезерно-центрувальний верстат HG-1500, горизонтально-токарний верстат HAAS ST-25L, горизонтальний оброблювальний центр Okuma GENOS M560-V-e. Технічні характеристики цих верстатів будуть представлені нижче.

Фрезерно-центрувальний верстат HG-1500

Особливості обробки на горизонтально-шпиндельних верстатах

Горизонтально- фрезерні та свердлильні шпинделі забезпечують високу точність обробки, гарантуючи ідеальну паралельність торцевих поверхонь та співвісність центрових отворів. Виконання цих операцій (обробка торців і свердління отворів) за одну установку деталі дозволяє досягти точної перпендикулярності осей отворів відносно торцевих поверхонь.

Ця особливість є критично важливою для подальших етапів обробки валів. Дані верстати спеціально призначені для підготовки заготовок типу осей та валів до наступних стадій механічної обробки. Одночасна обробка торців здійснюється за рахунок синхронної роботи двох шпинделів. Заготовка міцно фіксується у лещатах, тоді як фрезерні та свердлильні шпинделі розташовані попарно в агрегатних головках.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 29 |

Таблиця 3.1 - 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. 3.1 Фрезерно-центрувальний верстат HG-1500

Горизонтально-токарний верстат з ЧПК HAAS ST-28L

Токарний центр ST-28L являє собою унікальне поєднання: він оснащений надійною шпиндельною головкою А2-8, типовою для важких умов експлуатації нашого середньогабаритного токарного верстата ST-35 (включно з опцією шпинделя "big-bore"), при цьому займаючи площу, співмірну з

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 30 |

верстатом ST-25L. Це робить його високоефективним багатоцільовим токарним центром з подовженою станиною, здатним виконувати складну обробку, не вимагаючи при цьому надмірного простору в цеху.

Порівняно зі стандартним верстатом ST-28, модель ST-28L пропонує майже вдвічі більший хід по осі Z та збільшену довжину токарної обробки, що є перевагою при роботі з довгими деталями.

Haas Automation є визнаним лідером верстатобудування у Сполучених Штатах, пропонуючи широкий асортимент високотехнологічного обладнання. Асортимент продукції включає вертикальні та горизонтальні обробні центри з ЧПК, токарні верстати з ЧПК та поворотні столи.

На сьогоднішній день компанія Haas спеціалізується на виробництві чотирьох основних категорій: вертикальних обробних центрів (VMC), горизонтальних обробних центрів (HMC), токарних верстатів з ЧПК та поворотних столів, а також спеціалізованих п'ятиосьових та великогабаритних верстатів. Уся продукція Haas виготовляється на найбільшому та найсучаснішому верстатобудівному підприємстві США, розташованому в Окснарді, штат Каліфорнія.

Таблиця 3.2 - Технічні характеристики горизонтально-токарного верстату з ЧПК HAAS ST-28L

| Параметри | Значення |
|--------------------------------------|-----------|
| Система керування | HAAS |
| Переміщення по осі X | 239 мм |
| Переміщення по осі Z | 1080 |
| Розмір патрона | 305 мм |
| Найбільший діаметр прутка | 102 мм |
| Максимальний діаметр деталі | 533 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 | 3 200 об./хв |
| Максимальна потужність | 29,8 кВт |
| Кількість інструментів | 12шт. |
| Тип головки | ВОТ |
| 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) | 4830x 2290 x 2290 |
| Вага верстата | 12000 кг |



Рисунок 3.2 Горизонтально-токарний верстат з ЧПК HAAS ST-28L

Горизонтальний оброблювальний центр з Okuma GENOS M560-V-e

Відмінне співвідношення ціни та якості: серія Okuma GENOS M технічно заснована на серії MB-V і пропонує майже ті ж можливості. Вражаюча термічна стабільність забезпечує жорсткі допуски та надзвичайно точні деталі. Крім того, ці екологічно чисті вертикальні обробні центри оснащені вдосконаленою системою управління OSP.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 32 |

Система управління OSP-P300A Okuma була спеціально розроблена для задоволення сучасних виробничих потреб та підвищення зручності роботи оператора. Система керування OSP-P забезпечує додаткову ефективність завдяки наявності нової загальної бази даних. Дані, введені в одному розділі системи керування, автоматично надсилаються в інші розділи. Завдяки цим новим функціям значно зменшується кількість контрольних операцій ЧПК та скорочується, тим самим, час налаштування.

Таблиця 3.3 - Горизонтальний оброблювальний центр з ЧПК Okuma GENOS M560-V-e.

| Параметр | Значення |
|--|-----------------|
| Розмір столу | 1300x560 мм |
| Переміщення робочого столу | 1050x560x460 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 |
| Магазин інструментів на | 32 |
| Вага верстата | 20000 кг |



Рис.3.3- Горизонтальний оброблювальний центр з Okuma GENOS M560-V-e.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 34 |

3.2 Вибір різального інструменту

Для виконання обробки даної деталі буде обрано сучасний різальний інструмент провідного виробника – компанії Sandvik Coromant.

Основний асортимент продукції Sandvik Coromant охоплює:

- **Фрезерні інструменти:** включаючи торцеві фрези, фрези для обробки уступів, а також фрези з індексованими та вставними пластинами.
- **Токарні інструменти:** призначені для чорнової та чистової розточки, операцій нарізання, обробки канавок та різьбонарізання. До цієї категорії належать зовнішні різцетримачі, державки для різьбонарізання, токарні різцеві державки зі змінними пластинами та токарні різці.
- **Інструменти для свердління:** асортимент включає твердосплавні свердла, свердла зі змінними пластинами, інструменти для глибокого свердління, рушничні свердла та розгортки.
- **Пластини:** зокрема, твердосплавні та змінні різальні пластини.
- **Розточний інструмент.**
- **Різьбонарізний інструмент:** що охоплює мітчики, різьбофрези та різьбонарізний інструмент зі змінними пластинами.

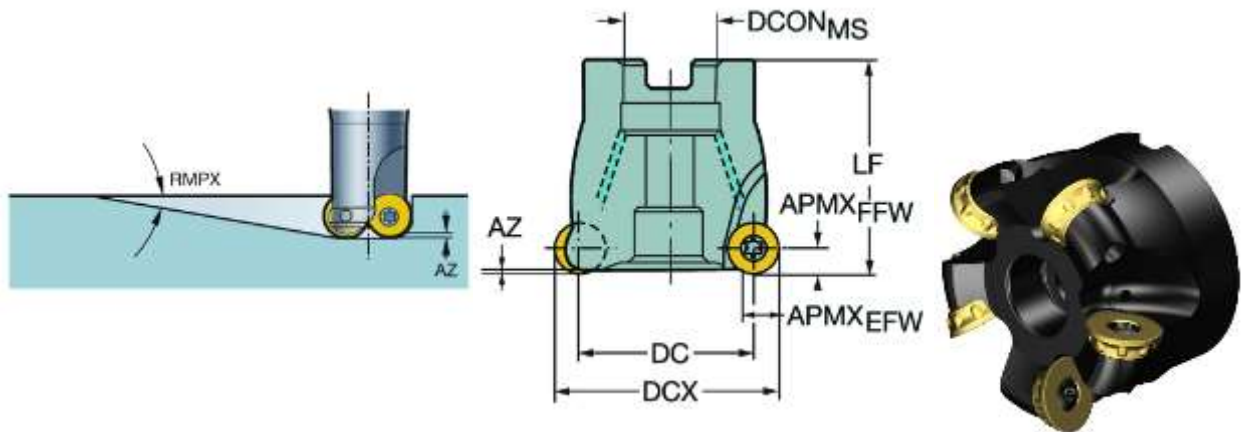
Для отримання детальнішої інформації про повний асортимент різального інструменту рекомендується відвідати офіційний веб-сайт Sandvik Coromant за адресою: (<https://www.sandvik.coromant.com>).

Далі обирається різальний інструмент, який буде використаний для імітації обробки деталі: Державка різця «DCLNR 2525M 19», ріжуча пластинка «CNMG 19 06 08-PR 4425», державка різця «C2R-RS25-RH13DB», ріжуча пластинка «C2I-H2N-0400-0003-CR1225», державка різця «C2R-RS25-RJ32DB», ріжуча пластинка «C2I-J2N-0515-0002-GF1225», фреза кінцева «2S342-1600-050-PB P2BM».

Технічні характеристики наведені нижче.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 35 |

Фреза торцева «RA300-076R25-20H»



| | |
|--|---|
| Діаметр різання (DC) | 50,2 мм |
| Максимальний діаметр різання (DCX) | 70,2 мм |
| Зменшення кількості елементів (CIC2_Z) | 3 |
| Код типу затискання (MTP) | затискач з гвинтовим наскрізним отвором |
| Частина 2 ідентифікатора інтерфейсу елемента різання (CUTINT_MASTER_2) | CoroMill 300 - розмір 2060 (R300-2060) |
| Максимальна глибина різання (APMX_EFW) | 15 мм |
| Максимальна глибина різання (APMX_FFW) | 10 мм |
| Максимальний кут нахилу (RMPX) | 7,1° |
| Максимальна глибина занурення (AZ) | 0 мм |
| Периферійна ефективна кількість ріжучих кромок (ZEFP) | 3 |
| Підключення - з боку машини (ADINTMS) | Оправка -ISO 0402 -A (гвинт з шестигранною головкою та внутрішнім шестигранником) - дюйм: 1 |
| Рука (PYKA) | Праворуч |
| Тип входу охолоджувальної рідини (CNSC) | осьовий концентричний вхід |
| Тиск охолоджувальної рідини (CPI) | 10 бар |
| Діаметр з'єднання з боку машини (DCONMS) | 25,4 мм |
| Стандартний номер (STOND) | ISO0402 |
| Стандартний лист (STDLET) | A |
| Функціональна довжина (LF) | 50 мм |
| Радіальний кут нахилу (GAMP) | 7° |
| Осьовий кут нахилу (GAMP) | -2° |

Рисунок 3.4 Фреза торцева «RA300-076R25-20H»

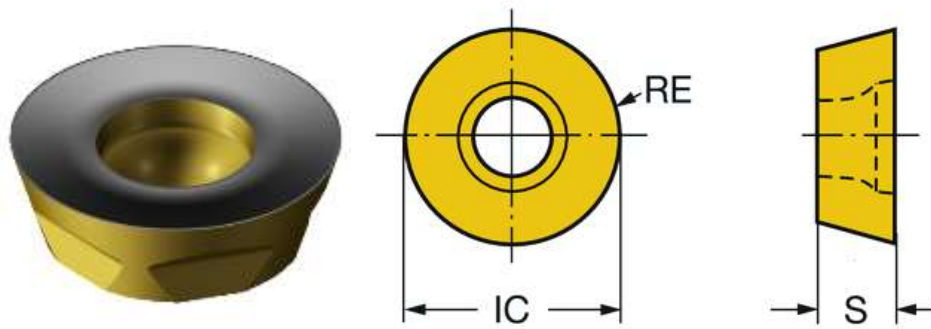
| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

БР.ПМ-65.00.000 ПЗ

Арк.

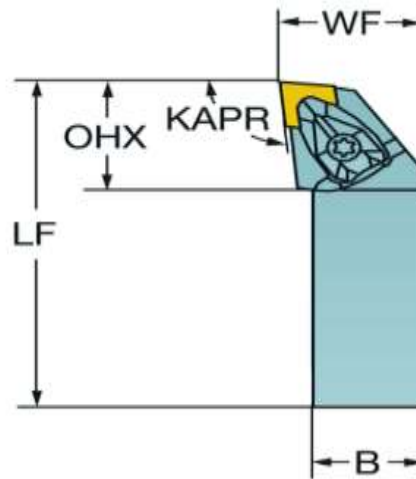
36

Ріжуча пластина R300-2060M-PH 4340



| | |
|--|--|
| Стружколом (CBMD) | Фізичний показник |
| Тип операції (CTPT) | важкий |
| Введіть код способу кріплення (IFS) | Частково циліндричний, зенкування 40-60 градусів з одного або двох боків |
| Діаметр кріпильного отвору (D1) | 7 мм |
| Вставити розмір і форму (CUTINT_SIZESHAPE) | CoroMill 300-2060 |
| Кількість передових лез (CEDC) | 8 |
| Діаметр вписаного кола (ДВК) | 20 мм |
| Вставити код форми (SC) | Круглий |
| Максимальна глибина різання (APMX) | 2,93 мм |
| Радіус кута (RE) | 10 мм |
| Рука (PYKA) | Нейтральний |
| Оцінка (GRADE) | 4340 |
| Субстрат (СУБСТРАТ) | Головний уповноважений |
| Покриття (COATING) | ХОП TiCN+Al2O3+TiN |
| Товщина вставки (S) | 6,48 мм |
| Вага товару (вага) | 0,0149 кг |

Рисунок 3.5 Ріжуча пластина R300-2060M-PH 4340



Дані про продукт

Метрика Дойм

| | |
|--|--|
| Кут різної кромки інструменту (KAPR_1) | 95° |
| кут випередження (PSR) | -5° |
| код типу затискування (MTP) | затисніть зверху вставки та вставте її в отвір |
| про тип вставки (CUTINT_MASTER) | CMMG 190612 |
| про підключення на стороні машини (ADINTMS) | Прямокутний хвостовик - метричний: 25 x 25 |
| Максимальний кут нахилу (BMPX) | 0° |
| Кут корпусу заготовки збоку (BAMS) | 0° |
| про кут нахилу корпусу машини (BAMS) | 0° |
| Максимальний виступ (OHX) | 43,7 мм |
| Рука (PVCHA) | Праворуч |
| про тип виходу охолоджувальної рідини (CXSC) | немає виходу охолоджувальної рідини |
| про тип введення охолоджувальної рідини (CNSC) | без подачі охолоджувальної рідини |
| ширину хвостовика (B) | 25 мм |
| висоту хвостовика (H) | 25 мм |
| функціональну довжину (LF) | 150 мм |
| функціональну ширину (FШ) | 32 мм |
| функціональну висоту (HF) | 25 мм |
| про ортогональний передній кут (GAMD) | -6° |
| кут нахилу (LAMS) | -6° |
| про крутний момент (TQ) | 6,4 Нм |
| Матеріал корпусу (BMC) | Сталь |

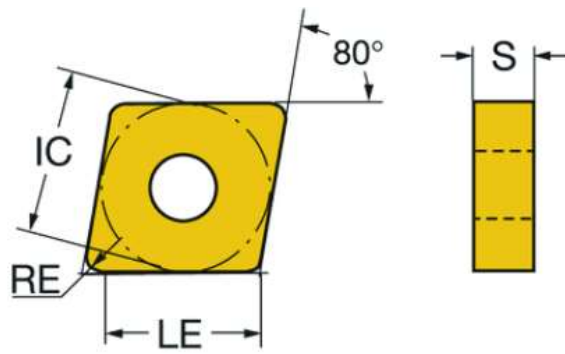
Рисунок 3.6 - Державка різця «DCLNR 2525M 19»

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

БР.ПМ-65.00.000 ПЗ

Арк.

38



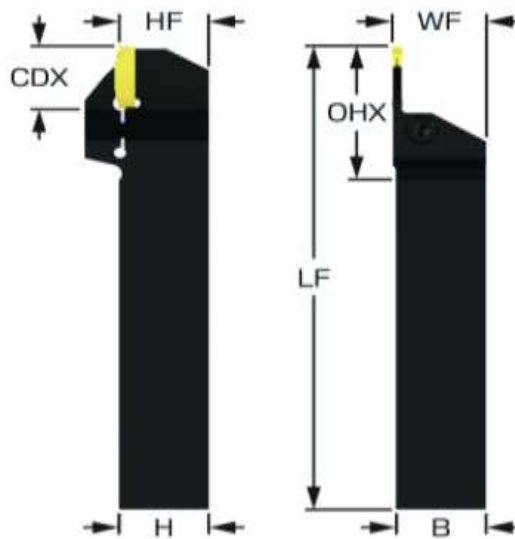
Дані про продукт

Метрика

| | |
|---|---|
| матеріал(и) заготовки (TMC1ISO) | П. К. |
| про стружколом (CBMD) | Зв'язки з громадськістю |
| Тип операції (СТРТ) | чорнова обробка |
| код способу кріплення (IFS) | Циліндричний отвір для кріплення |
| кріпильного отвору (D1) | 7,925 мм |
| Розмір і форма вставки (CUTINT_SIZESHAPE) | CN1906 |
| про кількість передових лез (CEDC) | 4 |
| про діаметр вписаного кола (IC) | 19,05 мм |
| Вставити код форми (SC) | Ромбічний 80 |
| про ефективну довжину ріжучої кромки (LE) | 18,5439 мм |
| Радіус кута (RE) | 0,7938 мм |
| Рука (РУЧНА) | Нейтральний |
| Оцінка (ОЦІНКА) | 4425 |
| про субстрат (SUBSTRATE) | Головний уповноважений |
| про покриття (COATING) | ХОП TiCN+Al2O3+TiN |
| про товщину вставки (S) | 6,35 мм |
| про кут зазору (AN) | 0° |
| про вагу товару (WT) | 0,0261 кг |

Рисунок 3.7 - Ріжуча пластинка «CNMG 19 06 08-PR 4425»

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 39 |



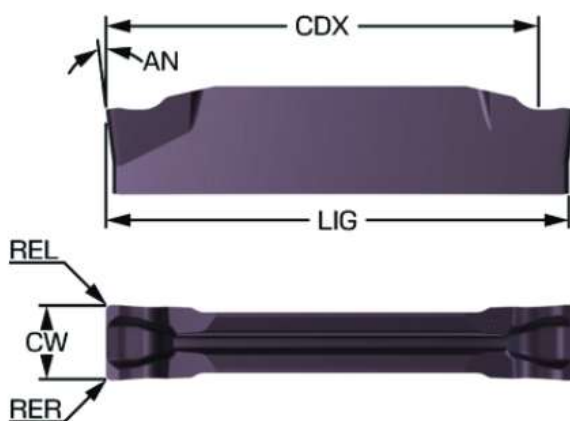
Дані про продукт

Метрика Дюйм

| | |
|--|--|
| Максимальна глибина різання (CDX) | 13 мм |
| код типу затискання (MTP) | затискач зверху вставки |
| про тип вставки (CUTINT_MASTER) | CoroCut 2 - розмір H (C2I-H2-0400-) |
| Вставити про місце (SSC_M) | H |
| про підключення на стороні машини (ADINTMS) | Прямокутний хвостовик - метричний: 25 x 25 |
| Кут корпусу заготовки збоку (BAWS) | 0° |
| про мінімальний виступ (OHN) | 35,708 мм |
| Максимальний виступ (OHX) | 60,708 мм |
| Рука (PYCHA) | Праворуч |
| про тип введення охолоджуючої рідини (CNSC) | без подачі охолоджувальної рідини |
| про тип виходу охолоджувальної рідини (CXSC) | немає виходу охолоджувальної рідини |
| ширину хвостовика (B) | 25 мм |
| висоту хвостовика (H) | 25 мм |
| функціональну довжину (LF) | 150 мм |
| функціональну ширину (ФШ) | 26 мм |
| функціональну висоту (HF) | 25 мм |
| про крутний момент (TQ) | 4,5 Нм |
| про загальну довжину (OAL) | 150 мм |
| загальну висоту (OAH) | 34 мм |
| про вагу товару (WT) | 0,672 кг |

Рисунок 3.8 - Державка різця «C2R-RS25-RH13DB»

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 40 |



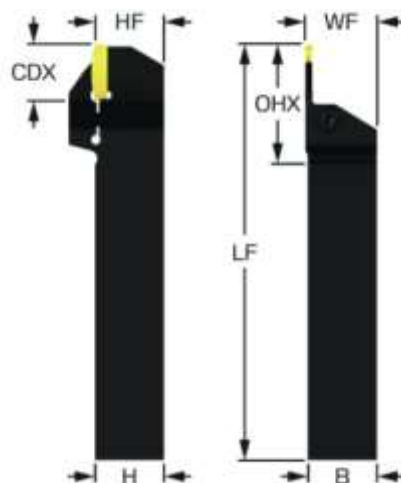
Дані про продукт

Метрика Дюйм

| | |
|---|---|
| матеріал(и) заготовки (TMC150) | P M K N S |
| про стружколом (CBMD) | CR |
| Тип операції (CTPT) | чорнова обробка |
| код способу кріплення (IFB) | Увігнутий призматичний перетин з рейкою |
| Розмір і форма вставки (CUTINT_SIZESHAPE) | CoroCut 1-2 розмір H2 |
| про кількість передових лез (CEDC) | 2 |
| Вставити про місце (SSC_M) | H |
| Ширина різання (CW) | 4 мм |
| про нижній допуск ширини різання (CWTOLL) | -0,05 мм |
| про верхнє допускове значення ширини різання (CWTOLU) | 0,05 мм |
| про радіус кута ліворуч (REL) | 0,3 мм |
| про радіус кута праворуч (RER) | 0,3 мм |
| про нижній допуск радіуса кута (RETOLL) | -0,1 мм |
| про верхній допуск радіуса кута (RETOLU) | 0,1 мм |
| Максимальна глибина різання (CDX) | 23,82 мм |
| про кут нахилу корпусу машини (BAMS) | 0° |
| Ручка (PUNCH) | Нейтральний |
| Оцінка (OCCINKA) | 1225 |
| про покриття (COATING) | PVD TiAlN+TiAlSiN+TiSiN |
| про товщину вставки (S) | 4,35 мм |
| про кут зазору (AN) | 7° |
| про довжину вставки (LIG) | 24,8 мм |
| про вагу товару (WT) | 0,0058 кг |

Рисунок 3.9 - Ріжуча пластинка «C2I-H2N-0400-0003-CR1225»

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 41 |



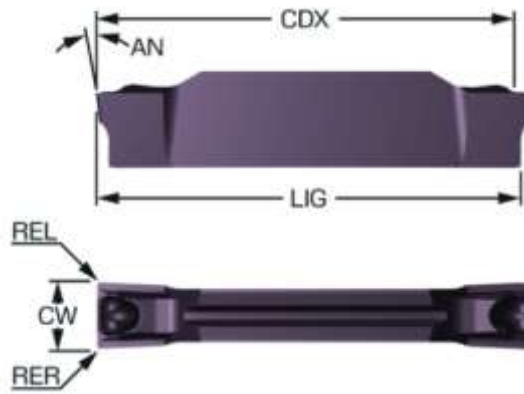
Дані про продукт

Метрика Дюйм

| | |
|--|--|
| Максимальна глибина різання (CDX) | 32 мм |
| код типу затискання (MTP) | затискач зверху вставки |
| про тип вставки (CUTINT_MASTER) | CoroCut 2 - розмір J (C2I-J2-0500-) |
| Вставити про місце (SSC_M) | Дж. |
| Підключення - з боку машини (ADINTMS) | Прямокутний хвостовик - метричний: 25 x 25 |
| Кут корпусу заготовки збоку (BAWS) | 0° |
| про мінімальний виступ (OHN) | 54,708 мм |
| Максимальний виступ (OHX) | 79,708 мм |
| Рука (РУЧНА) | Праворуч |
| про тип введення охолоджуючої рідини (CNSC) | без подачі охолоджувальної рідини |
| про тип виходу охолоджувальної рідини (CXSC) | немає виходу охолоджувальної рідини |
| ширину хвостовика (B) | 25 мм |
| висоту хвостовика (H) | 25 мм |
| функціональну довжину (LF) | 150 мм |
| функціональну ширину (ФШ) | 26 мм |
| функціональну висоту (HF) | 25 мм |
| про крутний момент (TQ) | 5,5 Нм |
| про загальну довжину (OAL) | 150 мм |
| загальну висоту (OAH) | 43 мм |
| про вагу товару (WT) | 0,628 кг |

Рисунок 3.10 - Державка різця «C2R-RS25-RJ32DB»

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 42 |



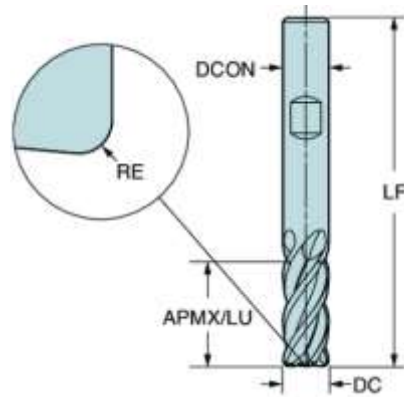
Дані про продукт

Метрика Дюйм

| | |
|---|---|
| матеріал(и) заготовки (TMC1ISO) | D M K N S |
| про стружку (CBMD) | Безглузда |
| Тип операції (CTPT) | оздоблення |
| код способу кріплення (IFS) | Увігнутий призматичний перетин з рейкою |
| Розмір і форма вставки (CUTINT_SIZESHAPE) | СогоCut 1-2 - розмір J2 |
| про кількість передових лез (CEDC) | 2 |
| Встаати про місце (SSC_M) | Дж. |
| Ширина різання (CW) | 5,15 мм |
| про нижній допуск ширини різання (CWTOLL) | 0,09 мм |
| про верхнє допускове значення ширини різання (CWTOLU) | 0,13 мм |
| про радіус кута ліворуч (REL) | 0,2 мм |
| про радіус кута праворуч (RER) | 0,2 мм |
| про нижній допуск радіуса кута (RETOLL) | -0,02 мм |
| про верхній допуск радіуса кута (RETOLU) | 0,02 мм |
| Максимальна глибина різання (CDX) | 24,52 мм |
| про кут нахилу корпусу машини (BAMS) | 0° |
| Максимальна глибина різання (APMX) | 3,25 мм |
| Ручка (PUNCH) | Нейтральний |
| Оцінка (ОЦІНКА) | 1225 |
| про покриття (COATING) | PVD TiAlN+TiAlSiN+TiSiN |
| про товщину вставки (S) | 4,35 мм |
| про кут зазору (AN) | 7° |
| про довжину вставки (LIG) | 25,12 мм |
| про вагу товару (WT) | 0,008 кг |

Рисунок 3.11 - Ріжуча пластинка «C2I-J2N-0515-0002-GF1225»

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 43 |



Дані про продукт

Метрика Дойм

| | |
|--|--|
| матеріал(и) заготовки (TMC1/ISO) | |
| Діаметр різання (округ Колумбія) | 16 мм |
| Кут ріжучої кромки інструменту (КАПР) | 90° |
| клас допуску діаметра різання (TCDC) | h10 |
| клас допуску діаметра різання для контакту з поверхнею (DCF) | 15 мм |
| Радіус кута (RE) | 0,5 мм |
| Максимальна глибина різання (APMX) | 34 мм |
| клас допуску максимальної глибини різання (APMX_PFW) | 34 мм |
| можливості центрального різання (CCC) Інформація про | Так |
| клас допуску максимальної глибини різання (APMX_PFW) | 34 мм |
| корисна довжина (LU) | 34 мм |
| клас допуску ефективної кількості периферійних ріжучих кромок (ZEFP) | 4 |
| клас допуску підключення на стороні машини (ADINTMS) | Велдон (DIN6535-HB) - метрична система: 16 |
| максимальний кут нахилу (RMPX_PFW) | 20° |
| клас допуску діаметра з'єднання (TCDCON) | h6 |
| Діаліт (DЦІНКА) | P25M |
| клас допуску субстрату (SUBSTRATE) | Головний уповноважений |
| клас допуску покриття (COATINGS) | PVD TiAlCrSiN |
| стандартну групу хвостовиків (BSG) | КОРОНАЦІЯ |
| клас допуску типу введення охолоджувачої рідини (CNSC) | без подачі охолоджувальної рідини |
| клас допуску діаметра з'єднання з боку машини (DCONMS) | 16 мм |
| функціональну довжину (LF) | 97 мм |
| клас допуску кута нахилу спіралі канавки (FNA) | 42° |

Рисунок 3.12 - Фреза кінцева «2S342-1600-050-PB P25M»

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 44 |

4 СТВОРЕННЯ КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ

4.1 Моделювання деталі «Вал 0735.401317.203»

Створення 3 D моделі деталі «Вал 0735.401317.203». Деталь створена за допомогою елемента поворот по колу, задані радіуси скруглення, створенні потрібні отвори, створені додаткові системи координат для подальшої обробки деталі, 3д модель деталі «Вал 0735.401317.203» з деревом побудови зображена на рисунку 4.1.



Рис. 4.1 - Модель деталі «Вал 0735.401317.203» з деревом побудови

4.2 Внесення технічних параметрів горизонтального токарного верстата з ЧПК HAAS ST-28L в базу даних та формування кошика інструментів операції 030 та 040.

Враховуючи потенційні розбіжності між фактичними параметрами обладнання та інструменту, що використовуються на виробництві, та даними, збереженими в існуючій базі даних, необхідно внести відповідні коригування до останньої. Для виконання операцій 030 та 040 з обробки деталі буде задіяно верстат HAAS ST-28L.

Дані ріжучого інструменту, зокрема Державка різця «DCLNR 2525M 19», ріжуча пластинка «CNMG 19 06 08-PR 4425», державка різця «C2R-RS25-RH13DB», ріжуча пластинка «C2I-H2N-0400-0003-CR1225», державка різця

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 45 |

«C2R-RS25-RJ32DB», ріжуча пластинка «C2I-J2N-0515-0002-GF1225», необхідно ввести до бази даних. Оскільки потрібних різців немає в базі, здійснюється редагування існуючих, як описано в п. 3.2. Відредаговані інструменти представлені нижче.

Станция Ромбовая вставка Державка

Профиль

Форма: Стандарт Идентификатор оправки : 13

Ширина державки: 25.00mm Толщина державки: 25.00mm

Длина державки: 150.00mm

Угол опережения: -5.00deg

Задний зеркальный угол: 0.00deg

Передний зеркальный угол: 0.00deg

Смещение при вставке по оси Z: 0.00mm

Смещение при вставке по оси X: 0.00mm

Вылет: 0.00mm

Направление: Слева

Комментарий: DCLNR 2525M 19

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

4.2 Рисунок- Державка різця «DCLNR 2525M 19»

Станция Ромбовая вставка Державка

№ вставки: 9

Угол при вершине (IA): 80.00deg

Вписанный круг (IC): 19.05mm

Радиус (R1): 0.79mm

Толщина: 6.35mm

Задний угол: 0.00deg

Материал инструмента: Carbide

Охлаждение: Эмульсия

Комментарий: CNMG 19 06 08-PR 4425

Показать

4.3 Рисунок- Ріжуча пластинка «CNMG 19 06 08-PR 4425»

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

Станция Канавочная вставка Державка

Профиль

Форма: Стандарт Идентификатор оправки : 7

Ширина державки: 25.00mm Толщина державки: 25.00mm

Длина державки: 150.00mm

Угол опережения: 0.00deg

Задний зеркальный угол: 0.00deg

Передний зеркальный угол: 0.00deg

Смещение при вставке по оси Z: 0.00mm

Смещение при вставке по оси X: 0.00mm

Вылет: 13.00mm

Направление: Справа

Комментарий: C2R-RS25-RH13DB

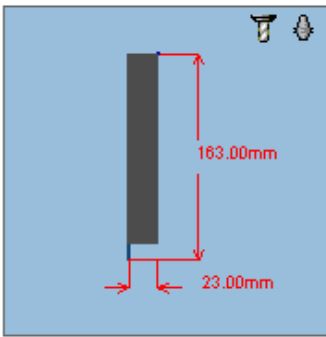
Грань державки
 Боковая По торцу

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



4.4 Рисунок- Державка різця «C2R-RS25-RH13DB»

Станция Канавочная вставка Державка

№ вставки: 1

Радиус 1 (R1): 0.30mm

Радиус 2 (R2): 0.30mm

Ширина (W): 4.00mm

Длина (L): 24.80mm

Толщина: 4.35mm

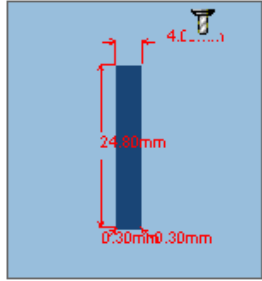
Задний угол: 0.00deg

Материал инструмента: Carbide

Охлаждение: Эмульсия

Комментарий: C2I-H2N-0400-0003-CR1225

Показать



4.5 Рисунок- Ріжуча пластинка «C2I-H2N-0400-0003-CR1225»

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

Станция Канавочная вставка Державка

Профиль

Форма: Стандарт Идентификатор оправки : 17

Ширина державки: 25.00mm Толщина державки: 25.00mm

Длина державки: 150.00mm

Угол опережения: 0.00deg

Задний зеркальный угол: 0.00deg

Передний зеркальный угол: 0.00deg

Смещение при вставке по оси Z: 0.00mm

Смещение при вставке по оси X: 0.00mm

Вылет: 15.00mm

Направление: Слева

Комментарий: C2R-RS25-RJ32DB

Грань державки: Боковая По торцу

Точка создания канавки: Основная приводная точка авто

Основная: Справа

Угол приращения по оси В:

Ориентация

Вниз вправо Вниз влево

Вправо вверх Влево вверх

Вправо вниз Влево вниз

Вверх вправо Вверх влево

4.6 Рисунок- Державка різця «C2R-RS25-RJ32DB»

Станция Канавочная вставка Державка

№ вставки: 7

Радиус 1 (R1): 0.20mm

Радиус 2 (R2): 0.20mm

Ширина (W): 5.15mm

Длина (L): 25.12mm

Толщина : 4.35mm

Задний угол : 0.00deg

Материал инструмента : Carbide

Охлаждение : Эмульсия

Комментарий: C2I-J2N-0515-0002-GF1225

Показать

4.7 Рисунок- Ріжуча пластинка «C2I-J2N-0515-0002-GF1225»

| | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

4.3 Створення керуючої програми обробки на операцію 030.

Створення заготовки на обробку для деталі «Вал 0735.401317.203» на операцію 030 в програмному середовищі рис 4.8.



Рис 4.8 Заготовка на операцію 030

Імітація обробки проходить без помилок. Створюємо керуючу програму обробки операції 030 .

Керуюча програма обробки операції 030, наведена нижче:

```
%  
O0001  
G00 G18 G40 G80 G97 G99  
N1 ( '5@=>2001 )  
G54  
T0101 (DCLNR 2525M 19)  
G97 S1000 M03  
G99 G18 G00 Z3.  
M08  
G50 S3000  
G96 S596  
X57.  
G01 X51. Z0 F.264  
Z-39.148  
G03 X52.6 Z-40.794 R2.094  
G01 Z-444.005  
X55.  
G00 X61.  
Z0  
X47.582
```

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 49 |

G01 Z-38.7
X48.412
G03 X51. Z-39.148 R2.094
G00 X57.
Z0
X44.165
G01 Z-38.7
X48.482
G00 X53.582
Z0
X42.672
G01 X40.747
X41.373 Z-.313
G03 X42.6 Z-1.794 R2.094
G01 Z-38.7
X44.165
G00 X59.412
Z.329
X37.261
G01 X39.959 Z-1.02
G03 X40.6 Z-1.794 R1.094
G01 Z-39.7
X48.412
G03 X50.6 Z-40.794 R1.094
G01 Z-445.005
X53.412
G00 X59.412
G96 S548
Z3.268

| | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 50 |

X43.535
G01 X37.535 Z.268 F.409
Z-.232
X39.535 Z-1.232
G03 X40. Z-1.794 R.794
G01 Z-39.794
G02 X40.412 Z-40. R.206
G01 X48.412
G03 X50. Z-40.794 R.794
G01 Z-446.
X53.412
X54.12 Z-445.646
G00 X60.12
X508. Z127. M09
M01

N2 ('5@=>200 :0=02:01)
G54
T0303 (C2R-RS25-RH13DB)
G97 S1000 M03
G99 G18 G00 Z-147.175
M08
G50 S3000
G96 S269
X62.
G01 X56. Z-150.175 F.063
X44.
G00 X50.
G01 X42.05

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 51 |

X56.
G00 X67.15
Z-201.975
X62.
G01 X56. Z-204.975 F.063
X42.05
X56.
G96 S316
G00 Z-147.2
G01 X50. Z-150.2 F.091
X42.
X50.
Z-150.15
X42.
Z-150.2
X50.
G00 X56.
Z-202.
G01 X50. Z-205. F.091
X42.
X50.
Z-204.95
X42.
Z-205.
X50.
G00 X508. Z127. M09
M01
M05
/ M99

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 52 |

M30

%

4.4 Створення керуючої програми обробки на операцію 040.

Створення заготовки на обробку для деталі «Вал 0735.401317.203» на операцію 040 в програмному середовищі рис 4.9.



Рис 4.9 Заготовка на операцію 040

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

Керуюча програма обробки операції 040, наведена нижче:

%

O0001

G00 G18 G40 G80 G97 G99

N1 ('5@=>2001)

G54

T0101 (DCLNR 2525M 19)

G97 S1000 M03

G99 G18 G00 Z3.829

M08

G50 S3000

G96 S596

X33.827

G01 X27.827 Z.829 F.264

Z.329

X30.242 Z-.879

G03 X31. Z-1.794 R1.294

G01 Z-44.5

X48.412

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 53 |

G03 X51. Z-45.794 R1.294

G01 Z-434.916

X51.707 Z-435.269

G00 X59.412

G96 S548

Z3.268

X33.535

G01 X27.535 Z.268 F.409

Z-.232

X29.535 Z-1.232

G03 X30. Z-1.794 R.794

G01 Z-44.794

G02 X30.412 Z-45. R.206

G01 X48.412

G03 X50. Z-45.794 R.794

G01 Z-435.588

X50.707 Z-435.941

G00 X56.707

X508. Z127. M09

M01

N2 ('5@=>200 :0=02:02)

G54

T0202 (C2R-RS25-RH13DB)

G97 S1000 M03

G99 G18 G00 Z-21.01

M08

G50 S3000

G96 S269

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 54 |

X42.
G01 X36. Z-24.01 F.063
X24.02
G00 X36.
Z-24.137
G01 X24.02
G00 X36.
Z-24.263
G01 X24.02
G00 X36.
Z-24.39
G01 X24.02
G00 X36.
Z-24.542
G01 X29.605
G00 X36.
Z-24.693
G01 X29.855
X36.
G00 X46.
Z-30.41
X42.
G01 X36. Z-33.41 F.063
X24.02
G00 X36.
Z-33.537
G01 X24.02
G00 X36.
Z-33.663

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 55 |

G01 X24.02
G00 X36.
Z-33.79
G01 X24.02
X36.
G96 S548
G00 Z-21.354
X36.707
G01 X30.707 Z-24.354 F.409
X30. Z-24.
X29.
X24.
Z-24.4
X28.8
G03 X30. Z-25. R.6
G01 X30.707 Z-25.354
G00 X36.707
G96 S316
Z-30.8
X36.
G01 X30. Z-33.8 F.091
X24.
Z-33.6
X30.
Z-33.4
X24.
Z-33.6
G00 X35.
X508. Z127. M09

| | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 56 |

M01
M05
/ M99
M30
%

4.5 Внесення технічних параметрів горизонтального оброблювального центра з ЧПК Okuma GENOS M560-V-е. в базу даних та формування кошика інструментів на операцію 050.

Враховуючи можливу невідповідність між фактичними характеристиками обладнання та інструменту, що використовуються на виробництві, та інформацією, що міститься в базі даних, необхідно внести зміни для її актуалізації.

Для виконання операції 050 з обробки деталі буде використано горизонтальний оброблювальний центр з ЧПК Okuma GENOS M560-V-е.

Далі вносимо характеристики інструментів, зокрема, фрези кінцевої «2S342-1600-050-PB P2BM».

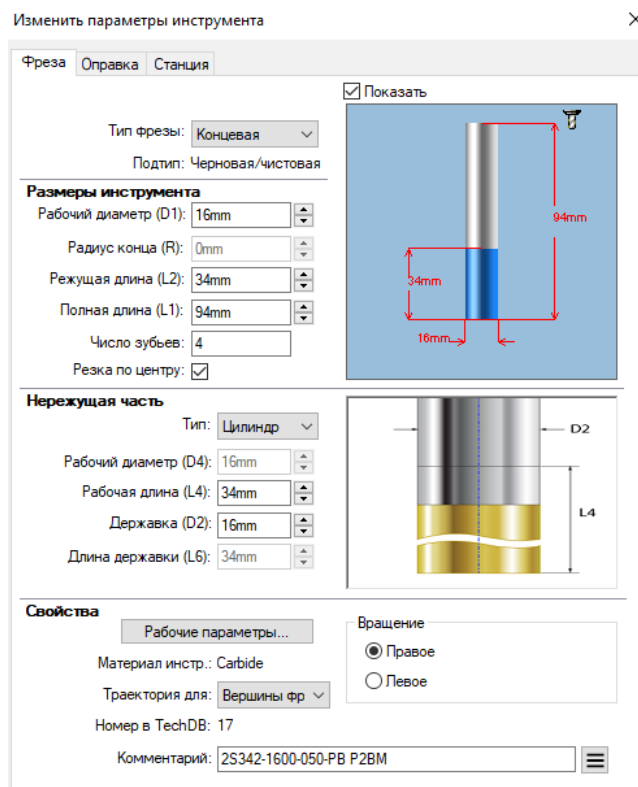


Рис.4.10 Фреза кінцева «2S342-1600-050-PB P2BM»

| | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 57 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | | | | |

4.6 Створення керуючої програми обробки на операцію 050



Рис 4.11 Заготовка на операцію 050

Імітація обробки проходить без помилок. Створюємо керуючу програму обробки операції 050

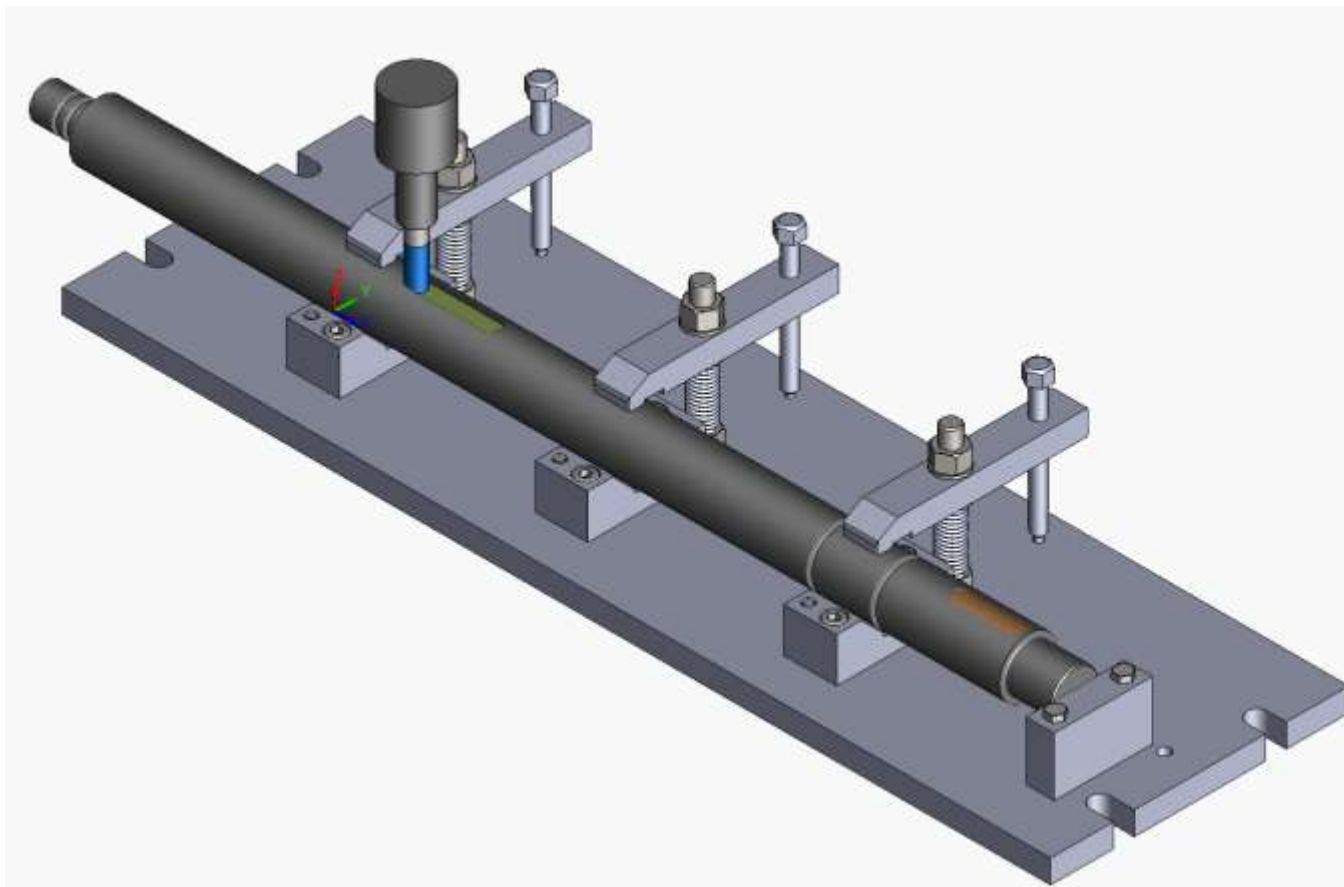


Рис 4.12 Імітація обробки на операцію 050

Керуюча програма обробки операції 050 наведена нижче:

%

O00001

N10 T08 M06 (2S342-1600-050-PB P2BM)

N15 G54 G90 G94

N20 S4378 M03

N25 G52 X-17.915 Y203.958 Z68.534

N30 M98 P0002

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 58 |

N35 G52 X0 Y0
N40 G52 X-17.915 Y203.958 Z68.534
N45 M98 P0003
N50 G52 X0 Y0
N55 G00 G90 G53 G49 H0 Z0 M05
N60 G54 X0 Y0
N65 M30
%
O0002
N5 G00 G90 X0 Y-59. S4378 M03
N10 G43 H08 Z25. M08
N15 Z2.5
N20 G01 Z-2. F244.646
N25 Y-123. F978.585
N30 G00 Z2.5
N35 G90 G54 X0 Y-59.
N40 Z.5
N45 G01 Z-4. F244.646
N50 Y-123. F978.585
N55 G00 Z2.5
N60 G90 G54 X0 Y-59.
N65 Z-1.5
N70 G01 Z-6. F244.646
N75 Y-123. F978.585
N80 G00 Z2.5
N85 G01 Z25. F500. M09
N90 M99
O0003
N5 G00 G90 Y344.5 M03

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 59 |

N10 G43 H08 Z25. M08
N15 Z2.5
N20 G01 Z-2. F244.646
N25 Y389.5 F978.585
N30 G00 Z2.5
N35 G90 G54 X0 Y344.5
N40 Z.5
N45 G01 Z-4. F244.646
N50 Y389.5 F978.585
N55 G00 Z2.5
N60 G90 G54 X0 Y344.5
N65 Z-1.5
N70 G01 Z-6. F244.646
N75 Y389.5 F978.585
N80 G00 Z2.5
N85 G01 Z25. F500. M09
N90 M99
%

| | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 60 |

ВИСНОВКИ

Під час виконання даної роботи було здійснено аналіз призначення та конструктивних особливостей деталі «Вал 0735.401317.203», проведено оцінку її технологічності, визначено виробничу програму та обрано відповідну заготовку з прокату. Також було проаналізовано методи досягнення необхідної точності та шорсткості поверхонь деталі. Розроблено технологічний процес механічної обробки шпинделя, а режими різання визначено табличним методом.

Другий розділ роботи повністю присвячений проектуванню фрезерного пристрою, призначеного для операції 050.

У третьому розділі було підібрано сучасне технологічне обладнання з числовим програмним керуванням, а саме: фрезерно-центрувальний верстат з ЧПК моделі HG-1500, токарний верстат з ЧПК моделі HAAS ST-28L та горизонтальний оброблювальний центр з ЧПК Okuma GENOS M560-V-e.

Додатково було обрано необхідний інструмент, використовуючи офіційний веб-сайт Sandvik Coromant (<https://www.sandvik.coromant.com>).

Четвертий розділ містить розроблену керуючу програму для обробки цієї деталі, а також проведено імітацію обробки деталі.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 61 |

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Панчук В.Г., Карпик Р.Т., Врюкало В.В., Одосій З.М.П - 14. Бакалаврська робота: методичні вказівки. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021.с.
2. ДСТУ 4738:2007(ГОСТ 2590-2006)(EN 10060:2003, NEQ) Прокат сортовий сталевий гарячекатаний круглий. Сортамент
3. Основи технології виробництва машин : навчальний посібник / Г. П. Кремнєв, В. М. Колеснік, Ф. В. Новіков, В. О. Жовтобрюх. Дніпро : ЛПРА, 2022. 136 с.
4. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Механоскладальні дільниці та цехи у машинобудуванні» Частина 1 для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» ОП «Технології машинобудування» /Укл. В.В. Кононов, В.О. Логомінов, – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 64 с
5. Паливода Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с Справочник технологии машиностроения т.1 Под редакцией А.Н. Мавова. М., Машиностроение, 1973. – 694 с.
6. Руденко П. О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. / П. О. Руденко . — К. : Вища школа, 1993. — 414 с.
7. Основи технології машинобудування. Частина 2 : навчальний посібник / О. В. Дерібо — Вінниця : ВНТУ, 2014. — 114 с.
8. Проектування технологічних процесів. Частина1. Оброблення деталей-тіл обертання. [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізацій «Технології машинобудування» та «Технології виготовлення літальних апаратів» / Біланенко В.Г., Приходько В.П., Мельник О.О.; КПІ ім. Ігоря Сікорського.– Електронні текстові дані (1 файл: pdf - 12,8 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 232 с.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 62 |

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>
12. ДСТУ 2960-94 Організація промислового виробництва. Основні поняття. Терміни та визначення
13. Боровик А. І. Технологічна оснастка механоскладального виробництва : підручник. Київ : Кондор, 2008. 726 с.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-65.00.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 63 |

| | | | |
|---------|--|--|--|
| Дубл. | | | |
| Взамін. | | | |
| Підпис | | | |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
| | | | | |

| | | | | |
|----|----|--------|--------|------|
| | | | | |
| | | | | |
| Зм | Ар | № док. | Підпис | Дата |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
|--|--|--|--|--|

| | | | | |
|--|---------------------|----------|--|---|
| | І Ф Н Т У Н Г | ПМІ-21-1 | | |
| | Вал 0735.401317.203 | | | Н |

«Затверджую»

Зав.кафедрою Панчук В.Г.

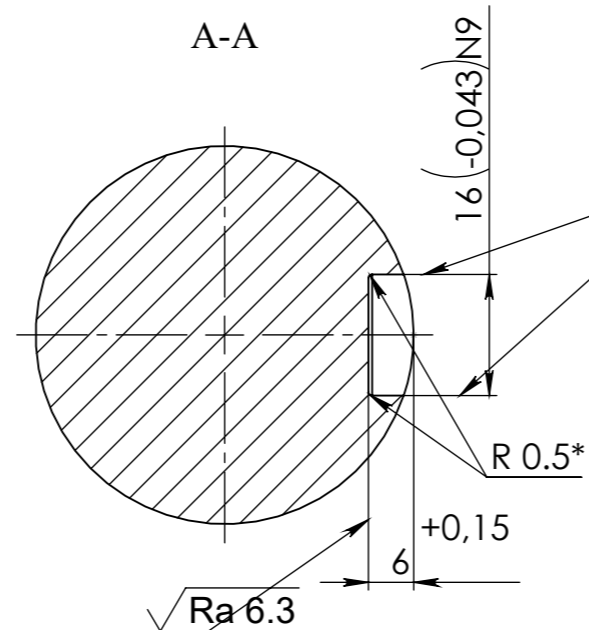
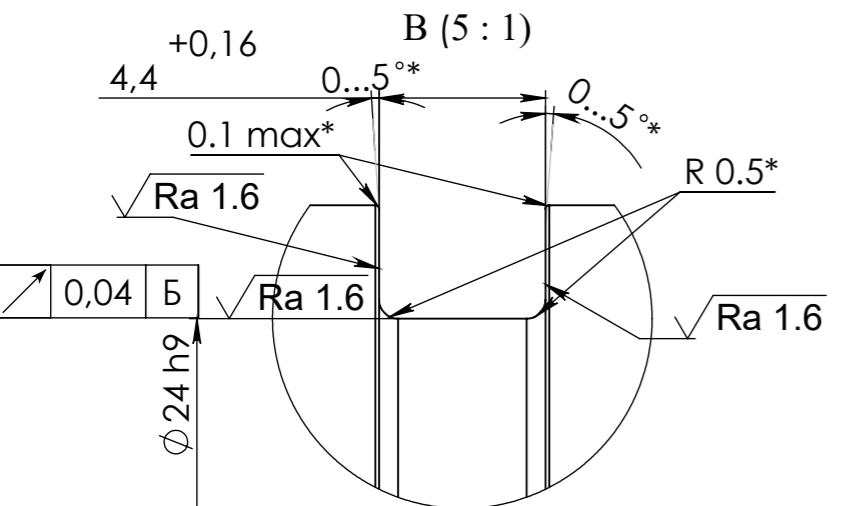
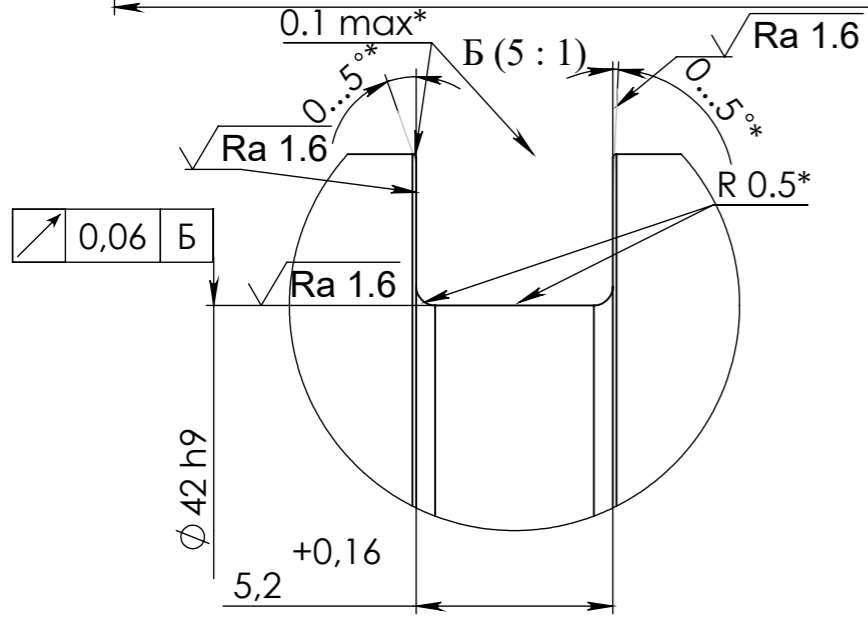
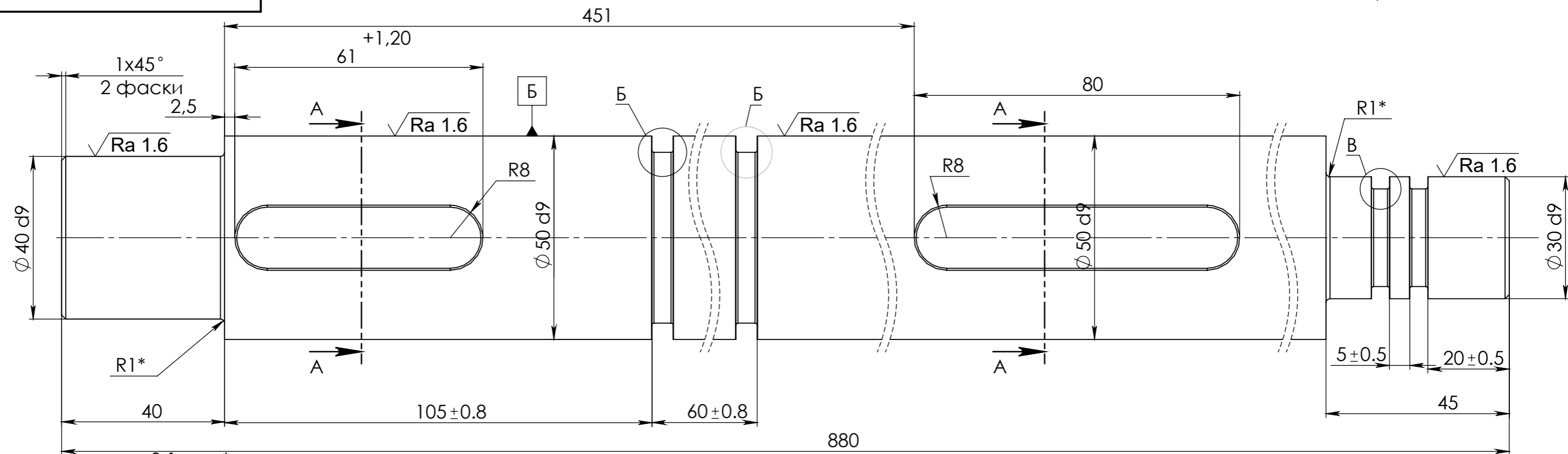
**КОМПЛЕКТ
технологічної
документації**

Технологічний процес
механічної обробки
Вал 0735.401317.203

Розробив ст.гр.ПМІ-21-1
Портечин Н.В.
Перевірів:
Боруцк Л.О.

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

√ Ra 12.5 (√)

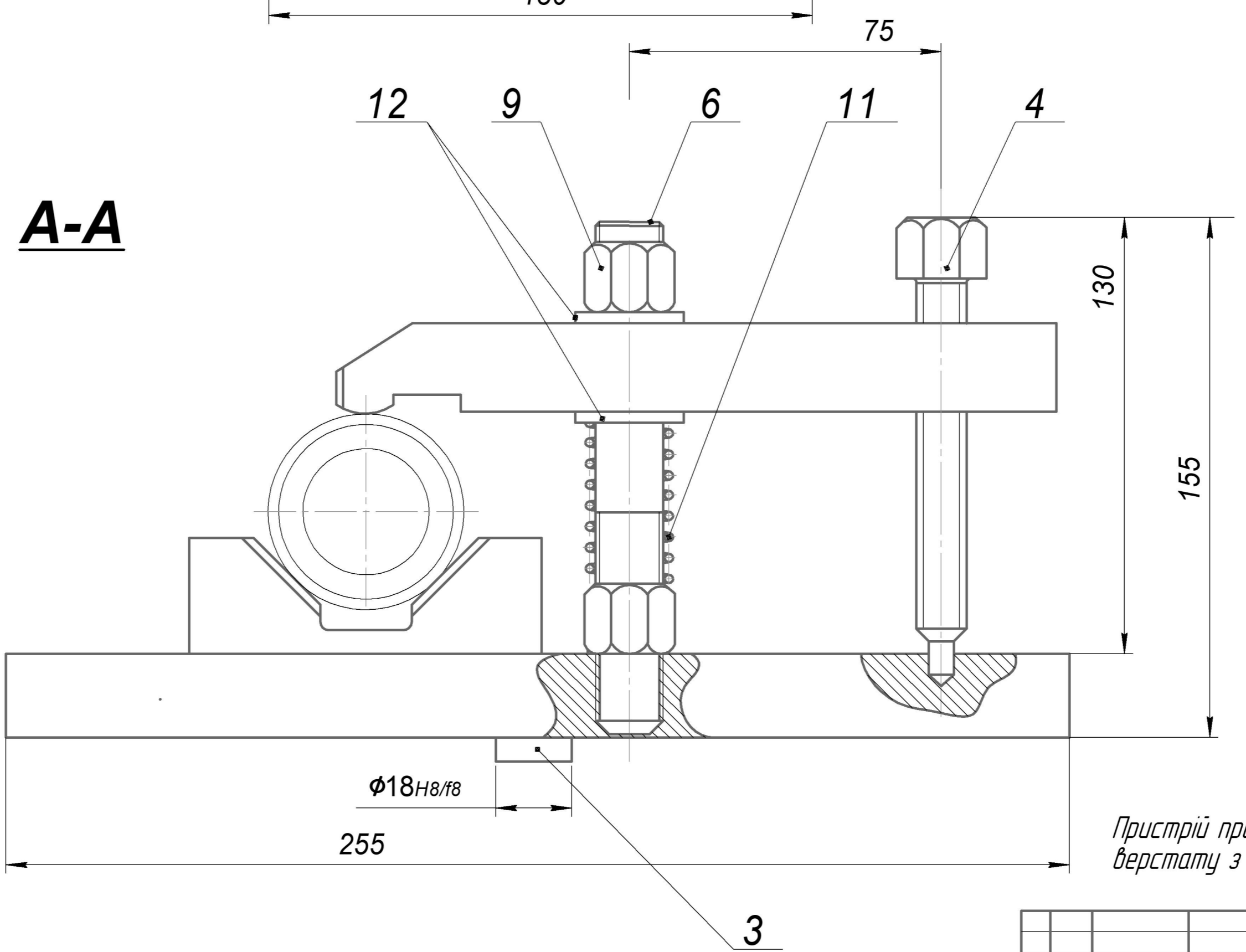
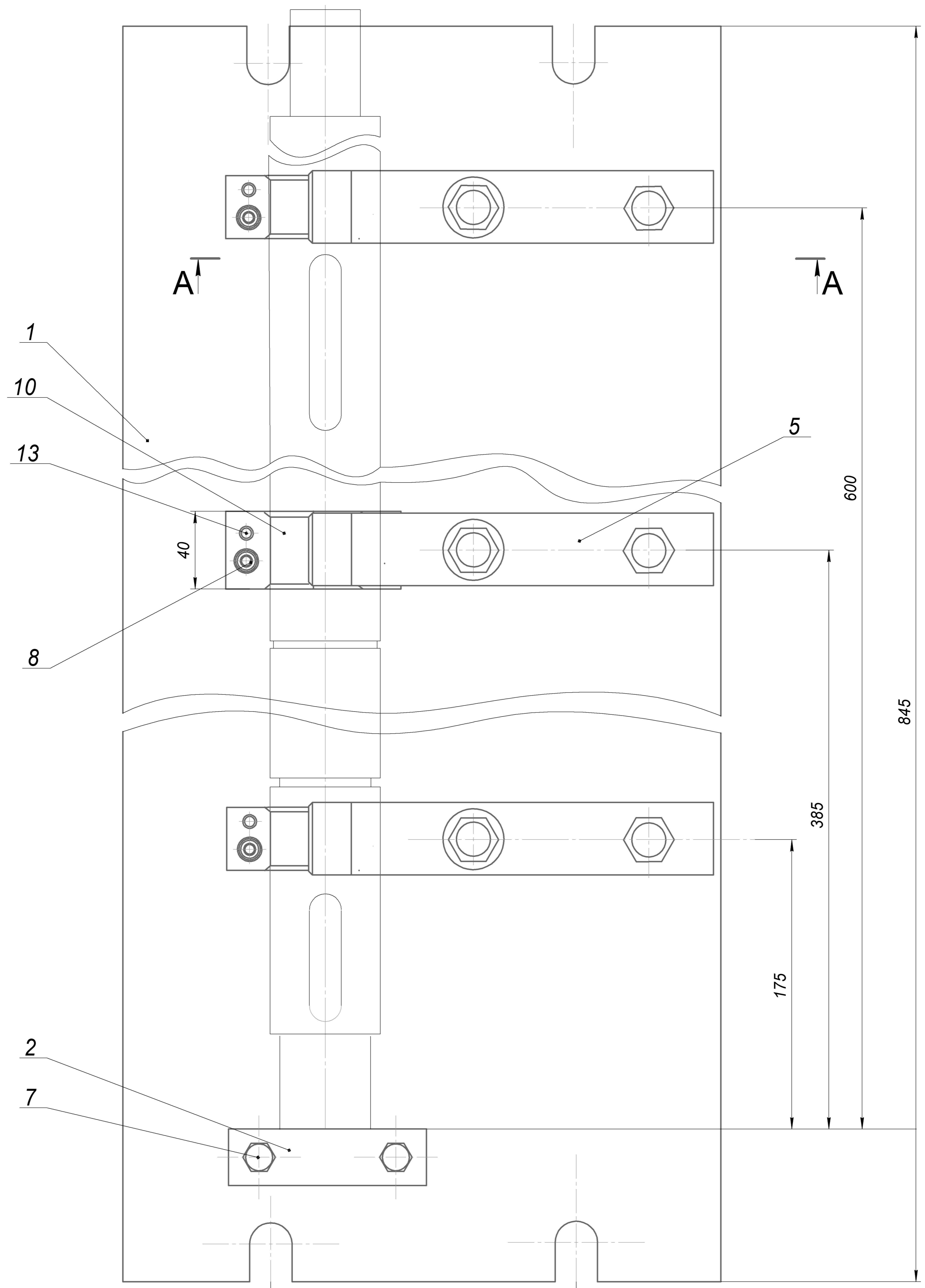


1. Термообробка за ДСТУ 7806:2015 НВ 223...262
2. Невказані попередні відхилення від розмірів Н14, h14, IT15/2.
3. Кутове розташування шпонкових пазів доільне.
4. * Розмір задається інструментом

| | | | | | | |
|--------|-------|----------|--|--------------------------------|--|--|
| | | | | БР.ПМ-65.01.000 | | |
| | | | | Вал | | |
| | | | | 0735.401317.203 | | |
| Лит. | Масса | Масштаб | | | | |
| | 12,65 | 1:2 | | | | |
| Лист 1 | | Листов 1 | | | | |
| | | | | Сталь 40X ДСТУ EN 10083-1:2018 | | |
| | | | | ІФНТУНГ | | |
| | | | | ПМІ-21-1 | | |
| | | | | Формат А3 | | |

| | | | | |
|-----------|-------------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| Разраб. | Портечин Н. | | | |
| Пров. | Боруцк Л.О. | | | |
| Т. контр. | Боруцк Л.О. | | | |
| Н. контр. | Боруцк Л.О. | | | |
| Утв. | Панчук В.Г. | | | |

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



Пристрій призначений для вертикально-фрезерного верстату з ЧПК Okita GENOS M560-V-e

| | | | | | |
|---------------|-------------|--------------|--------------|--------|--------------|
| Перев. викор. | Довіряючі № | Ліст. і дата | Взам. інв. № | Інв. № | Ліст. і дата |
| | | | | | |

| | | | | | | |
|---------------------|---------------|--------|--------|-----------|-------|---------|
| БР.ПМ-065.02.000.СК | | | | Лист | Маса | Масштаб |
| Фрезерний пристрій | | | | | | 1:1 |
| Зм. | Арх. | № док. | Підпис | Дата | Архив | Архив |
| Розробив | Портучин Н.В. | | | | | |
| Перевірив | Борщак Л.О. | | | | | |
| Т.контр. | Борщак Л.О. | | | | | |
| Н.контр. | Борщак Л.О. | | | | | |
| Затвердив | Панчук В.Г. | | | | | |
| Копія | | | | Формат А1 | | |

4

3

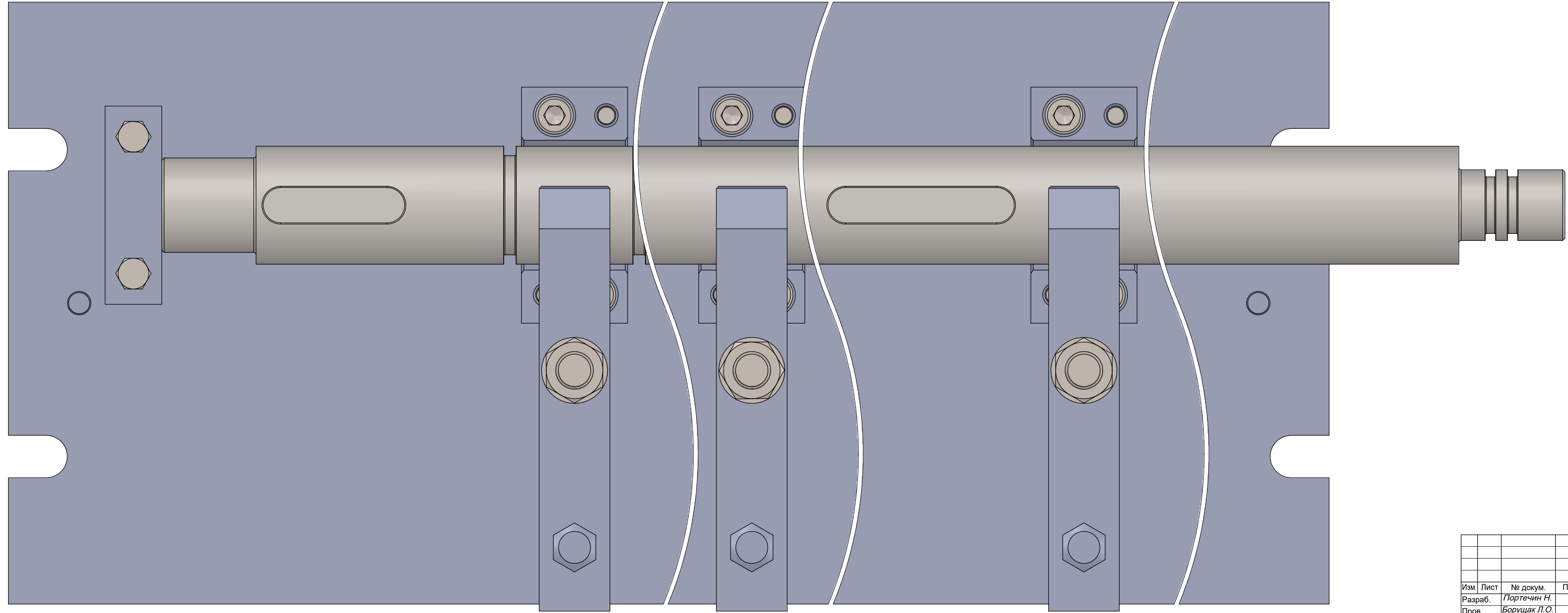
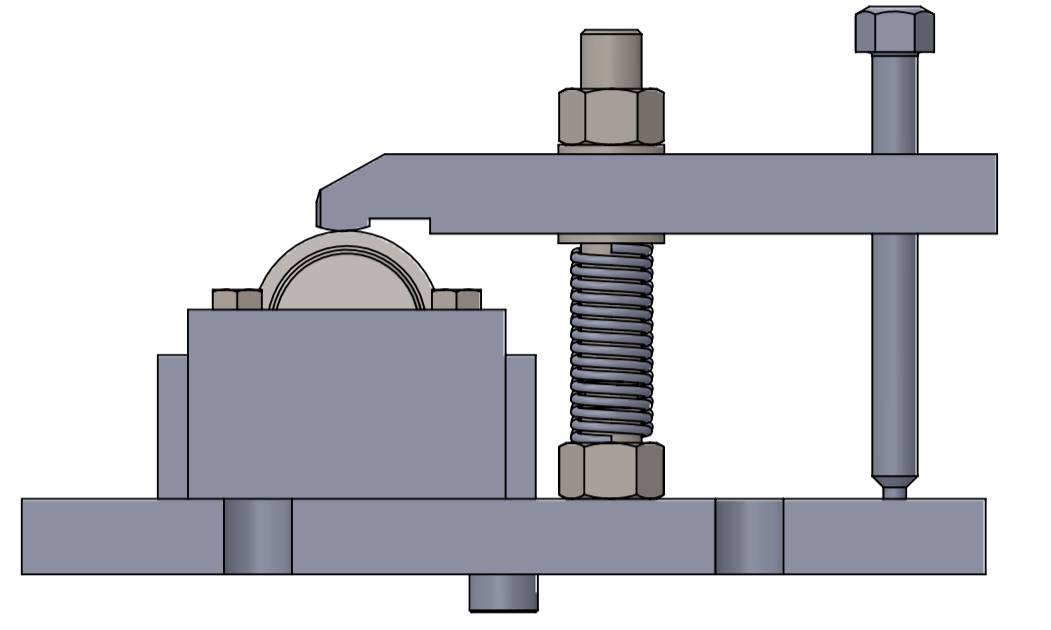
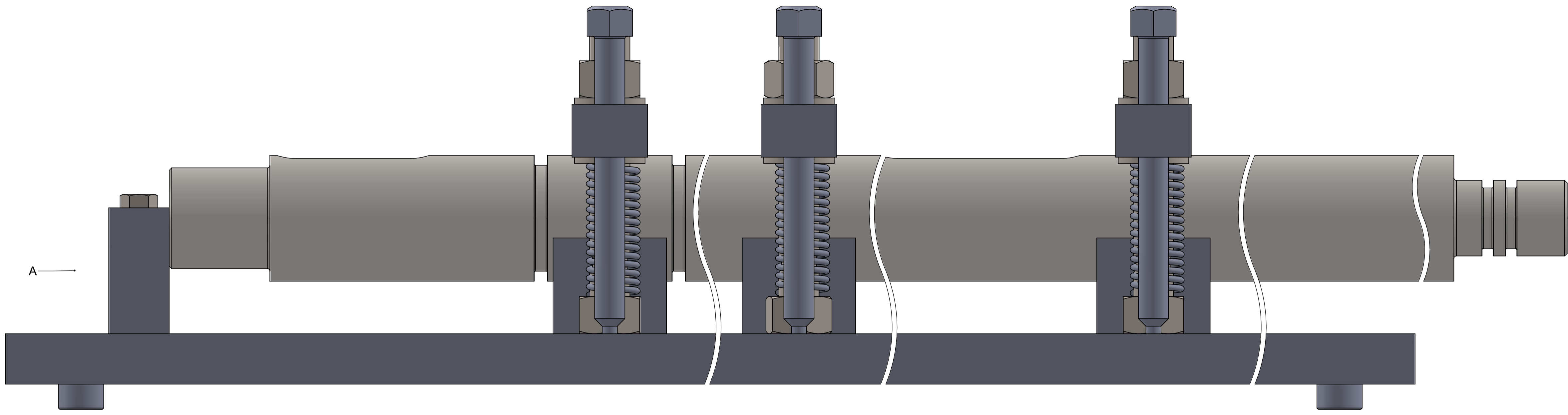
2

1

B

A

A (1 : 2)



| | | | | | | | |
|-----------|------|-------------|-------|------------------------|----------------|----------|---------|
| | | | | БР.ПМ-65.03.000 | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Лит. | Масса | Масштаб |
| Разраб. | | Портечин Н. | | | | | 1:1 |
| Пров. | | Боруцк Л.О. | | | | | |
| Т. контр. | | Боруцк Л.О. | | | Лист 1 | Листов 1 | |
| Рецензент | | | | | ІФНТУНГ | | |
| Н. контр. | | Боруцк Л.О. | | | ПМ-21-1 | | |
| Утв. | | Панчук В.Г. | | | | | |

Перв. примен.

Справа №

Подп. и дата

Изм. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

4

3

2

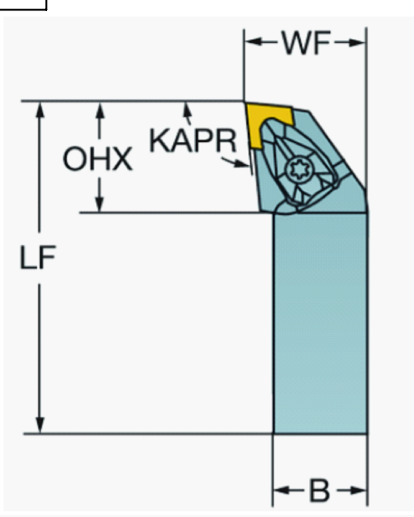
1

B

A

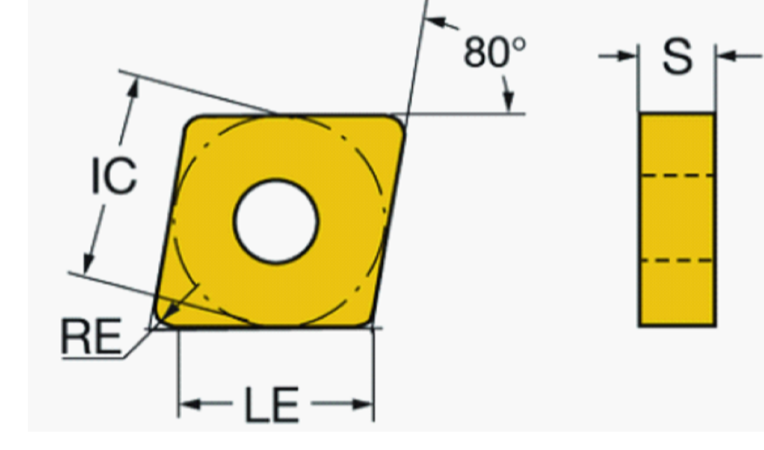
1 Копировал

Формат А1



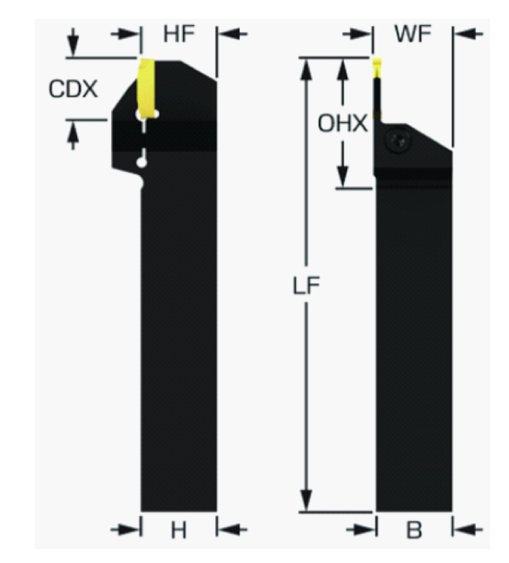
| Дані про продукт | | Метрика | Дойм |
|---|---|---------|------|
| Кут ріжучої кромки інструменту (KAPR_1) | 95° | | |
| кут випередження (PSRF) | -5° | | |
| код типу затискання (MTP) | затискання зверху вставки та вставте II в отвір | | |
| про тип вставки (CUTINT_MASTER) | CNMG 190612 | | |
| про 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) | 43,7 мм | | |
| Рука (PUNCH) | Праворуч | | |
| про тип виведення 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 (FWS) | 32 мм | | |
| функціональну висоту (HF) | 25 мм | | |
| про ортогональний передній кут (BAMC) | -6° | | |
| кут нахилу (LAMS) | -6° | | |
| про крутний момент (TQ) | 6,4 Нм | | |
| Матеріал корпусу (BMC) | Сталь | | |

Державка різця «DCLNR 2525M 19»



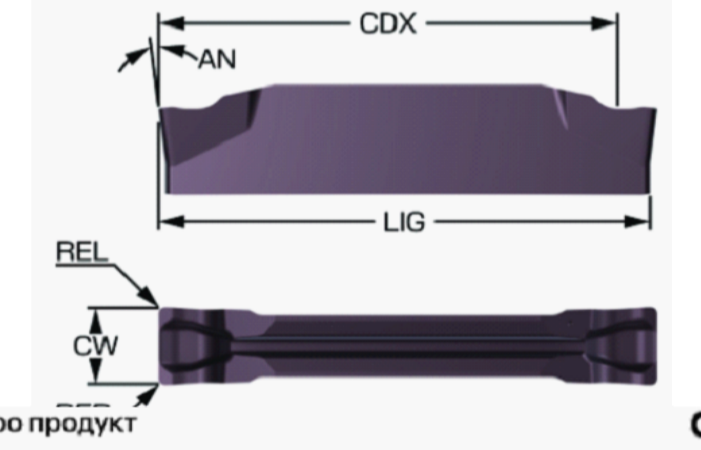
| Дані про продукт | | Метрика | Дойм |
|---|----------------------------------|---------|------|
| матеріал(и) заготовки (TMC1ISO) | | Т | К |
| про стружколом (CBMD) | Зв'язки з громадськістю | | |
| Тип операції (CTPT) | чорнова обробка | | |
| код способу кріплення (IFS) | Циліндричний отвір для кріплення | | |
| кріпильного отвору (D1) | 7,925 мм | | |
| Розмір і форма вставки (CUTINT_SIZESHAPE) | CN1906 | | |
| про кількість передових лез (CEDC) | 4 | | |
| про діаметр вписаного кола (IC) | 19,05 мм | | |
| Вставити код форми (SC) | Ромбичний 80 | | |
| про ефективну довжину ріжучої кромки (LE) | 18,5439 мм | | |
| Радіус кута (RE) | 0,7938 мм | | |
| Рука (PUNCH) | Нейтральний | | |
| Оцінка (ОЦІНКА) | 4425 | | |
| про субстрат (SUBSTRATE) | Головний уповноважений | | |
| про покриття (COATING) | ХОП TiCN+Al2O3+TiN | | |
| про товщину вставки (S) | 6,35 мм | | |
| про кут зазору (AN) | 0° | | |
| про вагу товару (WT) | 0,0261 кг | | |

Ріжуча пластинка «CNMG 19 06 08-PR 4425»



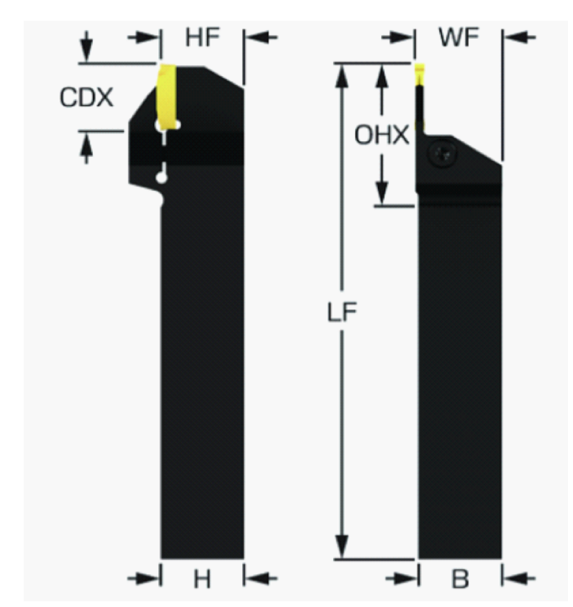
| Дані про продукт | | Метрика | Дойм |
|---|--|---------|------|
| Максимальна глибина різання (CDX) | 13 мм | | |
| код типу затискання (MTP) | затискання зверху вставки | | |
| про тип вставки (CUTINT_MASTER) | СогоCut 2 - розмір H (C21-H2-0400-) | | |
| Вставити про місце (SSC_M) | H | | |
| про підключення на стороні машини (ADINTMS) | Прямокутний хвостовик - метричний: 25 x 25 | | |
| Кут корпусу заготовки збоку (BAWS) | 0° | | |
| про мінімальний виступ (OHN) | 35,708 мм | | |
| Максимальний виступ (OHX) | 60,708 мм | | |
| Рука (PUNCH) | Праворуч | | |
| про тип введення охолоджуючої рідини (CNSC) | без подачі охолоджувальної рідини | | |
| про тип виведення охолоджувальної рідини (CXSC) | немає виходу охолоджувальної рідини | | |
| ширину хвостовика (B) | 25 мм | | |
| висоту хвостовика (H) | 25 мм | | |
| функціональну довжину (LF) | 150 мм | | |
| функціональну ширину (FWS) | 26 мм | | |
| функціональну висоту (HF) | 25 мм | | |
| про крутний момент (TQ) | 4,5 Нм | | |
| про загальну довжину (OAL) | 150 мм | | |
| загальну висоту (OAH) | 34 мм | | |
| про вагу товару (WT) | 0,072 кг | | |

Державка різця «C2R-RS25-RH13DB»



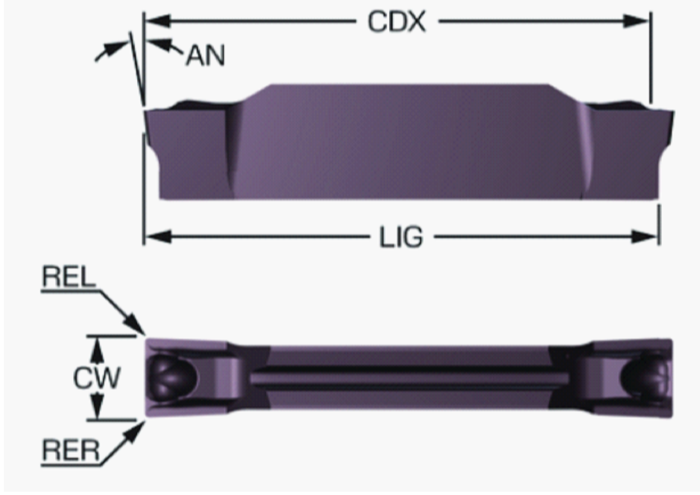
| Дані про продукт | | Метрика | Дойм |
|---|---|---------|------|
| матеріал(и) заготовки (TMC1ISO) | | Т | М |
| про стружколом (CBMD) | CP | | |
| Тип операції (CTPT) | чорнова обробка | | |
| код способу кріплення (IFS) | Увігнутий призматичний перетин з рейкою | | |
| Розмір і форма вставки (CUTINT_SIZESHAPE) | СогоCut 1-2 розмір H2 | | |
| про кількість передових лез (CEDC) | 2 | | |
| Вставити про місце (SSC_M) | H | | |
| Ширина різання (CW) | 4 мм | | |
| про нижній допуск ширини різання (CWTOLL) | -0,05 мм | | |
| про верхнє допускове значення ширини різання (CWTOLU) | 0,05 мм | | |
| про радіус кута ліворуч (REL) | 0,3 мм | | |
| про радіус кута праворуч (RER) | 0,3 мм | | |
| про нижній допуск радіуса кута (RETOLL) | -0,1 мм | | |
| про верхній допуск радіуса кута (RETOLU) | 0,1 мм | | |
| Максимальна глибина різання (CDX) | 23,82 мм | | |
| про кут нахилу корпусу машини (BAMS) | 0° | | |
| Рука (PUNCH) | Нейтральний | | |
| Оцінка (ОЦІНКА) | 1225 | | |
| про покриття (COATING) | PVD TiAlN+TiAlSiN+TiSiN | | |
| про товщину вставки (S) | 4,35 мм | | |
| про кут зазору (AN) | 7° | | |
| про довжину вставки (LIG) | 24,8 мм | | |
| про вагу товару (WT) | 0,0058 кг | | |

Ріжуча пластинка «C21-H2N-0400-0003-CR1225»



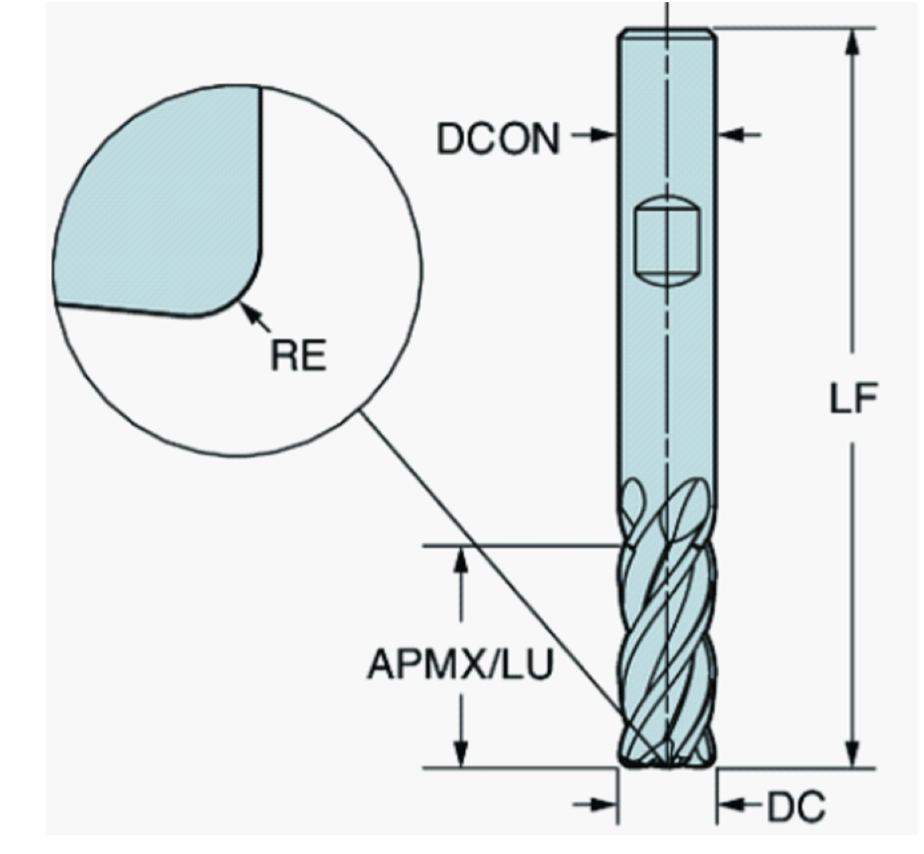
| Дані про продукт | | Метрика | Дойм |
|---|--|---------|------|
| Максимальна глибина різання (CDX) | 32 мм | | |
| код типу затискання (MTP) | затискання зверху вставки | | |
| про тип вставки (CUTINT_MASTER) | СогоCut 2 - розмір J (C21-J2-0500-) | | |
| Вставити про місце (SSC_M) | Дж. | | |
| Підключення - з боку машини (ADINTMS) | Прямокутний хвостовик - метричний: 25 x 25 | | |
| Кут корпусу заготовки збоку (BAWS) | 0° | | |
| про мінімальний виступ (OHN) | 54,708 мм | | |
| Максимальний виступ (OHX) | 79,708 мм | | |
| Рука (PUNCH) | Праворуч | | |
| про тип введення охолоджуючої рідини (CNSC) | без подачі охолоджувальної рідини | | |
| про тип виведення охолоджувальної рідини (CXSC) | немає виходу охолоджувальної рідини | | |
| ширину хвостовика (B) | 25 мм | | |
| висоту хвостовика (H) | 25 мм | | |
| функціональну довжину (LF) | 150 мм | | |
| функціональну ширину (FWS) | 26 мм | | |
| функціональну висоту (HF) | 25 мм | | |
| про крутний момент (TQ) | 5,5 Нм | | |
| про загальну довжину (OAL) | 150 мм | | |
| загальну висоту (OAH) | 43 мм | | |
| про вагу товару (WT) | 0,025 кг | | |

Державка різця «C2R-RS25-RJ32DB»



| Дані про продукт | | Метрика | Дойм |
|---|---|---------|------|
| матеріал(и) заготовки (TMC1ISO) | | Т | М |
| про стружколом (CBMD) | Безглузда | | |
| Тип операції (CTPT) | сاذоблення | | |
| код способу кріплення (IFS) | Увігнутий призматичний перетин з рейкою | | |
| Розмір і форма вставки (CUTINT_SIZESHAPE) | СогоCut 1-2 - розмір J2 | | |
| про кількість передових лез (CEDC) | 2 | | |
| Вставити про місце (SSC_M) | Дж. | | |
| Ширина різання (CW) | 5,15 мм | | |
| про нижній допуск ширини різання (CWTOLL) | 0,09 мм | | |
| про верхнє допускове значення ширини різання (CWTOLU) | 0,13 мм | | |
| про радіус кута ліворуч (REL) | 0,2 мм | | |
| про радіус кута праворуч (RER) | 0,2 мм | | |
| про нижній допуск радіуса кута (RETOLL) | -0,02 мм | | |
| про верхній допуск радіуса кута (RETOLU) | 0,02 мм | | |
| Максимальна глибина різання (CDX) | 24,52 мм | | |
| про кут нахилу корпусу машини (BAMS) | 0° | | |
| Максимальна глибина різання (APMX) | 3,25 мм | | |
| Рука (PUNCH) | Нейтральний | | |
| Оцінка (ОЦІНКА) | 1225 | | |
| про покриття (COATING) | PVD TiAlN+TiAlSiN+TiSiN | | |
| про товщину вставки (S) | 4,35 мм | | |
| про кут зазору (AN) | 7° | | |
| про довжину вставки (LIG) | 25,12 мм | | |
| про вагу товару (WT) | 0,008 кг | | |

Ріжуча пластинка «C21-J2N-0515-0002-GF1225»



| Дані про продукт | | Метрика | Дойм |
|--|--|---------|------|
| матеріал(и) заготовки (TMC1ISO) | | Т | К |
| Діаметр різання (округ Колумбія) | 16 мм | | |
| Кут ріжучої кромки інструменту (KAPR) | 90° | | |
| тро клас допуску діаметра різання (TCDC) | h10 | | |
| тро діаметр різання для контакту з поверхнею (DCF) | 15 мм | | |
| Радіус кута (RE) | 0,5 мм | | |
| Максимальна глибина різання (APMX) | 34 мм | | |
| тро максимальну глибину різання (APMX_FFW) | 34 мм | | |
| можливості центрального різання (CCC) | Інформація про Так | | |
| тро максимальну глибину різання (APMX_FFW) | 34 мм | | |
| корисна довжина (LU) | 34 мм | | |
| тро ефективну кількість периферійних ріжучих кромок (ZEFP) | 4 | | |
| тро підключення на стороні машини (ADINTMS) | Велдон (DIN6535-HB) - метрична система: 16 | | |
| максимальний кут нахилу (RMPX_FFW) | 20° | | |
| тро допуск діаметра з'єднання (TCDCON) | h6 | | |
| Оцінка (ОЦІНКА) | P25M | | |
| тро субстрат (SUBSTRATE) | Головний уповноважений | | |
| тро покриття (COATING) | PVD TiAlC+SiN | | |
| стандартну групу хвостовиків (BSG) | КОРОНАЦІЯ | | |
| тро тип введення охолоджуючої рідини (CNSC) | без подачі охолоджувальної рідини | | |
| тро діаметр з'єднання з боку машини (DCONMS) | 16 мм | | |
| функціональну довжину (LF) | 97 мм | | |
| тро кут нахилу спіралі канавки (FHA) | 42° | | |

Кінцева фреза «C21-J2N-0515-0002-GF1225»

| | | | | | | |
|-----------|--------------|----------|-------|------------------------|---------------------------|----------|
| | | | | БР.ПМ-65.04.000 | | |
| Ізм. | Лист | № докум. | Полп. | Дата | Вибір Інструментів | |
| Разраб. | Портєчин Н. | | | | | |
| Пров. | Боруцак Л.О. | | | | Лит. | Масса |
| Т. контр. | Боруцак Л.О. | | | | | Масштаб |
| Рецензент | | | | | Лист 1 | Листов 1 |
| Н. контр. | Боруцак Л.О. | | | | ІФНТУНГ ПМІ-21-1 | |
| Утв. | Панчук В.Г. | | | | | |

Імітація обробки на операцію 030

Код програми на операцію 030

```

%
O0001
G00 G18 G40 G80 G97 G99

N1 ('5@=>2001 )
G54
T0101 (DCLNR 2525M 19)
G97 S1000 M03
G99 G18 G00 Z3.
M08
G50 S3000
G96 S596
X57.
G01 X51. Z0 F.264
Z-39.148
G03 X52.6 Z-40.794 R2.094
G01 Z-444.005
X55.
G00 X61.
Z0
X47.582
G01 Z-38.7
X48.412
G03 X51. Z-39.148 R2.094
G00 X57.
Z0
X44.165
G01 Z-38.7
X48.482
G00 X53.582
Z0
X42.672
G01 X40.747
X41.373 Z-.313
G03 X42.6 Z-1.794 R2.094
G01 Z-38.7
X44.165
G00 X59.412
Z.329
X37.261
G01 X39.959 Z-1.02
G03 X40.6 Z-1.794 R1.094
G01 Z-39.7
X48.412
G03 X50.6 Z-40.794 R1.094
G01 Z-445.005
X53.412
G00 X59.412
G96 S548
Z3.268
X43.535
G01 X37.535 Z.268 F.409
Z-.232
X39.535 Z-1.232
G03 X40. Z-1.794 R.794
G01 Z-39.794
G02 X40.412 Z-40. R.206
G01 X48.412
G03 X50. Z-40.794 R.794
G01 Z-446.
X53.412
X54.12 Z-445.646
G00 X60.12
X508. Z127. M09
M01

N2 ('5@=>200 :0=02:01 )
G54
T0303 (C2R-RS25-RH13DB)
G97 S1000 M03
G99 G18 G00 Z-147.175
M08
G50 S3000
G96 S269
X62.
G01 X56. Z-150.175 F.063
X44.
G00 X50.
G01 X42.05
X56.
G00 X67.15
Z-201.975
X62.
G01 X56. Z-204.975 F.063
X42.05
X56.
G96 S316
G00 Z-147.2
G01 X50. Z-150.2 F.091
X42.
X50.
Z-150.15
X42.
Z-150.2
X50.
G00 X56.
Z-202.
G01 X50. Z-205. F.091
X42.
X50.
Z-204.95
X42.
Z-205.
X50.
G00 X508. Z127. M09
M01

M05
/ M99
M30
%
    
```

Імітація обробки на операцію 040

Код програми на операцію 040

```

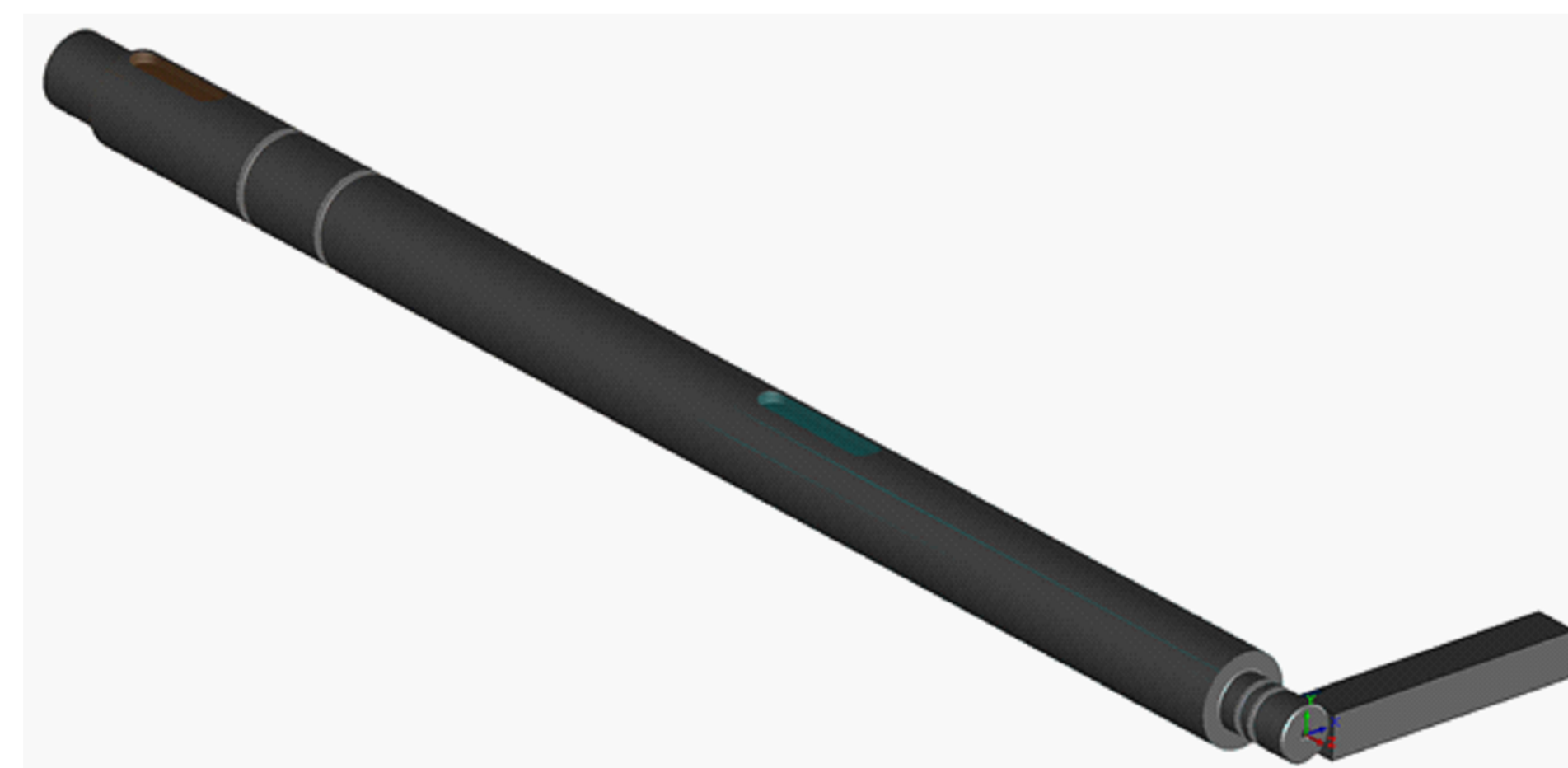
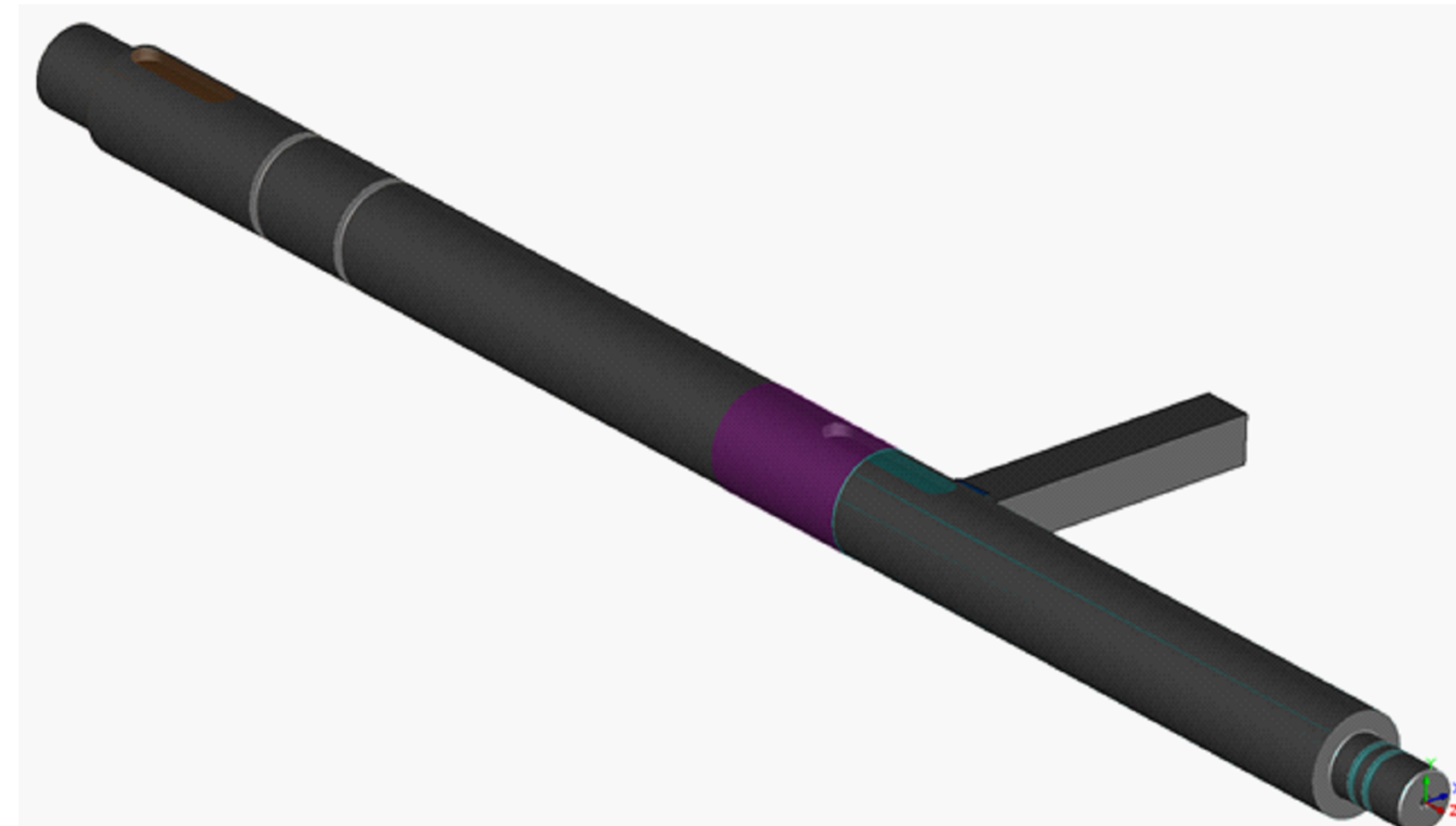
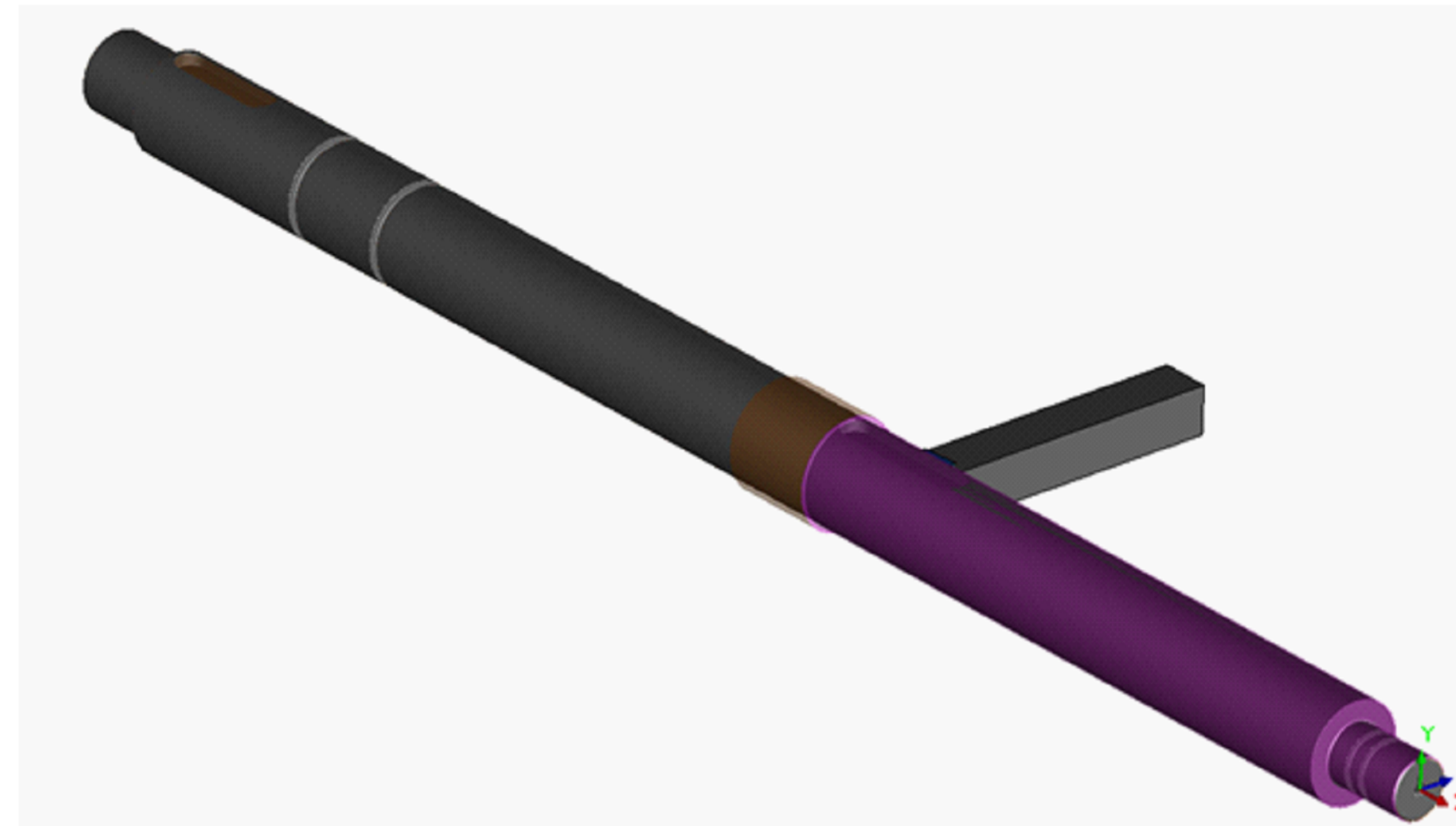
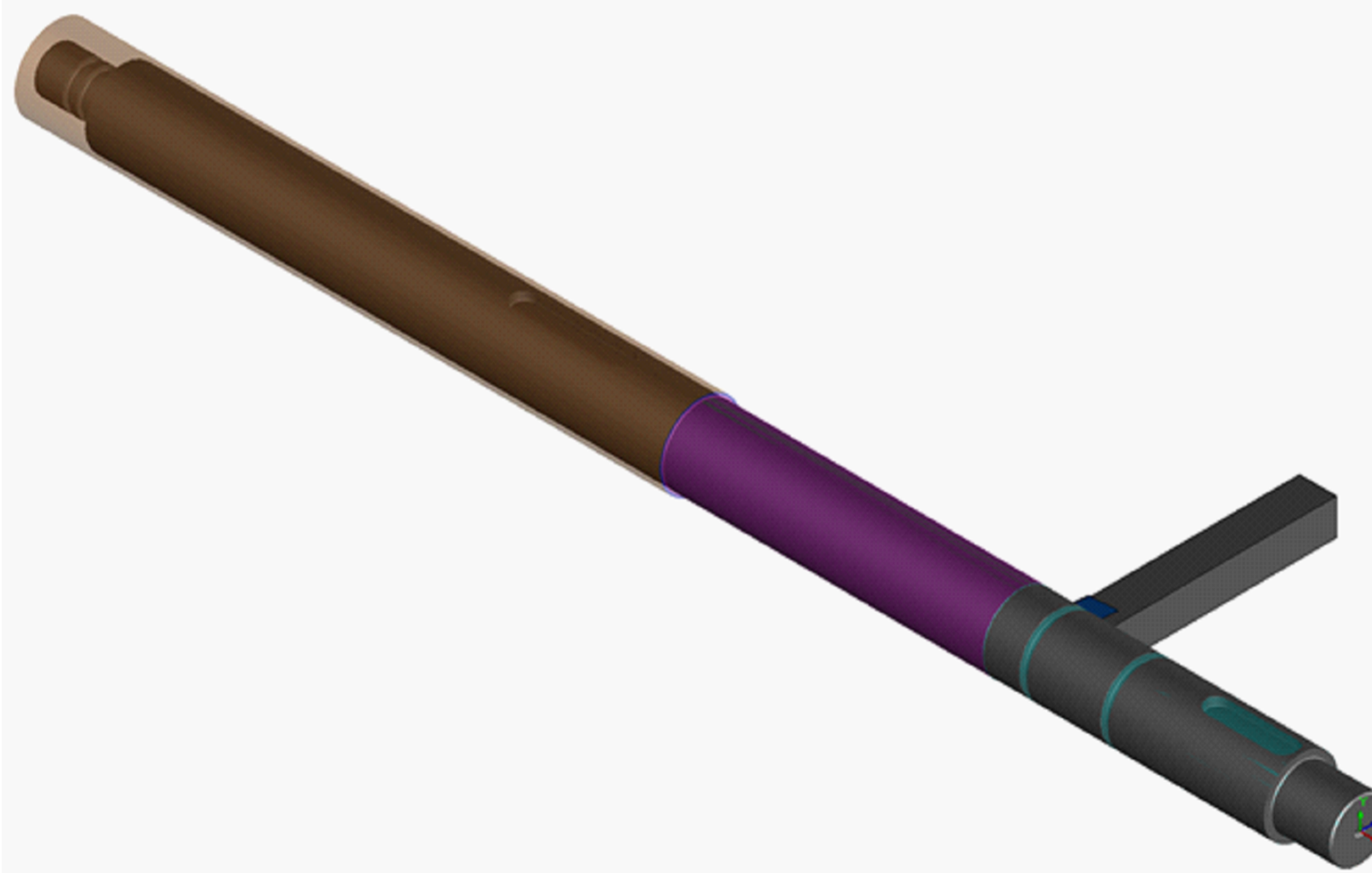
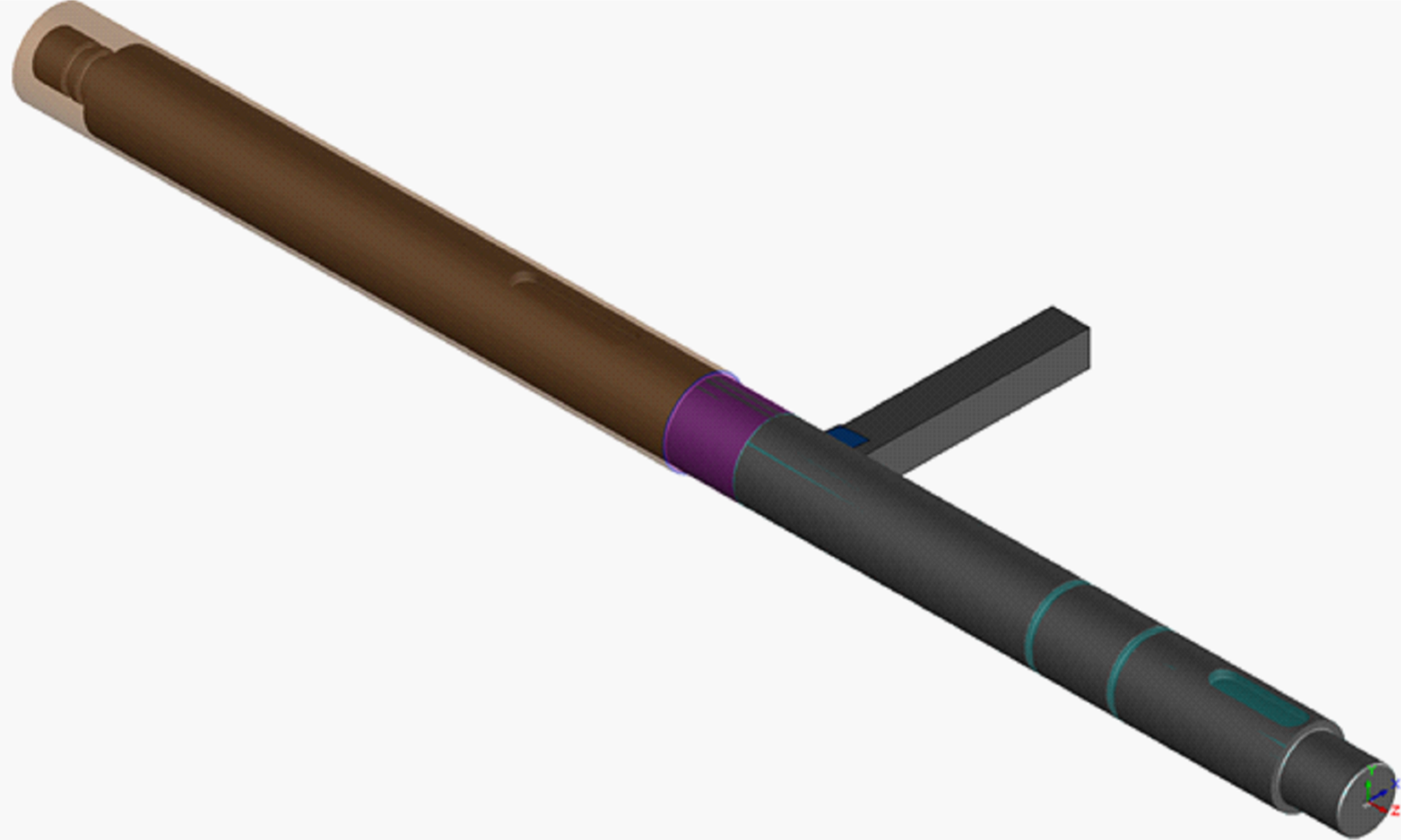
%
O0001
G00 G18 G40 G80 G97 G99

N1 ('5@=>2001 )
G54
T0101 (DCLNR 2525M 19)
G97 S1000 M03
G99 G18 G00 Z3.829
M08
G50 S3000
G96 S596
X33.827
G01 X27.827 Z.829 F.264
Z.329
X30.242 Z- 879
G03 X31. Z-1.794 R1.294
G01 Z-44.5
X48.412
G03 X51. Z-45.794 R1.294
G01 Z-434.916
X51.707 Z-435.269
G00 X59.412
G96 S548
Z3.268
X33.535
G01 X27.535 Z.268 F.409
Z-.232
X29.535 Z-1.232
G03 X30. Z-1.794 R.794
G01 Z-44.794
G02 X30.412 Z-45. R.206
G01 X48.412
G03 X50. Z-45.794 R.794
G01 Z-435.588
X50.707 Z-435.941
G00 X56.707
X508. Z127. M09
M01

N2 ('5@=>200 :0=02:02 )
G54
T0202 (C2R-RS25-RH13DB)
G97 S1000 M03
G99 G18 G00 Z-21.01
M08

G50 S3000
G96 S269
X42.
G01 X36. Z-24.01 F.063
X24.02
G00 X36.
Z-24.137
G01 X24.02
G00 X36.
Z-24.263
G01 X24.02
G00 X36.
Z-24.39
G01 X24.02
G00 X36.
Z-24.542
G01 X29.605
G00 X36.
Z-24.693
G01 X29.855
X36.
G00 X46.
Z-30.41
X42.
G01 X36. Z-33.41 F.063
X24.02
G00 X36.
Z-33.537
G01 X24.02
G00 X36.
Z-33.663
G01 X24.02
G00 X36.
Z-33.79
G01 X24.02
X36.
G96 S548
G00 Z-21.354
X36.707
G01 X30.707 Z-24.354 F.409
X30. Z-24.
X29.
X24.
Z-24.4
X28.8
G03 X30. Z-25. R.6
G01 X30.707 Z-25.354
G00 X36.707
G96 S316
Z-30.8
X36.
G01 X30. Z-33.8 F.091
X24.
Z-33.6
X30.
Z-33.4
X24.
Z-33.6
G00 X35.
X508. Z127. M09
M01

M05
/ M99
M30
%
    
```



| | | | | | | | | |
|-----------|------|--------------|-------|------------------------|---|----------------------------|----------|---------|
| | | | | БР.ПМ-65.05.000 | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Імітація обробки та код програми на операцію 030 та 040 | Лит. | Масса | Масштаб |
| Разраб. | | Портенчин Н. | | | | | | 1:1 |
| Пров. | | Борушак Л.О. | | | | Лист 1 | Листов 1 | |
| Т. контр. | | Борушак Л.О. | | | | ІФНТУНГ ПМІ-21-1 | | |
| Рецензент | | | | | | | | |
| Н. контр. | | | | | | | | |
| Утв. | | Панчук В.Г. | | | | | | |

Перв. примен.

Справа. №

Подп. и дата

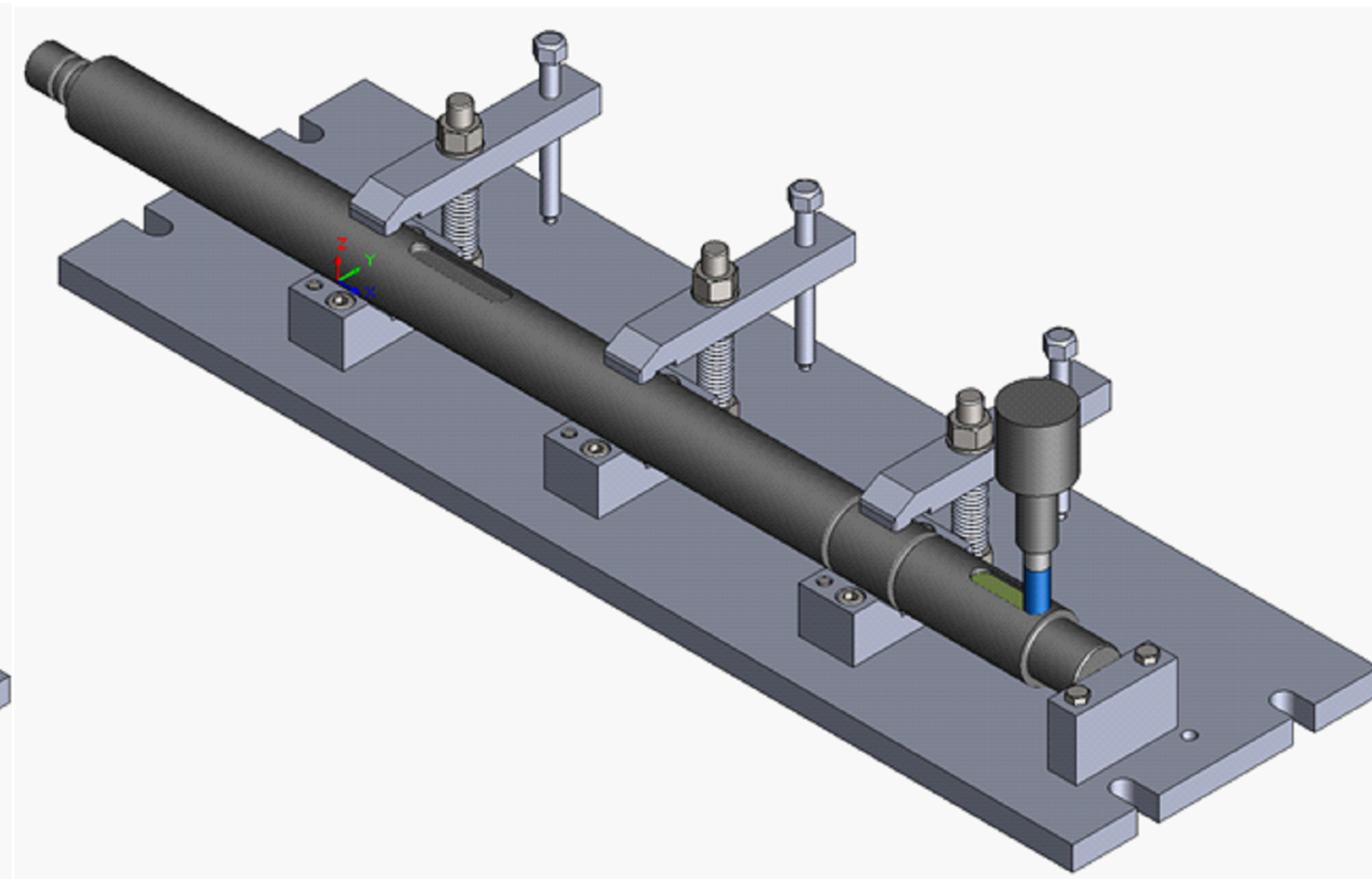
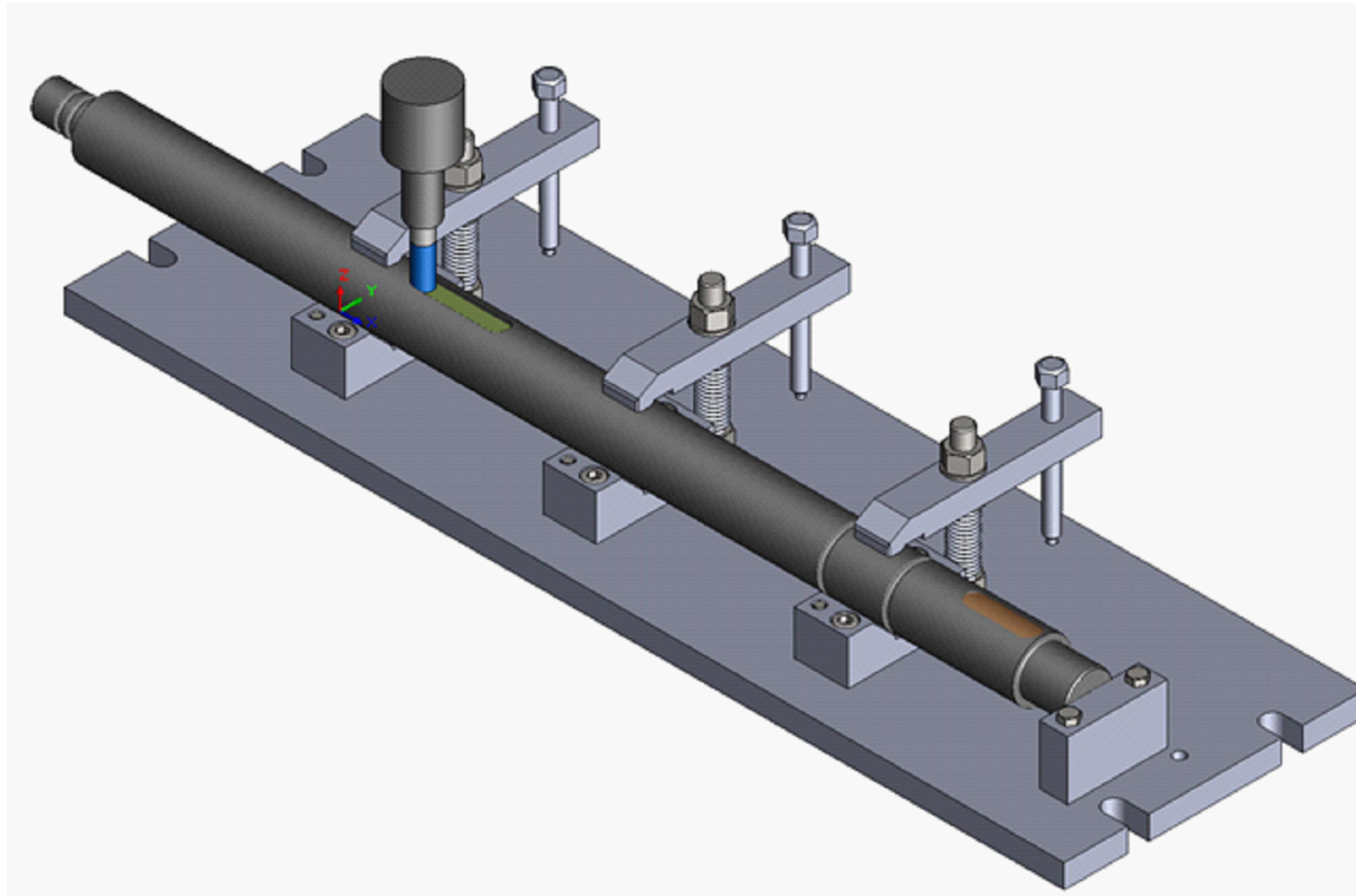
Изм. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

Імітація обробки операцію 050



Код програми на операцію 050

```

%
O00001
N5 G21 G17 G40 G80 G90
N10 T08 M06 (2S342-1600-050-PB P2BM)
N15 G54 G90 G94
N20 S4378 M03
N25 G52 X-17.915 Y203.958 Z68.534
N30 M98 P0002
N35 G52 X0 Y0
N40 G52 X-17.915 Y203.958 Z68.534
N45 M98 P0003
N50 G52 X0 Y0
N55 G00 G90 G53 G49 H0 Z0 M05
N60 G54 X0 Y0
N65 M30
    
```

```

%
O0002
N5 G00 G90 X0 Y-59. S4378 M03
N10 G43 H08 Z25. M08
N15 Z2.5
N20 G01 Z-2. F244.646
N25 Y-123. F978.585
N30 G00 Z2.5
N35 G90 G54 X0 Y-59.
N40 Z.5
N45 G01 Z-4. F244.646
N50 Y-123. F978.585
N55 G00 Z2.5
N60 G90 G54 X0 Y-59.
N65 Z-1.5
N70 G01 Z-6. F244.646
N75 Y-123. F978.585
N80 G00 Z2.5
N85 G01 Z25. F500. M09
N90 M99
    
```

```

O0003
N5 G00 G90 Y344.5 M03
N10 G43 H08 Z25. M08
N15 Z2.5
N20 G01 Z-2. F244.646
N25 Y389.5 F978.585
N30 G00 Z2.5
N35 G90 G54 X0 Y344.5
N40 Z.5
N45 G01 Z-4. F244.646
N50 Y389.5 F978.585
N55 G00 Z2.5
N60 G90 G54 X0 Y344.5
N65 Z-1.5
N70 G01 Z-6. F244.646
N75 Y389.5 F978.585
N80 G00 Z2.5
N85 G01 Z25. F500. M09
N90 M99
    
```

| | | | | БР.ПМ-65.06.000 | | | |
|-----------|------|--------------|-------|-----------------|---------------------|----------|---------|
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Лит. | Масса | Масштаб |
| Разраб. | | Гортечин Н. | | | | | 1:1 |
| Пров. | | Борушак Л.О. | | | | | |
| Т. контр. | | Борушак Л.О. | | | | | |
| Рецензент | | | | | | | |
| Н. контр. | | Борушак Л.О. | | | | | |
| Утв. | | Панчук В.Г. | | | | | |
| | | | | | Лист 1 | Листов 1 | |
| | | | | | ІФНТУНГ ПМІ-21-1 | | |