

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Кафедра Механіко-машинобудівний факультет  
Технологій машинобудування та матеріалознавства  
(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
кваліфікаційної роботи ступеню магістра

студента Клеопи Сергія Віталійовича  
(ПІБ)

академічної групи 131М-17-1  
(шифр)

спеціальності 131 Прикладна механіка  
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою Комп'ютерні технології машинобудівного виробництва  
(офіційна назва)

на тему Прогресивна технологія виготовлення деталі «Ланка на основі CAD/CAM-систем. Аналіз переваг при застосуванні 3D-друку при отриманні заготовки.  
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	проф. Пацера С.Т.			
розділів				
Аналітичний	проф. Пацера С.Т.			
Технологічний	проф. Пацера С.Т.			
Конструкторський	проф. Пацера С.Т.			
Спеціальний	проф. Пацера С.Т.			

Рецензент			
Нормоконтроль			

Дніпро  
2018

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
завідувач кафедри  
**Технологій машинобудування та матеріалознавства**  
(повна назва)

\_\_\_\_\_ **В.В. Проців** \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеню магістр**  
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

студенту \_\_\_\_\_ **Клеопі С. В.** \_\_\_\_\_ академічної групи \_\_\_\_\_ **131м-17-1** \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності \_\_\_\_\_ **131 Прикладна механіка** \_\_\_\_\_

за освітньо-професійною програмою \_\_\_\_\_  
**Комп'ютерні технології машинобудівного виробництва**  
(офіційна назва)

на тему **Прогресивна технологія виготовлення деталі «Ланка на основі CAD/CAM-систем. Аналіз переваг при застосуванні 3D-друку при отриманні заготовки.**

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від **27.11.18 № 2018-Л**

Розділ	Зміст	Термін виконання
Аналітичний	Аналіз технологічності конструкції деталі	15.10.18-30.10.18
Технологічний	Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі з розрахунками техніко-економічних показників.	28.10.18-15.11.18
Конструкторський	Вибір верстатного пристосування та вимірювального пристрою	01.12.18-14.12.18
Спеціальний	Аналіз переваг при застосуванні 3D друку при отриманні заготовки.	16.11.18-30.11.18

Завдання видано \_\_\_\_\_  
(підпис керівника)

\_\_\_\_\_ **Пацера С.Т.** \_\_\_\_\_  
(прізвище, ініціали)

Дата видачі \_\_\_\_\_ **15.10.2018** \_\_\_\_\_

Дата подання до екзаменаційної комісії \_\_\_\_\_ **14.12.2018** \_\_\_\_\_

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_  
(підпис студента)

\_\_\_\_\_ **Клеопа С. В.** \_\_\_\_\_  
(прізвище, ініціали)

## Реферат

Метою кваліфікаційної роботи є розробка технологічного процесу механічної обробки деталі "Ланка" в умовах серійного виробництва.

Об'єкт досліджень у кваліфікаційній роботі – Отримання заготовки з допомогою сучасних технологій 3D друку

Предмет досліджень – Аналіз переваг при застосуванні 3D друку при отриманні заготовки.

Початкові дані для проведення роботи – кресленик деталі «Ланка».

Наукова новизна кваліфікаційної роботи – Вибір і обґрунтування критеріїв варіанту проектної технології виготовлення деталі, з використанням сучасних технологій 3D друку, прогресивного різального інструменту та обладнання.

Практична цінність – Рекомендації щодо застосування альтернативних методів отримання заготовки для оптимізації технологічного процесу виготовлення деталі.

У кваліфікаційній роботі проведено аналіз технологічності деталі, обґрунтовано вимоги до точності розмірів, форми, взаємного розташування і шорсткості її поверхонь. Спроектована заготовка, розроблені детальні технологічні операції. Здійснено вибір металорізального верстату і універсальних пристроїв. Проведено аналіз сучасної технології 3D друку металом, що дозволить при їх застосуванні отримати заготовку та звести до мінімуму механічну обробку. Запропоновано використання 3D друку пластичними матеріалами точних моделей, для використання їх при литті по моделям що виплавляються. З використанням САD системи Autodesk Inventor була створена 3D модель з якої була роздрукована деталь з пластику в масштабі 1:1.

Кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки та графічної частини: креслеників деталі, заготовки, налагоджень на технологічні операції механічної обробки, що виконуються на металорізальних верстатах з ЧПК та 3D моделі деталі роздрукованої на принтері з ПЛА пластику, в масштабі 1:1.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	
1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....	
1.1 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	
2.1 Вибір і обґрунтування заготовок.....	
2.2 Методи обробки поверхонь.....	
2.3 Маршрути обробки деталі.....	
2.4 Обґрунтування вибраного обладнання.....	
2.5 Вибір ріжучого інструменту та обґрунтування режимів обробки.....	
2.6 Нормування витрат часу обробки.....	
2.7 Структурний та параметричний аналіз запропонованих альтернативних варіантів проектної технології.....	
3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	
3.1 Вибір пристосування.....	
3.2 Вибір спеціального вимірювального засобу.....	
4. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	
4.1 Основні відомості про 3D друк металом.....	
4.2 Технології 3D друку металом.....	
4.3 Вибір обладнання.....	
4.4 Вибір матеріалу.....	
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	
ДОДАТКИ	
А ТЕХНОЛОГІЧНА ДОКУМЕНТАЦІЯ	
Б КОПІЇ АРКУШІВ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ	
В ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	

					ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Розробка проектної технології виготовлення деталі «Ланка»	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Клеопа						
Провер.		Пацера						
Реценз.								
Н. Контр.		Проців						
Утверд.								
						НТУ «Дніпровська політехніка»		

## Вступ

У машинобудівному виробництві понад 50% парку метало-ріжучих верстатів працюють в умовах серійного і одиничного виробництва. При цьому, питома вага машинного (основного) часу становить не більше 20-40%.

При проектуванні технологічних процесів механічної обробки в сучасних умовах на перше місце виступають питання оптимізації багатьох, часто суперечливих факторів. Обсяг виробництва виробів повинен строго відповідати потребам ринку. Робота «на склад» руйнівна, тому структура технологічного процесу в цілому і кожної операції окремо, а також організація виробництва, повинні забезпечувати оптимальну продуктивність і високу гнучкість виробництва. Виходячи з цього, при проектуванні нових цехів необхідно забезпечити оптимальне співвідношення наявних універсальних верстатів, верстатів напівавтоматів і верстатів з ЧПУ, що оснащуються пере налагоджувальним оснащенням.

При використанні верстатів з ЧПУ терміни підготовки виробництва скорочуються на 50-75%, а загальна тривалість циклу виготовлення продукції на 50-60%. Разом з тим різко скорочується обсяг слюсарно-доводочних та інших робіт. Економія коштів на проектування і виготовлення технологічного оснащення становить 30-85%.

Дана робота є спробою реалізації такого підходу при проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі «Ланка» в організаційно-технічних умовах серійного виробництва.

Пропонований технологічний процес характеризується використанням мінімальної кількості металорізальних верстатів з високим ступенем автоматизації, застосуванням заготовки, що забезпечує високий коефіцієнт використання матеріалу, застосуванням універсальних пристроїв і сучасного металорізального інструменту, оснащеного твердосплавними пластинками.

[Введіть текст]											Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ						

# 1. Аналітичний розділ

## 1.1 Аналіз технологічності конструкції деталі

Деталь «Ланка» входить до складу агрегатів шасі літака АН – 148, а саме, однією з деталей підкосу опори що складається. Вона призначена для сприйняття бокових зусиль, діючих на стійку при розбігу, пробігу та ролінні. Основними конструкторськими базами деталі є внутрішні циліндричні поверхні діаметрами 33Н7, 14Н9 та 13Н8 мм. Вони визначають точність встановлення деталі.

Для виготовлення даної деталі, конструкторським документом передбачається Титан ВТ21Л. При механічній обробці даний матеріал є важко обробний, але при правильному виборі ріжучого інструменту та режимів різання, труднощів можливо уникнути. Він використовується для виготовлення литих заготовок. Так як деталь має складну геометричну форму, багато поверхонь які не підлягають механічній обробці, заготовка виготовляється литтям по виплавлених моделях, тому застосування даного матеріалу є доцільним.

Хімічний склад даного матеріалу наведений у таблиці 1.1, а механічні властивості в таблиці 1.2.

Таблиця 1.1

Химический элемент	%
Цирконій (Zr)	4-5
Алюміній (Al)	5.8-7.2
Молібден (Mo)	0.40-1
Титан (Ti)	83.8-88.8
Вольфрам (V)	0.8-1.5
Хром (Cr)	0.2-0.5

Таблиця 1.2

Механічні властивості	Параметр
Ударна в'язкість	$\geq 196 \text{кДж/м}^2$
Твердість матеріалу	НВ 10 -1 = 981 - 1080 МПа
Відносне подовження після розриву	4 %
Відносне звуження	8 %
Межа плинності або межа пропорційності з допуском на залишкову деформацію - 0,2%	$\geq 844 \text{ МПа}$

Деталь «Ланка» має складну просторову форму, що характеризується сполученням внутрішніх і зовнішніх концентричних поверхонь, що з'єднуються ребрами й прохідними каналами. Беручи до уваги що деталь складає частину шасі літака, вважаємо за неможливе при якісному аналізі технологічності конструкції допускати зміну її геометричної форми, розташування або вимог до шорсткості робочих поверхонь, оскільки вони визначають працездатність деталі в цілому.

Аналізуючи вимоги до робочого креслення, робимо висновок, що матеріал деталі забезпечує необхідні механічні властивості, шорсткість необроблених поверхонь і задану товщину стінок при використанні спеціальних методів лиття, що доречні в умовах серійного виробництва.

У конструкції деталі передбачені поверхні, які можуть бути використані в ролі технологічних баз. Так, площини лап та три отвори Мб забезпечують обробку за декілька установів основних і допоміжних конструкторських баз з дотриманням основного принципу – поєднання технологічних, вимірювальних і конструкторських баз.

Співвідношення квалітетів і параметрів шорсткості поверхонь, що підлягають механічній обробці, є оптимальним. З огляду на те, що матеріал деталі – Титан ВТ21Л, клас чистоти на поверхнях отворів діаметрами 33Н7, 14Н9, 13Н8

[Введіть текст]						TMM.КвР.18.06.00.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

мм може бути досягнутий чистовим фрезеруванням. Плоскі поверхні деталі в умовах серійного виробництва можуть бути виконані фрезуванням.

Усі різьби (кріпильні нарізки) відповідають середній точності, її забезпечення на даному матеріалі не викличе труднощів при обробці різьбонарізними фрезами.

Кількісну оцінку технологічності конструкції деталі виконаємо за двома з одинадцяти показників, передбачених ГОСТ 14.201-83.

Коефіцієнт точності обробки визначається за формулою:

$$K_{Тч} = 1 - \frac{1}{A_{ср}}, \quad (1)$$

де  $A_{ср}$  – середній квалітет точності обробки виробу.

$$A_{ср} = \frac{\sum A \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 12n_{12} + 13n_{13} + 14n_{14}}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_{12} + n_{13} + n_{14}} = \frac{7 \times 1 + 8 \times 1 + 9 \times 1 + 11 \times 1 + 14 \times 43}{1 + 1 + 1 + 1 + 43} = 13,85 \quad (2)$$

де  $A$  - квалітет обробки;

$n_i$  - число розмірів відповідного квалітету.

Підставивши отримане значення в формулу (2.1) отримаємо результат:

$$K_{Тч} = 1 - \frac{1}{13,85} = 0,93$$

При такому значенні коефіцієнта точності обробки деталь вважається технологічною, оскільки  $K_{Тч}$  більше нормативного значення (0,8).

Коефіцієнт шорсткості поверхні дорівнює:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{B_{ср}}, \quad (3)$$

[Введіть текст]									ТММ.КВР.18.06.00.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						



де  $B_{cp}$  - середнє числове значення параметра шорсткості.

$$B_{cp} = \frac{\sum B \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{50 \cdot n_1 + 25 \cdot n_2 + \dots + 0,8 \cdot n_7 + 0,4 \cdot n_8 + \dots + 0,0012 \cdot n_{14}}{n_1 + n_2 + \dots + n_7 + n_8 + \dots + n_{14}} =$$

$$\frac{1,6 \times 8 + 6,3 \times 35}{8 + 35} = 5,43 \quad (4)$$

де  $B$  – число визначення параметра шорсткості за шкалою Ra ГОСТ 2789-73;  
 $n_i$  - число поверхонь з відповідним числовим значенням параметра шорсткості.

Підставивши отримане значення в формулу (2.3) отримаємо результат:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{5,43} = 0,81$$

[Введіть текст]									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ТММ.КВР.18.06.00.000.ПЗ

## 2. Технологічний розділ

### 2.1 Вибір і обґрунтування заготовок

При виборі заготовки для проектування технологічного процесу механічної обробки заданої деталі, необхідно врахувати її призначення і конструкцію, технічні вимоги, що наведені в робочому кресленні, масштаб і серійність випуску, а також економічність виготовлення заготовки.

Виходячи з вимог робочого креслення деталі, вона має складну геометричну форму й виготовлена з ливарного Титану ВТ21Л. Аналізуючи можливі способи лиття, враховуємо, що першорядне значення має забезпечення необхідного параметра шорсткості й геометричної точності поверхонь, що не підлягають механічній обробці в наслідок своєї складності. Крім того, якість цих поверхонь визначає експлуатаційні властивості виробу.

Для виробництва різних металевих компонентів зі складною геометрією застосовують лиття по моделях, що виплавляються. Цей метод частіше застосовується при литві відливання невеликого розміру із складною конфігурацією або тонкими стінками.

Моделі виготовляються з воску або полістиролу. Модель повністю повторює конфігурацію готового виробу, але має збільшені на величину ливарної усадки розміри. Модель також включає невеликі вертикальні стержні до рівня засипки форми, вживані для формування ливарних отворів. Через ливники у форму поступає розплавлений метал. Моделі об'єднують у блоки, які поміщають в опоку, яку заповнюють високодисперсним графітовим порошком. Ущільнення робиться вібраційним методом. Для досягнення кращого ущільнення порошку ущільнення роблять пошарово. По готовності форму з блоком моделей заводять у вакуумовану камеру і заливають в неї розплав. Розжарений рідкий метал розплавляє матеріал моделі і витісняє його у вигляді газів прямо через стінки форми. Розплав заповнює форму, в точності повторюючи усі деталі її рельєфу. Охолодження відливань проводиться по спеціальному графіку, щоб понизити вірогідність виникнення залишкової напруги в металі.

[Введіть текст]										Лист
ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ										
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Альтернативним способом отримання заготовки даної деталі є штампування. Але для отримання заготовки цим методом необхідна лінія штампів, так як деталь має складну просторову форму, що не дає можливості отримання заготовки даним методом за одну операцію. Ще одним недоліком є те, що штампування не дає такої точності та чистоти поверхні у порівнянні з литтям по моделях, що виплавляються.

При сучасних темпах розвитку нових технологій, стає можливим ще один метод отримання заготовки, який дозволить максимально зменшити об'єм механічної обробки деталі та отримання заготовок для деталей складної геометричної форми. Адитивні технології (3D-друк) — одна з форм технологій адитивного виробництва, де тривимірний об'єкт створюється шляхом накладання послідовних шарів матеріалу (друку, вирощування) за даними цифрової моделі. Друк здійснюється спеціальним пристроєм — 3D-принтером, який забезпечує створення фізичного об'єкта шляхом послідовного накладання матеріалу на основі віртуальної 3D-моделі. 3D-принтери, як правило, швидші, більш доступні і простіші у використанні, ніж інші технології адитивного виробництва. 3D-принтери пропонують розробникам продуктів можливість друку деталей і механізмів з декількох матеріалів та з різними механічними і фізичними властивостями.

Для початку розглянемо варіант технології виготовлення деталі, з використанням заготовки отриманої методом лиття по моделях, що виплавляються.

Литво по моделях, що виплавляються, має точність розмірів, що відповідає 5-7-у класам по ОСТУ 1010, 1015 і ГОСТ 2689-54; чистота поверхні литва відповідає 3-6-у класам по ГОСТ 2789-73. Висока вартість литва по моделях, що виплавляються, виправдовує застосування цього способу тільки для отримання точних відливаних з дуже складною конфігурацією або збираних з багатьох механічно оброблених частин (що сполучаються за допомогою пайки, гвинтів і т. п.), а також для відливаних, що виготовляються з важкооброблюваних сплавів.

[Введіть текст]										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ

Розміри виливків та їхню точність визначимо виходячи з вимог державного стандарту (ГОСТ 26645–85), що поширюється на виливки із чорних і кольорових металів та сплавів. Цей стандарт встановлює допуски розмірів, форми, розташування й нерівностей поверхні, допуски маси й припуски на обробку. Номінальний розмір виливка приймається однаковим з номінальним розміром деталі для необроблюваних поверхонь і дорівнює сумі середнього розміру деталі й загального припуску на обробку для поверхонь, призначених до механічної обробки.

Норми точності встановлюються на виливок в цілому й характеризуються класом розмірної точності виливка, ступенем жолоблення, ступенем точності поверхонь і класом точності маси. Обов'язково встановлюються класи розмірної точності й точності маси виливка.

У таблиці 2.1.1 наведені значення норм точності для виливок, що є заготовкою для заданої деталі.

Таблиця 2.1.1

Найменування норми точності	Критерії	Норма точності	
		Діапазон	Прийнята
Клас розмірної точності	Найбільший габаритний розмір виливка до 250 мм	3 – 7	4
Ступінь жолоблення	Відношення довжини до висоти от до 0.025	4 – 9	5
Ступінь точності поверхні	Найбільший габаритний розмір виливка до 250 мм	6 – 10	6
Клас точності маси	Номінальна маса виливка до 1 кг	1 – 7	4

Значення припусків і допусків на розміри заготовки, встановлені за прийнятими вихідними даними відповідно до ГОСТ 26645–85, наведено в таблиці 2.1.2. Для поверхонь виливка, що підлягають механічній обробці, призначається

[Введіть текст]									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ				

симетричне відхилення розмірів. Для інших поверхонь допускається будь-яке розташування поля допуску, у тому числі й однобічне.

Таблиця 2.1.2

Розмір за кресленням	Допуск розміру	Допуск форми	Загальний допуск	Припуск на сторону		Розмір заготовки
$\varnothing 33^{+0.025}$	0.28	0.32	0.6	z1	1	$\varnothing 31 \pm 0.5$
$\varnothing 14^{+0.043}$	0.22	0.32	0.54	z2	1	$\varnothing 12 \pm 0.4$
$\varnothing 13^{+0.027}$	0.22	0.32	0.54	z3	1	$\varnothing 11 \pm 0.4$
$\varnothing 10^{+0.015}$	0.20	0.32	0.52	z4	1	$\varnothing 8 \pm 0.36$
$22_{-0.1}$	0.24	0.32	0.56	z5	1	$24 \pm 0,5$
$9 \pm 0.1$	0.20	0.32	0.52	z6	1	$10 \pm 0,4$
$46^{+0.05}$	0.32	0.32	0.64	z7	1	$44 \pm 0,62$

Одним з показників технологічності конструкції заготовки є коефіцієнт вагової точності, що визначається за формулою:

$$K_{в.т.} = \frac{G_d}{G_3} \quad (5)$$

де  $G_d$  – маса готової деталі;

$G_3$  – маса заготовки, що надходить із заготівельного цеху

$$K_{в.т.} = \frac{0.9}{1.02} = 0.88$$

Так як форма заготовки має складу форму для розрахунку маси було використано програму Компас – 3DV15.1, в якій було розроблено об’ємну модель виливки та з допомогою вмонтованої функції було розраховано масу заготовки (Рисунок – 1).

[Введіть текст]				ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			

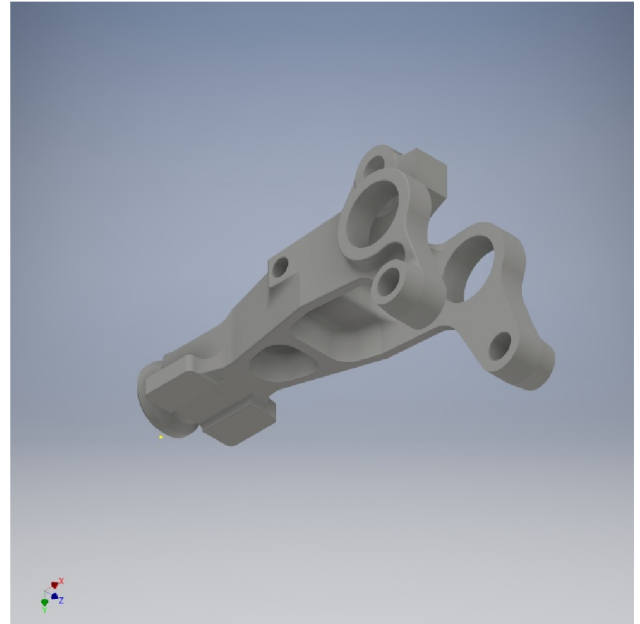
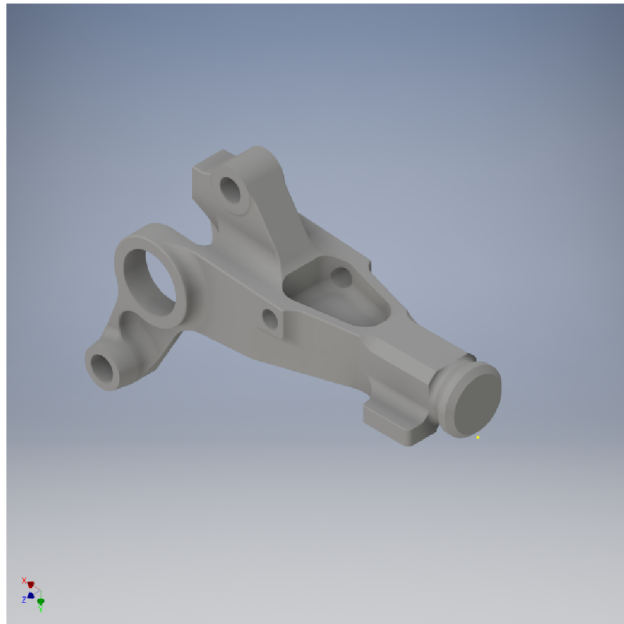


Рисунок 1 – 3D модель заготовки

## 2.2 Методи обробки поверхонь

При визначенні маршруту виготовлення деталі орієнтуємося на вид заготовки і її точність. Кількість технологічних операцій, їхня концентрація буде зумовлюватись методами обробки поверхонь, які визначаються з огляду на необхідний квалітет розміру, параметр шорсткості й умови оброблюваності титанових ливарних сплавів. Перелік поверхонь, їх розміри і методи обробки, які забезпечують виконання вимог креслення, наведено в таблиці 2.2.1.

Таблиця 2.2.1

Вид поверхні, розмір, мм	Квалітет	Ra, мкм	Метод обробки поверхні
Торцеві $46^{+0.05}$ ; $22_{-0.1}$ ; $9 \pm 0.1$ ;	-	1.6	Фрезерування чернове Фрезерування чистове
Торцева $67 \pm 0.87$	14	6.3	Фрезерування чернове Фрезерування чистове

[Введіть текст]				ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			

Продовження таблиці 2.2.1

Внутрішня 2 отв. $\varnothing 13^{+0.025}$ ;	7	1.6	Фрезерування чернове Фрезерування чистове
Внутрішня $\varnothing 14^{+0.043}$ ;	9	1.6	Фрезерування чернове Фрезерування чистове
Внутрішня $\varnothing 13^{+0.027}$ ;	8	1.6	Фрезерування чернове Фрезерування чистове
Внутрішня $\varnothing 10^{+0.015}$ ;	7	1.6	Фрезерування чернове Фрезерування чистове
Внутрішня $\varnothing 2$	14	12.5	Свердлування
Внутрішні 3 отв. М6-7Н; М20-7Н;	-	-	Свердлування Нарізання різьби Обробка фаски
Внутрішня 4 отв. $\square 4^{+0.075}$	11	6.3	Свердлування Розгортання
2 Паза 4.5x4.5x36	14	6.3	Фрезерування чернове Фрезерування чистове

### 2.3 Маршрути обробки деталі

Відповідно до типового маршруту виготовлення деталей при механічній обробці, на першій операції необхідно підготувати технологічні бази для подальшої обробки. Технологічними базами при обробці деталі «Ланка» будуть три торцеві поверхні. Мінімальну трудомісткість операції при високій концентрації й продуктивності, а також незначних витратах на переналагодження, забезпечить використання високопродуктивного обробного центра з одночасним

[Введіть текст]				ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			

керуванням по 5 осях, його використання доцільне, так як дана деталь має складну просторову форму, що дозволить обробити всі поверхні за дві операції .

Деталь встановлюється на спеціальне пристосування на підготовлені технологічні бази. Далі слідує наступна операція на якій обробляються всі поверхні які підлягаю механічній обробці згідно робочого креслення.

Технологічний процес виготовлення деталі завершується контрольною операцією, під час якої здійснюється комплексний контроль розмірів поверхонь та їхнього взаємного розташування. Технологічний маршрут обробки деталі «Ланка» наведено в таблиці 2.3.1.

Таблиця 2.3.1

№ оп.	Найменування операції	Стислий зміст операції	Модель верстата
05	Програмна	Фрезерування площин, обробка трьох отворів М6 з обробкою фаски та обробка двох отворів $\varnothing 4^{+0.075}$ .	EXTRON L800
10	Програмна	Фрезерування основних циліндричних отворів, площин,пазів, фасок, свердлування отворів та нарізання різьблень	EXTRON L800
15	Контрольна	Комплексний контроль деталі	EXTRON L800

Перед визначенням режимів різання необхідно призначити припуски на механічну обробку. Опрацьований матеріал – Титан21Л.

Розглянемо методику визначення припусків для площини  $9\pm 0,3$  мм та отвору  $\varnothing 4^{+0.075}$ . Параметр шорсткості остаточно обробленої поверхні Ra 1,6 мкм. В підпункті 2.1 було визначено що вилівка має точність 4-5-6-4 ГОСТ 26645-85та в таблиці 2.3.2 занесенні значення допусків та припусків на механічну обробку. Отже загальний припуск на механічну обробку площини становить 1 мм на сторону.

[Введіть текст]				ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			



З таблиці 2.2.1 підпункту 2.2 видно що для досягнення необхідного параметра шорсткості Ra1,6 необхідно чернове та чистове фрезерування. Даний варіант МОП занесений в колонку 1 таблиці 2.3.2.

Таблиця 2.3.2

МОП	Припуск, мкм	Расчетный размер, мм	Допуск, мкм	Размер, мм		Припуск, мм	
				d <sub>min</sub>	d <sub>max</sub>	Z <sub>min</sub>	Z <sub>max</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
Площина 9±0,1							
Заготовка		10,4	400	10	10,4		
Фрезерування чернове	0,2	9,9	250	9,65	10,15	0,25	0,35
Фрезерування чистове	0,8	9,1	100	8,9	9,1	1,05	0,75
Внутрішня поверхня Ø4 <sup>+0.075</sup>							
Свердлування		3,15	150	3	3,3		
Розгортання	0,15	4,075	75	4	4,075	0,375	1

Використовуючи довідкову літературу [11] призначаємо операційні припуски на всі переходи МОП за винятком чорнового. Так, припуск на чистове фрезерування призначаємо по таблиці 13. Припуск на чорнове фрезерування визначається як різниця між загальним припуском на механічну обробку (в даному випадку 1 мм) і сумою операційних припусків. Дані заносимо в колонку 2 таблиці 2.3.2.

$$Z_{\text{черн}} = Z_{\text{общ}} - Z_{\text{чист}} = 9,1 - 0,8 = 9,9 \text{ мм} \quad (6)$$

Технологічні допуски для кожного переходу МОП призначаються з урахуванням економічної точності обробки (чорнове фрезерування -12 квалітет, чистове фрезерування - 9 квалітет), вимог креслення та вимог нормативно-технічного документа на заготовку (ГОСТ 26645–85) і заносяться в колонку 4 таблиці 5.1.

У колонці 3 таблиця 2.3.2 визначають розрахунковий розмір для кожного переходу МОП, починаючи з останнього, шляхом послідовного віднімання припуску від максимального розміру поверхні за кресленням і приймають після

[Введіть текст]				ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ				Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				

округлення за максимальний операційний розмір що заноситься в колонку 6. Максимальні операційні розміри відрізняються від мінімальних на величину технологічного допуску (колонка 5).

Граничні припуски для кожного переходу МОП визначаються шляхом віднімання граничних розмірів на двох сусідніх переходах і заносяться в колонки 7 або 8, в залежності від отриманих значень.

## 2.4 Обґрунтування вибраного обладнання

Мінімальну трудомісткість операції при високій концентрації й продуктивності, а також незначних витратах на переналагодження, забезпечить використання високопродуктивного обробного центра з одночасним керуванням по 5 осях, його використання доцільне, так як дана деталь має складну просторову форму, що дозволить обробити всі поверхні за дві операції.

Обробка деталі виконується на високопродуктивному оброблювальному центрі з одночасним керуванням по 5 осях EXTRONL800/Mitsubishi M70V, п'яти осьова обробка досягається за допомогою двовісного поворотного столу з нахилом від ЧПУ CNCT-200 GSA + , а комплексний контроль оброблених поверхонь виконується щупами RENISAW для деталі и інструменту.

Операція 05 Програмна.

Заготовка базується в спеціальному пристосуванні на три площини, за допомогою пневмоприжимом. На цій операції оброблюється три площини та три отвори М6 які будуть установочними базами для наступної операції.

Операція 10 Програмна.

Деталь встановлюється на спеціальне пристосування на підготовлені технологічні бази на попередній операції, а саме 3 площини та центрується за допомогою 3 отворів з різьбленням, що забезпечує жорсткість закріплення.

[Введіть текст]					TMM.КвР.18.06.00.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Стисла характеристика верстата:



Рисунок 2 – Верстат з ЧПК EXTRONL800

Технічні дані верстата L800:

- X роб ход 800 mm.
- Y роб ход 510 mm.
- Z роб ход 610 mm.
- Розмір основного стола 900 x 456 mm.
- Стол має T –ні пази 18 mm x 4, ширина паза 120 mm.
- Макс. навантаження на основний стіл до 800 кг.
- Відстань від основи (торця) шпінделя до площини стола 140~750 mm.
- Відстань від вісі обертання шпінделя до вертикальних направляючих вісі Z 589 mm

Шпіндель

- оберти 10.000 rpm
- тип конуса **BT40** (или ISO, DIN, HSK40 - по запросу)
- двигун 8 кВт / 5-6 кВт постійна потужність

[Введіть текст]										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ

- макс крутний момент 35/48 Нм / 1500 об/мин (тяговий) и 28/40 Нм / от 2000 об/мін (скоростний)
- биение шпинделя – 0,003 мм
- двигун Mitsubishi 8кВт – асинхронний
- привід – пасовий
- шпіндель має 4шт. підшипників - HSK (Японія)

#### ШВП и направляющие

- Двигуни по вісям – асинхронні, потужність 2 кВт
- Діаметр гвинта ШВП  $\phi 32$  mm
- Шаг різьби гвинта ШВП по вісям X/Y/Z 12/12/10 mm
- Прискоренні подачі X/Y/Z 30/30/24 M/min
- Робочі подачі 10 M/min

#### Автоматичний магазин інструмента Armless тип (всередині робочої зони)

- Горизонтального типу – зонтик.
- Кількість на 24шт.
- Мах. Діаметр інструменту  $\phi 80$  mm
- Мах. Діаметр інструменту якщо вільна сусідня ячейка  $\phi 110$  mm
- Мах. Вага інструменту 7 kg
- Мах. довжина інструментау 300 mm
- Час заміни інструменту 2 сек

Точність станка (без оптичних лінійок – з урахуванням стабільної температури, вологості та фундаменту)

- Повторюваність в 0,005мм
- Споживання повітря – 100 psi или 5-8 кг/см<sup>3</sup>
- Потрібна мережа по електроенергії – 19 кВт – 3 фази, 380В

Система смазки: шпіндель, направлячі, ШВП, пневматика, магазин и т.п. – RhenusSLA68

Необхідний розмір для верстата - 3190\*2355\*2520мм

Вага нетто (не споряджені) 5600 kg

[Введіть текст]				ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2.5 Вибір ріжучого інструменту та обґрунтування режимів обробки

Так як деталь виготовляється на верстаті с ЧПК, операції мають велику кількість технологічних переходів, тому зміст та оснащення операцій наведено в табличній формі. Використаний інструмент вибрано з каталогу TaeguTec 2017 та KORLOY 2010-2011, а допоміжна оснастка Eroglu.

Таблиця 2.5.1 - Операція 05

№	Зміст інструментального переходу	Різальний інструмент	Допоміжний інструмент
1	Фрезерування 2 площин виконавши розмір $9 \pm 0,1$ мм та площину виконавши розмір $5 \pm 0,1$ мм	Концевая фреза TNFR 080-12Scs пластинами NFR 080A-R03	Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391
2	Свердлування трьох наскрізних отворів $\varnothing 5$ мм	Сверло NHD 050-020-06 PE3	Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391
3	Фрезерування трьох різьблень M6	Різьбонарізна фреза STMHCR06048L 12-II.00ISO	Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391
4	Фрезерування п'яти фасок $1 \times 45^\circ$	Фреза TNFR 030-12Scs пластиной NFR 030A-R03	Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391
5	Свердлування двох наскрізних отворів $\varnothing 3.8$ мм	Сверло NHD 038-017-06 PE3	
6	Розгортання двох отворів $\varnothing 4^{+0,075}$ мм	TS-S0400-SC	Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391

Таблиця 2.5.2 - Операція 10

№	Зміст інструментального переходу	Різальний інструмент	Допоміжний інструмент
Позиція 1			
1	Фрезерування площини начисто 1	Концевая фреза TNFR 080-12Scs пластиной NFR 080A-R03	Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391
2	Фрезерування начорно $\varnothing 33^{+0,025}$ мм; $\varnothing 14^{+0,043}$ мм; $\varnothing 13^{+0,027}$ мм; $\varnothing 10^{+0,015}$ мм	Концевая фреза TNFR 080-12Scs пластиной NFR 080A-R03	Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391

[Введіть текст]						ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

Продовження таблиці 2.5.2

3	Свердлування отвору $\varnothing 2$ мм	Сверло NHD 020-014-06 PE3	Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391
4	Фрезерування начисто $\varnothing 33^{+0,025}$ мм; $\varnothing 14^{+0,043}$ мм; $\varnothing 13^{+0,027}$ мм; $\varnothing 10^{+0,015}$ мм;	Концевая фреза TNFR 080-12Scc пластиной NFR 080A-R03	Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391
5	Фрезерування трьох фасок $1,6 \times 45^\circ$	Концевая фреза TNFR 080-12Scc пластиной NFR 080A-R03	Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391
Позиція 2			
6	Фрезерування площин 2; 3;4 начорно	Дискова фреза TSM 160FG-03-40N-Z018 с пластинами ZNHT018-04	Оправка SCA
7	Фрезерування площин 2; 3;4 начисто	Дискова фреза TSM 160FG-03-40N-Z018 с пластинами ZNHT018-04	Оправка SCA
Позиція 3			
8	Фрезерування двох фасок $1 \times 45^\circ$ мм	Концевая фреза TNFR 080-12Scc пластиной NFR 080A-R03	Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391
Позиція 4			
9	Фрезерування площини начисто 5	Концевая фреза TNFR 080-12Scc пластиной NFR 080A-R03	Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391
10	Фрезерування начорно $\varnothing 33^{+0,025}$ мм; $\varnothing 14^{+0,043}$ мм; $\varnothing 10^{+0,015}$ мм	Концевая фреза TNFR 080-12Scc пластиной NFR 080A-R03	Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391
11	Фрезерування начисто $\varnothing 33^{+0,025}$ мм; $\varnothing 14^{+0,043}$ мм; $\varnothing 10^{+0,015}$ мм;	Концевая фреза TNFR 080-12Scc пластиной NFR 080A-R03	Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391
12	Фрезерування трьох фасок $1,6 \times 45^\circ$	Концевая фреза TNFR 080-12Scc пластиной NFR 080A-R03	Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391
Позиція 5			
13	Свердлувати отвір $\varnothing 17,4$ мм	Сверло TCD 175x42x20T3-M20	Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391

[Введіть текст]

Лист

TMM.КвР.18.06.00.000.ПЗ

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

Продовження таблиці 2.5.2

14	Фрезерування різьблення М20	Різьбонарізна фреза STMHCR20048L 60-I1.00ISO	Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391
15	Фрезерування пазів 4,5x4,5 мм	Дискова фреза TSM 160FG-03-40N-Z018 с пластинами ZNHT018-04	Оправка SCA
16	Фрезерування фаски 2,5x45 <sup>o</sup> мм	Концевая фреза TNFR 080-12Scs пластиной NFR 080A-R03	Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391

Запропоновані режими різання для операції 05 відповідно до інструменту прийнято з рекомендацій каталогу, наведені в таблиці 2.5.3.

Таблиця 2.5.3

Перехід	L, мм	t, мм	S, мм/об	n <sub>з</sub> , об/хв.	V, м/хв.	T <sub>маш</sub> , хв.
1	150	1	0,5	3 503,2	110	4,8
2	30	2,5	0,1	4500	80	2
3	30	0,5	0,02	3500	80	1,5
4	180	1	0,3	4000	150	1
5	60	1,9	0,1	4500	60	1,5
6	60	0,1	0,1	100	20	3

Загальний час на обробку деталі на операції 05 складає:

$$T_0 = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 \quad (7)$$

$$T_0 = 4.8+2+1,5+1+1,5+3=13,8 \text{ хв.}$$

[Введіть текст]										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	TMM.КвР.18.06.00.000.ПЗ					

## 2.6 Нормування витрат часу обробки

Норма часу встановлюється на обсяг робіт, який дорівнює одиниці нормування при виконанні технологічної операції і називається нормою штучного часу. 1.

а) визначимо штучний час:

$$T_{шт} = (T_o + T_e) \left[ 1 + \frac{(a_{обс} + a_{олн})}{100} \right], \quad (8)$$

де  $T_o$  – основний (машинний) час, що дорівнює 13.8 хв.

$T_e$  – допоміжний час. Складається з часу на установку і зняття деталі, часу, пов'язаного з переходом, часу на вимірювання, зміну інструменту і зміна режимів різання, хв;

$a_{обс}$  – час на обслуговування робочого місця, 5% от  $(T_o + T_e)$ , хв

$a_{олн}$  – час на відпочинок і особисті потреби, 4% от  $(T_o + T_e)$ , хв;

б) визначимо допоміжний час:

$$T_e = T_y + T_c + T_{и} = 2,75 + 0,74 + 0,47 = 3,9 \text{ хв}, \quad (9)$$

де  $T_y$  – час на установку, зняття і поворот в пристосуванні заготовки, дорівнює 2,75 хв., тобто 2,3 хв. (установка і зняття деталі), 0,14 хв. (очищення від стружки щіткою), 0,28 хв. (закріплення деталі). Данні взяті з довідника;

$T_c$  – час на прохід, який дорівнює 0,74 хв, тобто 0,14 хв (установка інструменту) і 0,6 хв. (зняття пробної стружки);

$T_{вимір}$  – час на вимірювання, який дорівнює 0,47 хв.

Тоді  $a_{обс} = (T_o + T_e)5\% = (13,8 + 3,9)5\% = 0,9 \text{ хв};$

$$a_{олн} = (T_o + T_e)4\% = (13,8 + 3,9)4\% = 0,7 \text{ хв};$$

$$T_{шт} = (13,8 + 3,9) \left[ 1 + \frac{(0,9 + 0,7)}{100} \right] = 18 \text{ хв};$$

в) штучно-калькуляційний час визначається так:

$$T_{шк-к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 18 + \frac{37}{20} = 19,85 \text{ хв} \quad (10)$$

де  $n$  – кількість деталей в партії;

[Введіть текст]									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ



$T_{пз}$  – підготовчо-заключний час, що дорівнює 37 хв

При підрахунку підготовчо-заключного часу, враховувався час на: налагодження верстата, інструменту та пристосувань, 30 хв, отримання інструменту і пристосувань виконавцем роботи до початку і здачі їх після закінчення обробки партії деталі, 5 хв, ознайомиться з робочим кресленням, технологічною документацією, оглянути заготовки, 1 хв, інструктаж майстра, 1 хв.

Всі знайдені вище дані зведені в таблицю 2.7.1.

Таблиця 2.7.1

	Структурні складові норми часу	Час, хв
$T_o$	Час на виконання операції	13,8
$T_b$	Допоміжне час на установку і зняття деталі	2,3
	Закріплення деталі	0,28
	Допоміжний час на очистку від стружки заготовки	0,14
	Час на прохід	0,74
	Час на вимірювання	0,14
$T_{пз}$	Підготовчо-заключний час	37
$a_{обс}$	Час на обслуговування робочого місця, 5% от ( $T_o + T_b$ )	0,9
$a_{олп}$	Час на відпочинок і особисті потреби 4% от ( $T_o + T_b$ )	0,7
$T_{шт}$	Штучний час	18
$T_{шк-к}$	Штучно-калькуляційний час	19,85

## 2.7 Структурний та параметричний аналіз запропонованої проектної технології

Обробку роблять на різних металорізальних верстатах в залежності від точності і шорсткості поверхні, форми і розмірів деталі, що виготовляється. Зараз на виробництві використовують нові технології і нові верстати. Це верстати з ЧПК (числовим програмним керуванням). Верстати з ЧПК можуть працювати майже автономно, день за днем випускаючи продукцію з незмінно високою якістю. Ця перевага дозволяє ввести багатостанковий обслуговування металорізального обладнання, коли один оператор виробляє продукцію на двох і більше верстатах одночасно. Верстати з ЧПК дозволяють виробляти продукцію в цілодобовому режимі і забезпечувати функціонування автоматичних цехів і заводів. Щоб обробити деталь на такому верстаті, потрібно написати для нього програму. Бажана форма заготовки і використовувана технологія описані в програмі.

Можна зробити висновок, що верстати з ЧПК краще, тому що вони швидше та якісніше оброблюють поверхню, вони автоматичні і тому не потребують постійного втручання оператора, вони багатофункціональні, тобто можна зробити декілька операцій на одному верстаті, якщо це 3-х, 4-х або 5-ти осьовий верстат, один оператор може виробляти продукцію на двох і більше верстатах одночасно. Але універсальні верстати дешевше, ніж верстати з ЧПК і тому використовуються в одиночному та дрібносерійному виробництві. Також на них можна робити таку чорнову обробку, коли потрібно зняти великий припуск та залишити велику шорсткість на поверхні деталі.

[Введіть текст]										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ

## 3 Конструкторський розділ

### 3.1 Вибір пристосування

Двовісний поворотний стіл з нахилом від ЧПУ CNCT-200 GSA +

Компактний дизайн дозволяє встановлювати на верстати з довжиною стола від 1 м. Проста установка на традиційні 3-осьові верстати. За допомогою 1-осьового контролера GSA +, що підключається до системи ЧПУ через M-коди для програмованого нахилу столу, можна виконувати 5-осьову обробку без зміни конструкції верстата і його електрообладнання.

На вимогу замовника стіл може бути оснащений як гідравлічним, так і пневматичним затискним пристроєм.

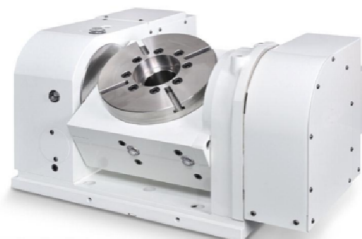


Рисунок 3 - Двовісний поворотний стіл з нахилом від ЧПУ

Таблиця 3.1.1 - Технічні характеристики CNCT-200

Параметр	Од. вим.	Значення
Діаметр	мм	200
Висота центра	мм	195
Загальна висота	мм	360
Вага <a href="#">CNCT-200</a> нетто (без двигуна)	кг	240
Центральний отвір	мм	35 <sup>H7</sup>
Ширина T-пазів	мм	12 <sup>H7</sup>
Ширина направляючого сухаря	мм	18 <sup>H7</sup>

[Введіть текст]										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ

## Продовження таблиці 3.1.1

Поворот и нахил			
Параметр	Од. вим.	Поворот	Нахил
Сервомотор Meldas		HF-104T	HF-154T
Сервомотор Fanuc		a4i	a8i
Сервомотор Siemens		1FK7060	1FK7063
Сервомотор Heidenhein		QSY116C	QSY116E
Передаточне число		1:90	1:180
Кут нахилу	град	-110...110	-110...110
Мінімальний кут	град	0,001	0,001
Максимальні оберти	об/хв.	22.2	11.1
Зусилля пневмозажима	кг*м	25	25
Зусилля гидрозажима	кг*м	50	50
Точність позиціонування		20''	50''
Повторюваність	с	±4''	

[Введіть текст]

Лист

ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

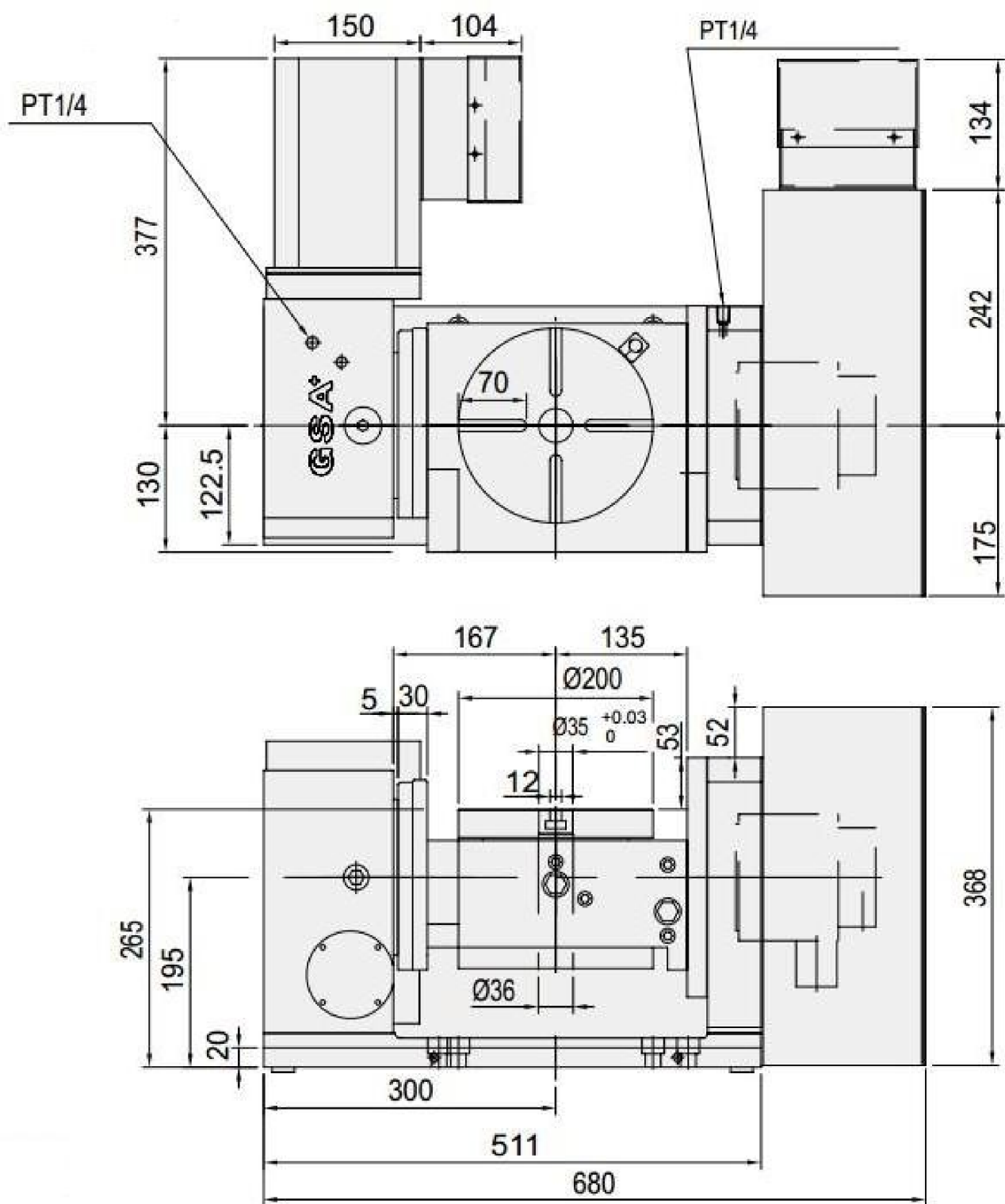


Рисунок 4 – Установчі розміри пристосування

[Введіть текст]				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

TMM.КвР.18.06.00.000.ПЗ

Лист

### 3.2 Вибір спеціального вимірювального засобу

Щупи RENISAW для деталі і інструменту.

Використання даних щупів дозволить виконати контроль параметрів і якості деталі в процесі її виготовлення та комплексний контроль після обробки. В даному випадку доцільно використати контактні датчики.

Резистивні контактні датчики з механічною (кінематичною) системою спрацьовування. Коли мова йде про забезпечення точності і надійності, то ця, використовувана вже більше сорока років, конструкція продовжує залишатися найкращою для більшості виробників верстатів і тих, хто займається їх експлуатацією.

Здатність механізму датчика повертатися після спрацьовування в початкове положення з точністю в межах 1 мкм є ключовий з точки зору повторюваності і якості вимірювань. Ця технологія реалізована в усіх конструкціях компанії

Renishaw, мініатюрних, надкомпактних і компактних. Ця гамма виробів дозволяє вирішувати найширший спектр завдань: від простої процедури виявлення дефектної ріжучої кромки до виставлення деталей і контролю на верстаті.

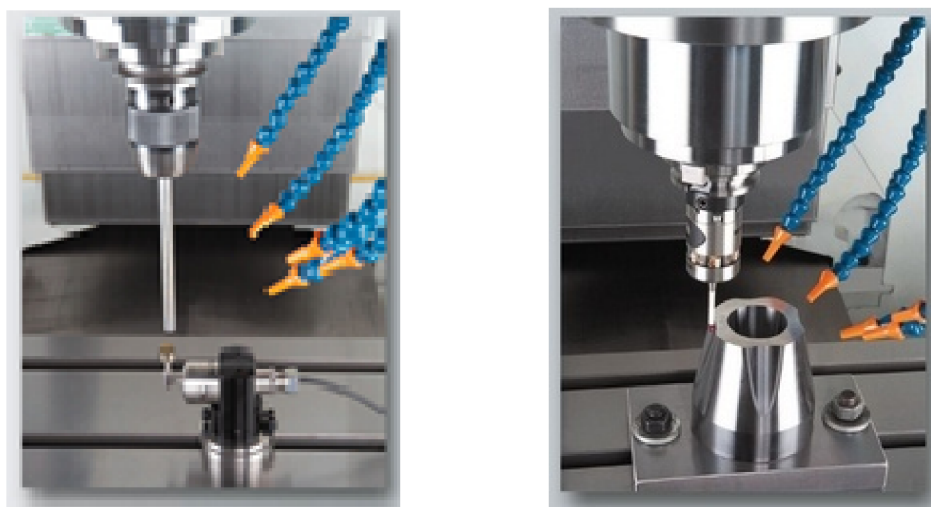


Рисунок 5 - Щупи RENISAW для деталі і інструменту

[Введіть текст]									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ

В тензодатчиках використовується той же кінематичний механізм, але доповнений тензоелементами, які виконують функцію «Обмацування». Ця запатентована технологія застосовується тільки в датчиках Renishaw. Виняткова точність і повторюваність роблять цю технологію незамінною, коли мова йде про обробку складних деталей на багатокординатних верстатах або про калібрування верстатів. Особливо помітна перевага застосування тензодатчиків на багатокординатних верстатах з високими характеристиками; саме тому ці датчики отримали в даний час широке поширення.

Процес вимірювань повністю незалежний від кінематичного механізму датчика. Датчики Rengage відрізняються малим зусиллям спрацьовування, високим ступенем повторюваності і стабільними характеристиками спрацювання, що зазвичай недосяжно при використанні датчиків звичайної конструкції.

Користуючись цим принципом роботи, можна усунути до 90% помилок, пов'язаних з пелюстковим ефектом \*, що в разі вимірювань по двох координатах дозволяє знизити обсяг калібрування, а при вимірах по трьох координатах і складної геометрії забезпечує надзвичайно високі характеристики.

\* Властивий всім датчикам пелюстковий ефект виникає внаслідок вигину щупа і переміщення механізму датчика до того, як датчик реєструє контакт з поверхнею.

Таблиця 3.2.1 – Характеристика датчика

Застосування	Датчик з механічним спрацьовуванням	Тензодатчик
Налаштування на технологічну операцію	+	+
Контроль в процесі обробки	+	+
Контроль на верстаті	+	+
Калібрування по декількох координатах		+

[Введіть текст]				ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Продовження таблиці 3.2.1

Комплект з датчиком, що встановлюються в шпиндель, і датчиком для налагодження інструменту (опція)	+	+
Повторюваність	1,0 мкм 2σ	0,25 мкм 2σ
Характеристика спрацьовування	Пелюстковий ефект	Без пелюсткового ефекту
Кількість спрацьовувань	У стандартному випадку понад 1 000 000	У стандартному випадку понад 10 000 000
Максимальна рекомендована довжина щупа	У стандартному випадку ~ 100 мм	У стандартному випадку ~ 200 мм

В даному випадку для комплексного контролю використаємо тензодатчик OMP 400 який призначений для багатоцільових верстатів з ЧПК з робочим діапазоном до 1500 мм [15].

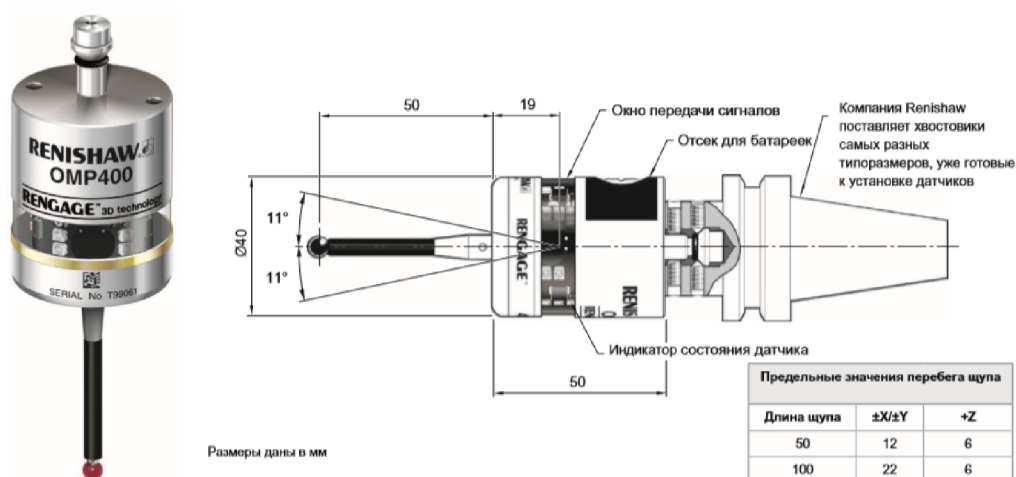


Рисунок 6 – тензодатчик OMP – 400

[Введіть текст]					ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



У надкомпактному датчику OMP400 реалізована запатентована технологія тензодатчиків. Цей датчик призначений для мало / середньо габаритних обробних центрів. датчик забезпечує унікальний рівень точності в субмікронному діапазоні при вимірюванні складних тривимірних поверхонь і контурів. Додаткові функції включають моніторинг характеристик верстата і перевірку деталей на верстаті.

Сумісність з усіма оптичними приймачами компанії Renishaw дозволяє здійснювати модернізацію існуючого обладнання. При об'єднанні цих систем з останньою моделлю інтерфейсу для передачі модульованих сигналів досягається виключно висока стійкість до світлових перешкод. Висока стійкість до ударів і здатність до роботи при зануренні в рідину забезпечують надійне функціонування цих систем в найнесприятливіших умовах в цеху.

Таблиця 3.2.2 – Характеристики тензодатчика OMP 400

Налаштування оптичної системи	Передача модульованого сигналу	Передача традиційного сигналу
Основне призначення	Вимірювання розмірів деталей і настройка на технологічні операції на мало / середньо габаритних обробних центрах і малогабаритних багатоцільових верстатах	
Спосіб передачі сигналу	Передача оптичного сигналу інфрачервоного діапазону в межах 360 ° (Модульованого або звичайного)	
Сумісні інтерфейси	OMI-2, OMI-2T, OMI-2C, OSI / OMM-2 и OMI-2H	OMI або OMM / MI 12
Робочий діапазон	До 5 м	
Рекомендовані щупи	3 вуглецевого волокна з високим значенням коефіцієнта Юнга, довжиною від 50 до 200 мм	
Напрямок вимірювань	±X, ±Y, +Z	

[Введіть текст]										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

TMM.КвР.18.06.00.000.ПЗ

Продовження таблиці 3.2.2

Одностороння повторюваність	0,25 мкм (2s) - для щупів довжиною 50 мм (див. Прим. 1) 0,25 мкм (2s) - для щупів довжиною 100 мм
Пелюстковий ефект 2D по X, Y	± 0,25 мкм - для щупів довжиною 50 мм (див. Прим. 1) ± 0,25 мкм - для щупів довжиною 100 мм
Пелюсткові ефект 3D по X, Y, Z	± 1,00 мкм - для щупів довжиною 50 мм (див. Прим. 1) ± 1,75 мкм - для щупів довжиною 100 мм
Зусилля спрацювання щупа (Див. Примітки 2 і 5) площина XY (Типове мінімальне значення) У напрямку + Z (Типове мінімальне значення)	0,06 Н, 6 гс 2,55 Н, 260 гс
Зусилля щупа при перебігаючи площина XY (Типове мінімальне значення) У напрямку + Z (Типове мінімальне значення)	1,04 Н, 106 гс (див. Прим. 3) 5,50 Н, 561 гс (див. Прим. 4)
Мінімальна швидкість вимірювання	3 мм / хв з автоскиданням
Клас захисту	IPX8 (EN/IEC 60529)
Робоча температура	Від +5 ° С до +50 ° С

Примітка 1 Перевірка експлуатаційних характеристик виконувалася при стандартній швидкості 240 мм / хв. Залежно від вимог конкретного завдання може вибиратися значно більш висока швидкість.

[Введіть текст]										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

TMM.КвР.18.06.00.000.ПЗ

Примітка 2 Зусилля спрацювання - це зусилля, чиниться щупом на вимірюваний об'єкт в момент спрацювання датчика. В деяких випадках величина цього зусилля є критичним фактором. Максимальне зусилля досягається після моменту спрацювання, т. е. при перебіганні. Значення зусилля залежить від відповідних змінних факторів, включаючи швидкість вимірювання і величину уповільнення на верстаті. Датчики з технологією Rengage працюють при надмалих зусиллях спрацювання.

Примітка 3 Зусилля при перебігу щупа в площині XY виникає на відстані 70 мкм від точки спрацювання і збільшується на 0,1 Н / мм (10 гс / мм) до тих пір, поки не відбудеться зупинка верстата (в напрямку з великим зусиллям спрацювання і при використанні щупа з вуглецевого волокна).

Примітка 4 Зусилля при перебігу щупа в напрямку + Z виникає на відстані 10-11 мкм від точки спрацювання і збільшується на 1,2 Н / мм (122 гс / мм) до тих пір, поки не відбудеться зупинка верстата.

Примітка 5 Це заводські налаштування; ручні регулювання не передбачені.

[Введіть текст]										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ

## 4. Спеціальний розділ

### 4.1 Основні відомості про 3D друк металом

В даному розділі проведено дослідження розвитку та застосування сучасних технологій 3D друку металом, що дає можливість отримання заготовки деталі та готових виробів.

3D-друк металом стає все більш популярною. І це не дивує: кожен металевий матеріал для друку пропонує унікальне поєднання практичних і естетичних властивостей, щоб задовольнити вимоги пред'являються до різних продуктів, будь то прототипи, мініатюри, прикраси, функціональні деталі.

Причини друкувати металами настільки вагомі, що 3D-друк металами вже впроваджується в серійне виробництво. Насправді, деякі 3D-друковані деталі вже наздогнали, а якісь і перевершили своїми властивостями ті, що виробляються традиційними методами.

Традиційне виробництво з металів і пластиків дуже марнотратно - в авіапромисловості, наприклад, до 90% матеріалів йде у відходи, а вихід продукції, що лежить в межах допусків, в деяких галузях становить не більше 30%.

3D-друк металами споживає менше енергії і скорочує кількість відходів до мінімуму. Крім того, готове 3D-друкований виріб може бути до 60% легше, в порівнянні з фрезерованою або литою деталлю. Одна лише авіаційна промисловість заощадить мільярди доларів на паливі, за рахунок зниження ваги конструкцій, але ж міцність і легкість потрібні і в інших галузях. Та й економічність теж.

При застосуванні 3D друку в промисловості на даний момент присутні як позитивні так і негативні моменти. Позитивний момент заключається в асортименті обладнання. Асортимент досить широкий і продовжує розширюватися, і можна вибрати таке обладнання, яке відповідає будь-яким технічним вимогам. Негативним – ціна. Вартість професійних друкувальних металом принтерів починається десь від \$ 200000 і зростає до нескінченності. Крім того, навіть якщо ви виберете і придбаєте найдешевший з них, окремим

[Введіть текст]			ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

ударом стане покупка витратних матеріалів, планове обслуговування з заміною вузлів, ремонт. Не забуваємо також про персонал і витратах на постобробку виробів. Так, і на стадії підготовки до друку знадобиться спеціальне програмне забезпечення і які вміють поводитися з ним люди.

У деяких промислових секторах вже використовують металеві 3D-принтери, зробивши їх невід'ємною частиною виробничого процесу, про що звичайний споживач може і не підозрювати:

- Найбільш поширеним прикладом є медичні імпланти і стоматологічні коронки, мости, протези, які вже вважаються найбільш оптимальним варіантом для пацієнтів. Причина: Вони можуть бути швидше і дешевше виготовлені на 3D-принтері і адаптовані до індивідуальних потреб кожного пацієнта.
- Другий приклад: ювелірна справа. Більшість великих виробників поступово переходить від 3D-друку форм і восків до безпосередньої 3D-друку металом, а друк з титану дозволяє ювелірам створювати вироби неможливого раніше дизайну.
- Крім того, аерокосмічна промисловість стає все більш і більш залежна від 3D-друкованих металевих виробів. Ge-AvioAero в Італії - перша в світі повністю 3D-друкована фабрика, яка випускає компоненти для реактивних двигунів LEAP.
- Наступна галузь використовує металеві 3D-принтери перебуває в автомобільному секторі. BMW, Audi вже серйозно розглядають застосування технології в серійному виробництві, а не тільки в прототіпірованні (де вони використовують 3D-друк вже багато років).

Але перш, ніж 3D-друк металами дійсно захопить світ, необхідно буде подолати кілька серйозних проблем. В першу чергу - це висока вартість і низька швидкість виробництва великих серій цим методом.

[Введіть текст]												Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата								

## 4.2 Технології 3D друку металом.

Більшість процесів 3D-друку металом починаються з порошку. Багато що можна сказати про застосування друкуючих металом 3D-принтерів. Проте, основні питання такі ж, як і з будь-якими іншими 3D-принтерами: програмне забезпечення та апаратні обмеження, оптимізація матеріалів і друк декількома матеріалами. Найбільші видавці, такі як Autodesk, SolidWorks і SolidThinking - все розробляють програмні продукти для використання в об'ємному друку металами, щоб користувачі могли втілити в життя виріб будь-якої уявлені форми.

Останнім часом з'явилися приклади того, що 3D-деталі надруковані металом можуть бути настільки ж міцними, як традиційно вироблені металеві компоненти, а в деяких випадках і перевершують їх. Створені за допомогою DMLS вироби мають механічні властивості еквівалентні суцільнолитим.

Розглянемо наявні технології 3D-друку металом:

### 1. Пошарове сплавлення порошку

Процес 3D-друку металами, якими найбільші компанії користуються в наші дні, відомий як сплав або спікання порошкового шару. Це означає, що лазерний або інший високоенергетичний промінь сплавляє в єдине ціле частки рівномірно розподіленого металевого порошку, створюючи тим самим шари виробу, один за іншим.

У світі є вісім основних виробників 3D-принтерів для друку металом, більшість з них розташовані в Німеччині. Їх технології йдуть під аббревіатурою SLM (вибіркове лазерне плавлення) або DMLS (пряме спікання металу лазером).

### 2. Binder Jetting

Ще один професійний метод з пошаровим з'єднанням - склеювання частинок металу для подальшого випалення в високотемпературній печі, де частки сплавляються під тиском, складаючи єдине металеве ціле. Друкуюча головка завдає з'єднувальної розчин на порошкову підкладку пошарово, як

[Введіть текст]				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

TMM.КвР.18.06.00.000.ПЗ

Лист

звичайний принтер на аркуші паперу, після чого виріб відправляється в піч для випалювання

Ще одна схожа, але в окремих деталях різко відрізняється технологія, в основі якої лежить FDM друк - заміс металевго порошку в металеву пасту. За допомогою пневматичної екструзії 3D-принтер видавлює її, подібно до того, як будівельний 3D-принтер робить це з цементом, щоб сформувати 3D-об'єкти. Після того, як потрібна форма надрукована, об'єкти також запікають в печі.

Цю технологію використовує Mini Metal Maker - можливо, єдиний більш-менш доступний 3D-принтер для друку металом (\$ 1600). Додайте вартість невеликої печі для випалу.

### 3. Наплавлення

Можна подумати, що серед технологій печаті металом відсутня схожа на звичайну FDM, але це не зовсім так. Звичайно, ви не зможете плавити металеву нитку в хот-енді свого 3D-принтера, а ось великі виробники володіють такою технологією і користуються нею. Є два основних способи друкувати цільнометалевим матеріалом.



Рисунок 7 – 3D друк деталі технологією наплавлення металевго порошку

Один з них називається DED (Directed Energy Deposition) або лазерне наплавлення. Він використовує лазерний промінь для сплаву металевго порошку, який повільно вивільняється і осідає з екструдера формуючи шари об'єкта за допомогою промислового маніпулятора. Зазвичай це робиться

[Введіть текст]									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

TMM.КвР.18.06.00.000.ПЗ

всередині закритої камери, однак, недавній проєкт MX3D реалізував аналогічний підхід до 3D-друку в спорудженні справжнього повнорозмірного моста. Інший називається EBM (Electron Beam Manufacturing - виробництво електронним променем), це технологія формування шарів з металевої сировини під впливом потужного електронного променя, з її допомогою створюють великі і дуже великі конструкції. Якщо ви не працюєте в оборонному комплексі США, то навряд чи побачите цю технологію живцем.

Метали що використовуються для 3D друку:

- Ti - Титан
- SS – Нержавіюча сталь
- Inconel – Інконель
- Al – Алюміній
- CoCr - Кобальт-хром
- Cu - Мідь
- Fe – Залізо
- Au, Ag - Золото, срібло та інші дорогоцінні метали

Детальніше розглянемо матеріали які найбільш підходять для використання в аерокосмічній промисловості та важкій промисловості.

Нержавіюча сталь є одним з найдоступніших металів для 3D-друку. У той же час, вона дуже міцна і може бути використана в широкому спектрі промислових і навіть художніх виробництв. Цей тип сталевого сплаву, що містить кобальт і нікель, володіє високою пружністю і міцністю на розрив. 3D-друк нержавейкой використовується в основному лише у важкій промисловості.

Інконель - Суперсплав який виробляє компанія Special Metals Corporation, запатентований товарний знак. Він складається в основному з нікелю і хрому і має високу жароміцність. Саме тому він використовується в основному в нафтовій, хімічній та аерокосмічній промисловості (наприклад: для створення розподільних форсунок, бортових "чорних ящиків").

Чистий титан (Ti64 або TiAl4V) є одним з найбільш часто використовуваних металів для 3D-друку, і безумовно - одним з найбільш

[Введіть текст]				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

TMM.КвР.18.06.00.000.ПЗ

Лист



універсальних, так як він є одночасно міцним і легким. Він використовується як в спіканні шарів порошку, головним чином в медичній промисловості (в персоналізованість протезуванні), так і в аерокосмічній і автомобільній галузі (для виготовлення деталей і прототипів), і в інших областях. Єдина проблема - він володіє високою реакційною здатністю, що означає - він може легко вибухнути, коли знаходиться в формі порошку, тому обов'язково повинен застосовуватися для друку лише в середовищі інертного газу аргону.

#### 4.3 Вибір обладнання

Асортимент обладнання для 3D друку досить широкий і продовжує розширюватися, і можна вибрати таке обладнання, яке відповідає будь-яким технічним вимогам. Для виготовлення деталі «Ланка» можна використати 3D-принтер по металу SLM Solutions SLM 280 2.0.



Рисунок 8 - 3D-принтер по металу SLM Solutions SLM 280 2.0

[Введіть текст]				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ

Лист

Таблиця 4.3.1 – Технічні характеристики SLM Solutions SLM 280 2.0

Технологія друку	SLM (Селективне лазерне плавлення металевого порошку)
Розмір робочої камери	Довжина 280 мм Ширина 280 мм Висота 365 мм
Параметри друку	
Практична товщина шару	20–75 мкм
Мін. товщина стінки	150 мкм
Швидкість побудови, см <sup>3</sup> / год	До 55
Оперативний фокус променя лазера, мкм	50–115
Тип лазера	400 / 700 / 1000 W YLR-волоконний лазер
Підтримувані матеріали	Титан Сталь Алюміній Кобальт-хром Нікель
Програмне забезпечення	
Програмне забезпечення	SLM Build Processor, Magics RP, Magics SG+
Підтримувані формати файлів	STL
Інтерфейс підключення	Ethernet 10/100/1000
Параметри обладнання	
Довжина x Ширина x Висота	2600 x 1200 x 2700 мм
Вага	близько 1300 кг
Тип електроживлення	400 В 3 фази, 32 А, 50/60 Гц, 6 кВт / год

[Введіть текст]

Лист

ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

SLM 280 2.0 - вдосконалена версія установки селективного лазерного плавлення металевих порошків. Застосовується для одиничного і дрібносерійного виробництва складних металевих виробів з нержавіючої та інструментальної сталі, алюмінієвих, титанових сплавів, титану, інконель, кобальт-хрому. Базова версія SLM 280 HL з 400 Вт лазером опціонально може оснащуватися додатковими 400-ватним або 1000-ватним лазером. Процес побудови виробів повністю автоматизований і не вимагає присутності оператора після запуску машини. SLM 280 2.0 оснащена системою пожежо-і вибухобезпеки для гарантованого захисту при побудові виробів з реактивних порошків класу D.

Установка SLM 280 2.0 здатна виготовляти до 55 см<sup>3</sup> готових металевих виробів в годину. Це в 1,5-2 рази більше, ніж інші установки даного класу. При цьому мінімальна товщина шару складає всього 20 мікрон. У сукупності з налаштованим пучком лазера це дозволяє отримувати неймовірно точні вироби.

Використання двох лазерів дозволяє SLM 280 2.0 створювати вироби швидше без втрати якості. У випадку з лазерами різної потужності там, де потрібна максимальна точність, установка використовує 400 Вт лазер, а для збільшення швидкості на простих ділянках (заштриховка площ) - 1000 Вт лазер.

#### 4.4 Вибір матеріалу

Згідно технічного завдання деталь «Ланка» має бути виготовлена з Титану, тому доцільно використати порошковий технічно чистий титан CL 42TI або порошковий сплав на основі титану CL 41TI ELI.

CL 42TI - це технічно чистий титановий порошок, до складу якого включені тільки ASTM F67 і ASTM B348 grade 2. Виготовлені з використанням даного сплаву вироби мають щільною й однорідною текстурою, що дозволяє застосовувати його для одиничного і серійного виготовлення різних деталей, які використовуються в авіації, аерокосмічної промисловості. Термічна обробка виробів з CL 42TI повинна проводитися в аргонової середовищі при нагріванні до 1000 ° C (4 години до ряду), після чого вони можуть бути охолоджені до 70 ° C в печі.

[Введіть текст]					TMM.КвР.18.06.00.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Хімічний склад:

- Ti – основа;
- Fe - 0-0,30;
- C - 0-0,8;
- O - 0-0,25;
- N - 0-0,03;
- H - 0-0,015;

Технічні дані порошку технічно чистого титану:

- Межа плинності Re - 530 - 570 Н / мм<sup>2</sup>;
- Межа міцності на розрив Rm - 600 - 620 Н / мм<sup>2</sup>;
- Подовження A - 15,5 - 20%;
- Модуль Юнга - приблизно 110 кН / мм<sup>2</sup>;
- Теплопровідність  $\lambda$  - 21 Вт / м \* К;
- Коефіцієнт термічного розширення -  $8,9 \times 10^{-6}$  К<sup>-1</sup>;

CL 41Ti ELI - це порошковий сплав на основі титану, хімічний склад якого відповідає ASTM F136-02a (ELI Grade 23). Даний сплав застосовується для адитивного виробництва виробів полегшеного типу в таких галузях промисловості, як автомобільна, аерокосмічна, а також виготовленні високоякісних протезів і медичних імплантатів різного призначення, в тому числі біонічних компонентів. Відмінні показники сплаву (простота в роботі, економну витрату, біологічна сумісність) дозволяють використовувати його також для виготовлення різних компонентів з передбаченої системою внутрішнього охолодження.

Хімічний склад:

- Ti – основа;
- Al - 5,5-6,5;
- V - 3,5-4,5;

[Введіть текст]									ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

- Fe - 0-0,25;
- C - 0-0,8;
- N - 0-0,05;
- H - 0-0,012;

Технічні дані CL 41TI ELI:

- Межа плинності Re - 900 - 1200 Н / мм<sup>2</sup>;
- Межа міцності на розрив Rm - 1100 - 1300 Н / мм<sup>2</sup>;
- Подовження A - 5 - 10%;
- Модуль Юнга - приблизно 110x10<sup>3</sup> Н / мм<sup>2</sup>;
- Теплопровідність  $\lambda$  - 7 Вт / м \* К;
- Коефіцієнт термічного розширення - 9x10<sup>-6</sup> К<sup>-1</sup>;

Так як деталь «Ланка» входить до складу агрегатів шасі літака АН – 148, а саме, однією з деталей підкосу опори що складається. Вона призначена для сприйняття бокових зусиль, діючих на стійку при розбігу, пробігу та рулінні. Виходячи з вище сказаного можна зробити висновок що для виготовлення даної деталі доцільніше використати CL 41TI ELI що забезпечить необхідні експлуатаційні властивості.

Вході даного дослідження розвитку 3D друку металами можна зробити висновки виділивши такі переваги та недоліки:

#### Переваги

- можливість друку металевих деталей;
- можливість друку об'єктів зі складною геометрією та високою точністю;
- можливість роздрукувати готові до використання деталі для авіації, автомобільної промисловості і т. д.
- здатність друкувати медичні імплантати (з титану).

#### Недоліки

- велика ціна на обладнання;

[Введіть текст]				ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			

- необхідність забезпечення дорожньої інфраструктури
- немає можливості укладання виробів - хоча це технологія порошків, необхідно використовувати опори;
- дуже складна постобробка - металеві деталі повинні бути механічно відділені від робочого столу 3D-принтера (який також зроблений з металу) і несучих конструкцій; може знадобитися додаткова обробка деталей шляхом фрезерування і / або полірування;
- дуже складна підготовка моделей для 3D-друку - технологія 3D-металлопечаті - найскладніший і найбільш просунутий метод; друк великих і складних деталей вимагає правильної їх компоновки на робочому столі і проектування опорних конструкцій, які будуть добре утримувати і в той же час бути легко видалені пізніше.

[Введіть текст]				ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ЗГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розроблено прогресивну технологію обробки деталі «Ланка» в умовах серійного виробництва, розглянуто інноваційні технології в програмах CAD/CAM систем. Операції формоутворення поверхні деталі досліджені для нових верстатів з ЧПК, як прогресивної технології.

Докладно описані конструкторські та технологічні особливості. Зроблена оцінка технологічності конструкції деталі. Проаналізовано обраний метод отримання заготовки з порівнянням інших способів, проведений розрахунок мінімальних припусків. На підставі розрахунку запропоновані технологічні маршрути обробки деталі. Зроблені розрахунки режимів різання, з використанням норм часу. У проекті виконано підбір прогресивного ріжучого інструменту, проектованого пристосування, спеціального вимірювального пристрою, а також обґрунтування і вибір ріжучого інструменту та верстатів. Проаналізовані обрані верстати, зроблений параметричний аналіз.

Проведений аналіз отримання заготовки деталі «Ланка» методом 3D друку, що дозволить максимально зменшити об'єм механічної обробки в порівнянні з литтям та штампуванням. Досягти необхідної точності деталі можливо, але складно досягти необхідної чистоти поверхні щоб отримати готову деталь методом друку без подальшої механічної обробки. Якщо все ж таки друкувати дану деталь, необхідно допрацювати такі поверхні як різьблення та виконати чистову обробку отворів, щоб досягти необхідного параметру шорсткості. На даний момент технології тривимірного друку термопластичними матеріалами дозволяють виготовляти максимально точні моделі, для лиття по моделях що виплавляються, що також знизить кількість операцій механічної обробки, для отримання готової деталі, що буде відповідати вимогами конструкторського документу.

Для демонстрації можливостей технології 3D друку, деталь «Ланка» була надрукована на принтері в масштабі 1:1 з пластику PLA (біорозкладаний, біосумісний, термопластичний, аліфатичний поліефір, мономером якого є молочна кислота. Сировиною для виробництва служать щорічно поновлювані

[Введіть текст]										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

TMM.КвР.18.06.00.000.ПЗ

ресурси, такі як кукурудза і цукровий очерет) шаром 0,1 мм з стінкою 0,8 мм и заповненням 8 %.

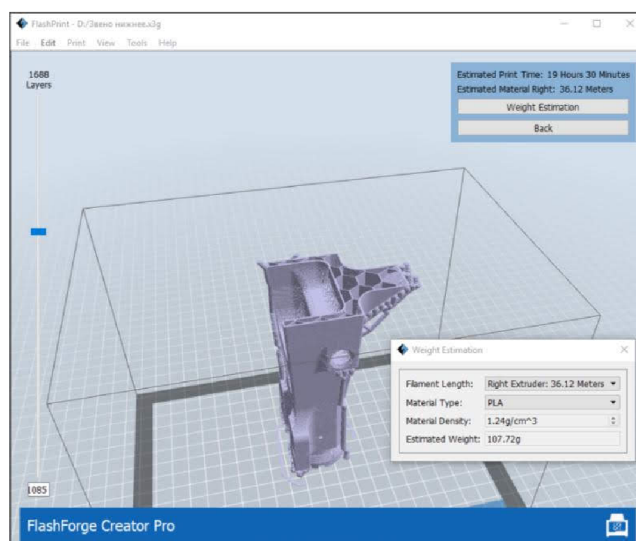
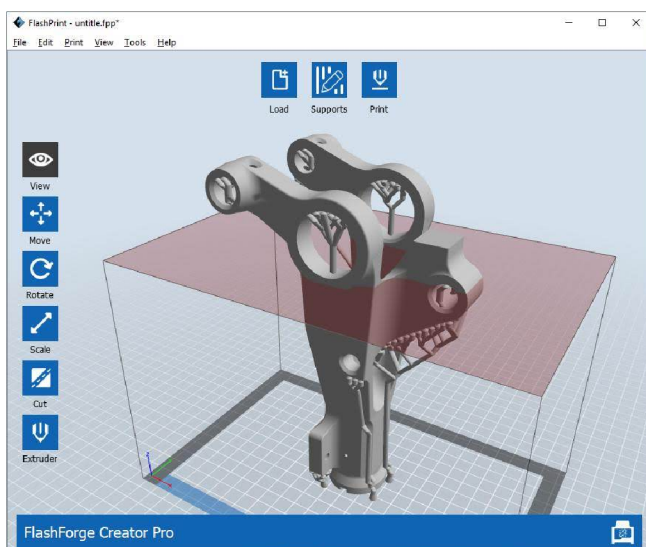


Рисунок 9 – деталь «Ланка» надрукована на 3D принтері

[Введіть текст]				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

TMM.КвР.18.06.00.000.ПЗ

Лист



## Перелік посилань

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск.: Высшейш. шк. 1983. – 288с.

2.ГОСТ 26645–85 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Взамен ГОСТ 1855–55, ГОСТ 2009–55; Введ. 01.01.86. –М.: Изд-востандартов, 1986. – 21с.

3. Кодирование технологической информации: Справочное пособие / С.Г. Пиньковский, В.Г. Олейниченко. – Д.: Национальный горный университет, 2003.– 24 с.

4. Комплектность и правила заполнения бланков технологических документов: Методическое пособие для самостоятельной работы / Сост. С.Г. Пиньковский, В.И. Холоша, Ю.Г. Кравченко. – Д.: Национальный горный университет, 2004.–34 с.

5. Марочник сталей и сплавов / Под ред. В.Г. Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989. – 638с.

6. Машиностроительные материалы: Краткий справочник / Под ред. В.М. Раскатова. – М.: Машиностроение, 1980. – 511с.

7. Обработка металлов резанием. Справочник технолога / Под ред. А.А.Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.

8. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ под ред. С.Ю. Романова.

9. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / Под ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. – 399 с.

10. Руденко П.А., Харламов Ю.А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. – К.: Вицшк. 1991. – 310 с.

11. Справочное пособие по назначению операционных припусков на механическую обработку табличным методом / Сост.: С.Г. Пиньковский, Ю.Г. Кравченко, В.Г. Олейниченко. – Д.: НГАУкраины, 2002.–15 с.

[Введіть текст]					ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ		<i>Лист</i>
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

12. Справочник технолога-машиностроителя. –4–е изд. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – Т.1. – 655 с.

13. Справочник технолога-машиностроителя. –4–е изд. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – Т.2. – 496 с.

14. Ловыгин А. А., Теверовский Л. В. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 279 с.

15. [www.renishaw.ru](http://www.renishaw.ru)

16. 3D печать. Коротко и максимально ясно. Авт. Роман Строганов.: LittleTinyH Books.

17. Как выбрать 3D принтер. Авт. Дмитрий Горьков.: 3D-Print-nt.ru.

[Введіть текст]									ТММ.КвР.18.06.00.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

			14	1
НТУ ДП	ТММ.КвР.18.06.00.000. ТД		2070743.01140.04001	
Ланка				

«Затверджую»

Головний інженер ( )  
« » \_\_\_\_\_ 200 р.

# ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС

МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

Виріб: АН-148

ПОГОДЖЕНО:

Метрол. контроль \_\_\_\_\_ ( )

Вед. технолог \_\_\_\_\_ ( )

Н. контроль Проців \_\_\_\_\_ ( )

Гол. спеціаліст \_\_\_\_\_ ( )

Нач. техбюро \_\_\_\_\_ ( )

Розробник Клеопа \_\_\_\_\_ ( )

Акт № \_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 р.

Підпис \_\_\_\_\_

Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
											Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата
											2070743.01140.04001			1	1					
Разраб	Клеопа				НТУ ДП				ТММ.КвР.18.06.00.000.ТД					02070743. 10101.00402						
	Пацера																			
Н. контр.	Проців				Ланка															
M01	Титан ВТ21Л/Виливка ГОСТ 26645-85																			
M02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Нрасх.	КИМ	Код загот			Профиль и размеры			КД	МЗ						
	-	кг	0,9	1	1,6	0,88	Виливка			1245x400x364.6			1	1.02						
А	Цех	Уч.	РМ	Опер	Код, наименование операции				Обозначение документа											
Б					Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт	
A 03	2	4	1	05	4237, Програмна				02070743.60140.00403; ТТИ102.25240.00105; ИОТ 1-11											
Б 04	041600, EXTRON L800							-	15292	6	-	1	1	1	20	37	18			
	05																			
A 06	2	4	1	10	4237, Програмна				02070743.60140.00404; ТТИ102.25240.00105; ИОТ 1-11											
Б 07	041600, EXTRON L800							-	15292	6	-	1	1	1	20					
	08																			
A 09	3	2	5	15	0260, Контрольна				02070743.30103.04110; ТТИ102.25240.00105											
Б 10	EXTRON L800/ Щупи RENISAW							-	6	-	1	1	1	20						
	11																			
	12																			
	13																			
	14																			
	15																			
	16																			

Дубл.														
Взам.														
Подл.														


02070743.10101.00402										2		1	
Разраб	Клеопа			НТУ ДП			ТММ.КвР.18.06.00.000.ТД			02070743.			
	Пацера									60140.00403			
Н. контр.	Проців			Ланка						2	4	1	05

Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД
Програмна		Титан ВТ21Л		981...1080	кг	0.9	202,5x126,5x94			1.02	1
Оборудование, система ЧПУ		Обозначение программы		То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ			
EXTRON L800, Mitsubishi M70V		143-0		13.8	3.9	37	18	-			

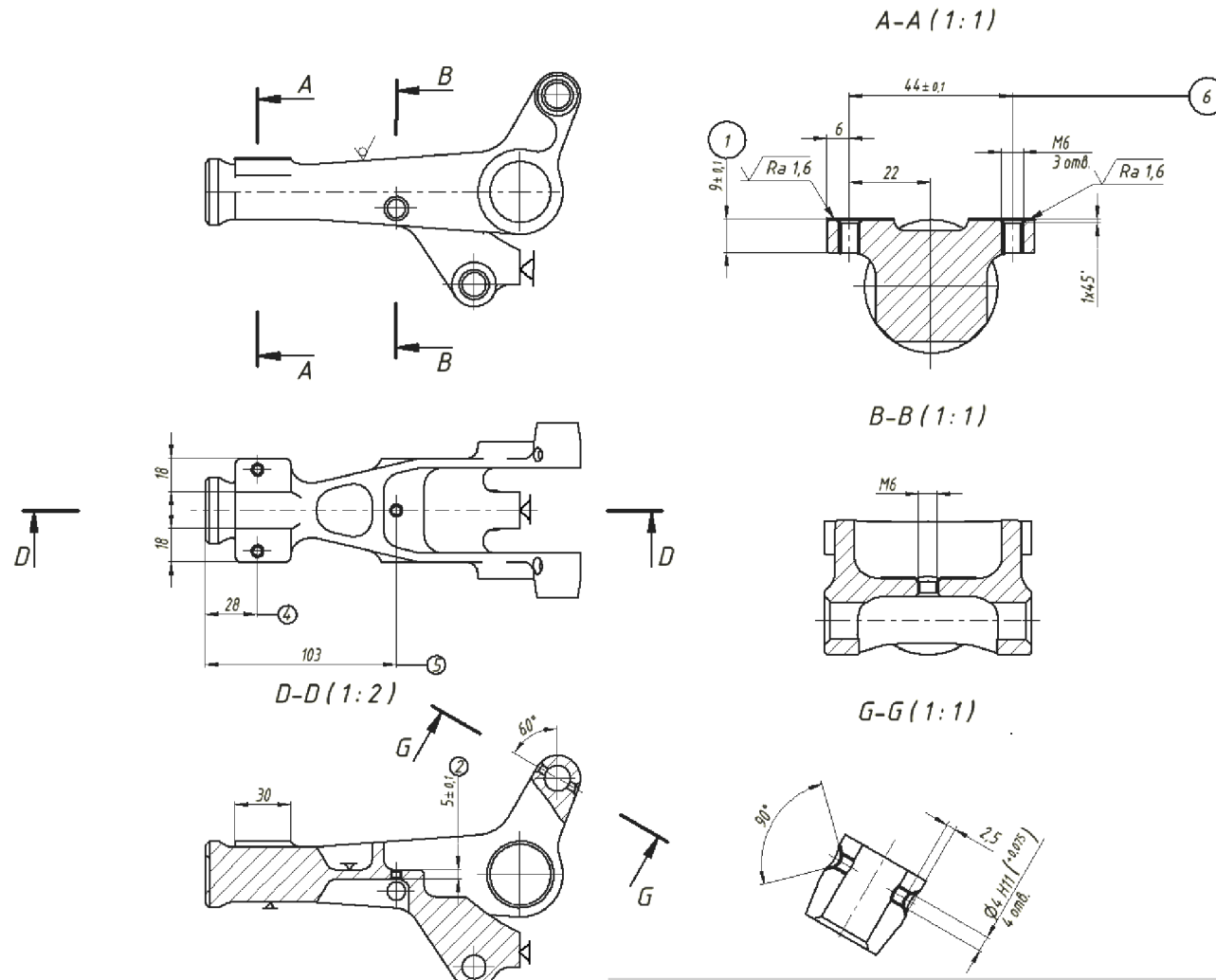
Р	ПИ	Д или В, мм	L, мм	t, мм	i	S, мм/мин	n, об/мин	V, м/мин	
О 01	Встановити, закріпити та зняти деталь							2,3	
Т 02	293260, Пристрій спеціальний								
03									
О 04	Фрезерувати площини, витримуючи розміри 1 ,2,							0,15 4,8	
Т 05	292230, Патрон цанговий Eroglu 505.01.25 DIN 6391; 282410, Концевая фреза TNFR 080-12S								
Р 06	1	8	150	1	1	1250	3500	110	
О 07	Свердлувати три отвори, витримуючи розміри 4, 5, 6,							0,03 2	
Т 08	292230, Патрон цанговий Eroglu 505.01.25 DIN 6391; 282410, Свердло NHD 050-020-06 PE3;								
Р 09	2	17,5	30	2,5	1	250	4500	80	
О 10	Фрезерувати три різьблення М6							0,03 1,5	
Т 11	292230, Патрон цанговий Eroglu 505.01.25 DIN 6391;								
Т 12	282250, Різьбонарізна фреза STMHCR06048L 12-II.00ISO ;								
Р 13	3	6	30	0,5	1	50	3500	80	

Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
											Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата
																02070743.10101.00402			2	
											ТММ.КвР.18.06.00.000.ТД					02070743. 60140.00403			05	
Р					ПИ	Д или В, мм	L, мм	t, мм	i	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин								
О 01	Свердлувати два наскрізних отвори $\varnothing 3.8$ мм																0,03	1,5		
Т 02	292230, Патрон цанговий Eroglu 505.01.25 DIN 6391; 282410, Сверло NHD 038-017-06 PE3																			
Р 03					4	3,8	60	1,9	1	250	4500	60								
04																				
О 05	Фрезерувати п'ять фасок $1 \times 45^\circ$ мм																			
Т 06	292230, Патрон цанговий Eroglu 505.01.25 DIN 6391; 282410, Фреза TNFR 030-12S																0,05	1		
07					5	3	180	1	1	750	4000	150								
08																				
О 09	Розгорнути два отвори $\varnothing 4^{+0,075}$ мм																			
Т 10	292230, Патрон цанговий Eroglu 505.01.25 DIN 6391; 282410, TS-S0400-SC																0,05	3		
Р 11					6	4	60	0,1	1	10	100	3								
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата
02070743.60140.00403								1	1

Разраб	Клеопа Пацера			НТУ ДП	ТММ.КвР.18.06.00.000.ТД		02070743. 20140.00403				
Н. контр.	Проців			Ланка				2	4	1	05



Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																					
										Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		
										02070743.10101.00402				4	1						
Разраб	Клеопа																				
	Пацера																				
										НТУ ДП				ТММ.КвР.18.06.00.000.ТД				02070743. 60140.00404			
										Ланка				2	4	1	10				
Н. контр.	Проців																				
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД				
Програмна				Титан ВТ21Л				981...1080		кг	0.9	202,5x126,5x94				1.02	1				
Оборудование, система ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ									
EXTRON L800, Mitsubishi M70V				143-10				-	-	-	-	-									
Р					ПИ	D или B, мм		L, мм		t, мм	i	S, мм/об		n, об/мин	V, м/мин						
О 01	Встановити, закріпити та зняти деталь																				
Т 02	293260, Пристрій спеціальний																				
03	Позиція 1																				
О 04	Фрезерувати площину А начисто																				
Т 05	292230, Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391; 282410, Концевая фреза TNFR 080-12S																				
06																					
О 07	Фрезерувати начорно, витримавши розміри $\varnothing 33^{+0,025}$ мм; $\varnothing 14^{+0,043}$ мм; $\varnothing 13^{+0,027}$ мм; $\varnothing 10^{+0,015}$ мм;																				
Т 08	292230, Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391; 282410, Концевая фреза TNFR 080-12S																				
09																					
О 10	Свердлувати отвір, витримавши розмір 2 мм																				
Т 11	292230, Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391; 282410, Сверло NHD 020-014-06 PE3																				
12																					
13																					





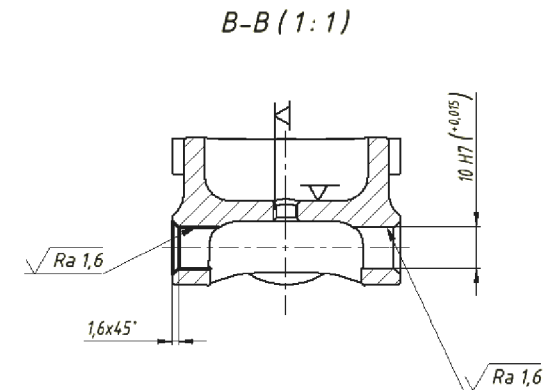
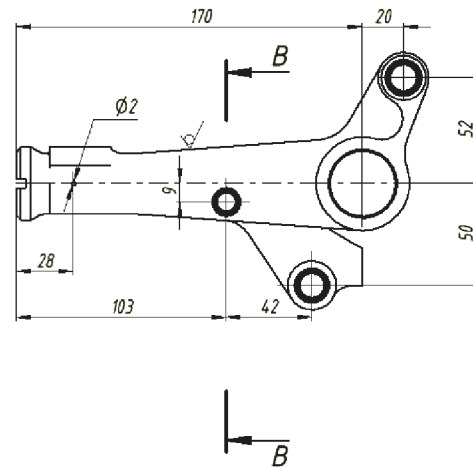
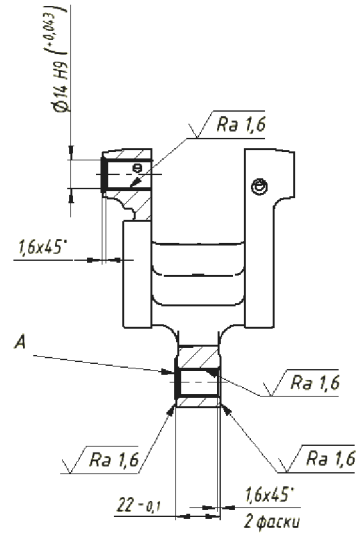
Дубл.	Взам.	Подл.	Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата
										02070743.10101.00402		3
						ТММ.КвР.18.06.00.000.ТД				02070743. 60140.00404		10
Р	ПИ	Д или В, мм	L, мм	t, мм	i	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин				
01	Позиція 4											
02	Фрезерування площини начисто 5											
03	292230, Патрон цанговий Eroglu 505.01.25 DIN 6391; 282410, Концевая фреза TNFR 080-12S											
04												
05	Фрезерувати начорно, витримавши розміри 1,2,3,											
06	292230, Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391; 282410, Концевая фреза TNFR 080-12S											
07												
08	Фрезерувати начисто, витримавши розміри 1,2,3,4											
09	292230, Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391; 282410, Концевая фреза TNFR 080-12S											
10												
11	Фрезерувати три фаски 1,6x45 °											
12	292230, Патрон цанговий Eroglu 505.01.25 DIN 6391; 282410, Фреза TNFR 030-12S											
13												
14	Позиція 5											
15	Свердлувати отвір Ø17,4 мм											
16	292230, Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391; 282410, Сверло TCD 175x42x20T3-M20											
17												
18												

Дубл.																							
Взам.																							
Подл.					Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата									
														02070743.10101.00402		4							
										ТММ.КвР.18.06.00.000.ТД				02070743. 60140.00404			10						
Р						ПИ	Д или В, мм	L, мм	t, мм	i	S, мм/об	п, об/мин	V, м/мин										
О 01	Фрезерувати різьблення М20																						
Т 02	292230, Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391; 282410, Різьбонарізна фреза STMHCR20048L 60-I1.00ISO																						
03																							
О 04	Фрезерування пазів 4,5x4,5 мм																						
Т 05	292230, Оправка SCA; 283240, Дискова фреза TSM 160FG-03-40N-Z018 с пластинами ZNHT018-04																						
06																							
О 07	Фрезерувати фаски 2,5x45° мм																						
Т 08	292230, Патрон цанговий Eroglu 505.01.25 DIN 6391; 282410, Фреза TNFR 030-12S																						
Т 09																							
Т 10																							
11																							
12																							
13																							
14																							
15																							
16																							
17																							
18																							

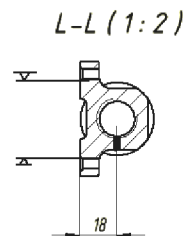
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата
					02070743.60140.00404			3	1

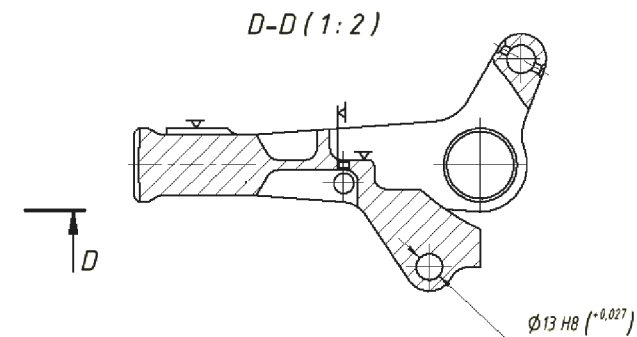
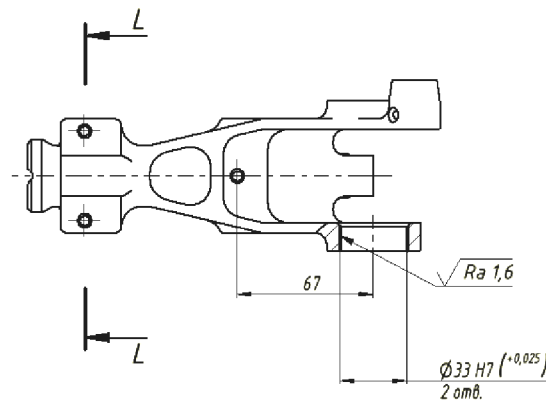
Разраб	Клеопа Пацера			НТУ ДП	ТММ.КвР.18.06.00.000.ТД			02070743. 20140.00404			
Н. контр.	Проців			Ланка				2	4	1	10



Позиция 1



D1



D

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

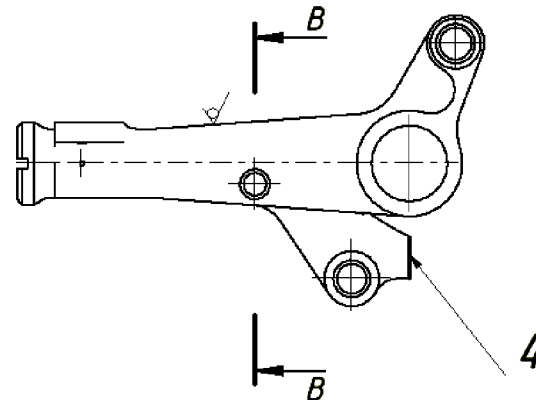
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата
							02070743.60140.00404		2

ТММ.КвР.18.06.00.000.ТД

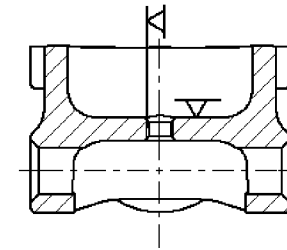
02070743.  
20140.00404

10

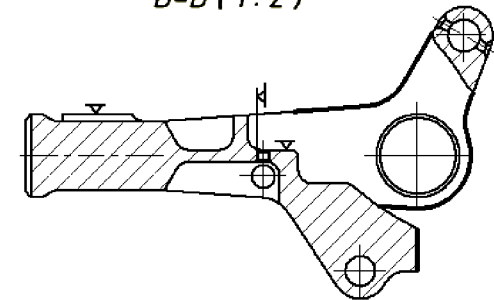
Позиция 2



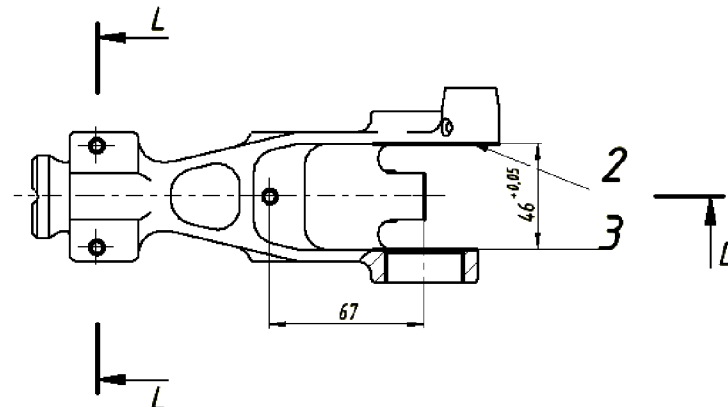
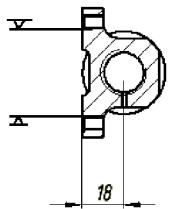
B-B (1:1)



D-D (1:2)



L-L (1:2)



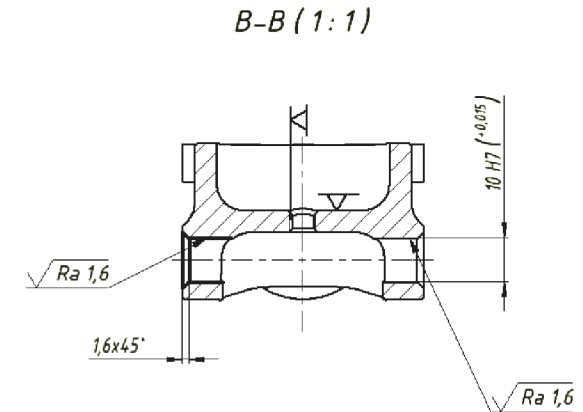
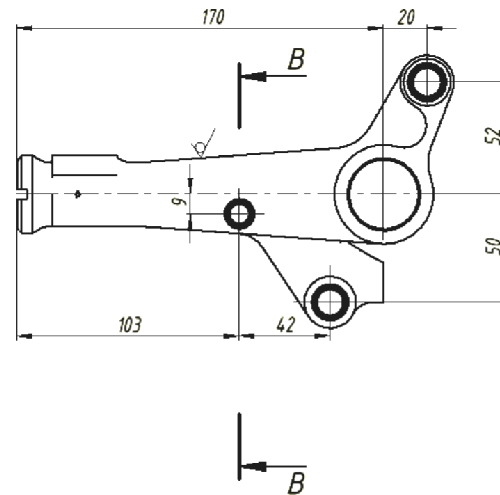
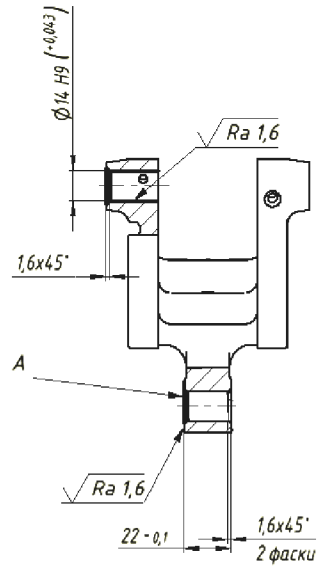
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата
							02070743.60140.00404		3

ТММ.КвР.18.06.00.000.ГД

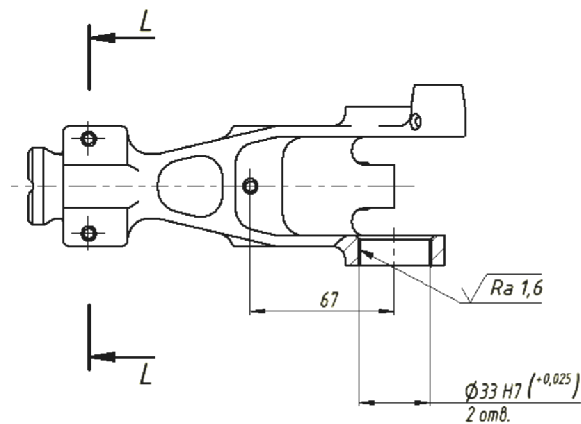
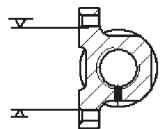
02070743.  
20140.00404

10

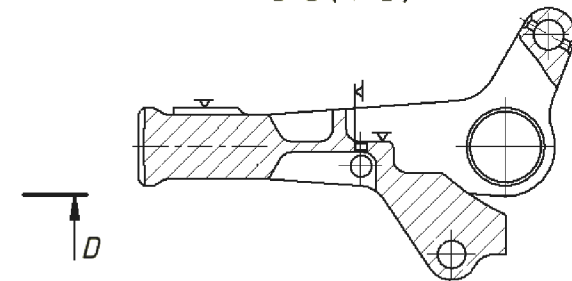


Позиция 3-4

L-L (1:2)



D-D (1:2)



Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------	------	------	----------	---------	------

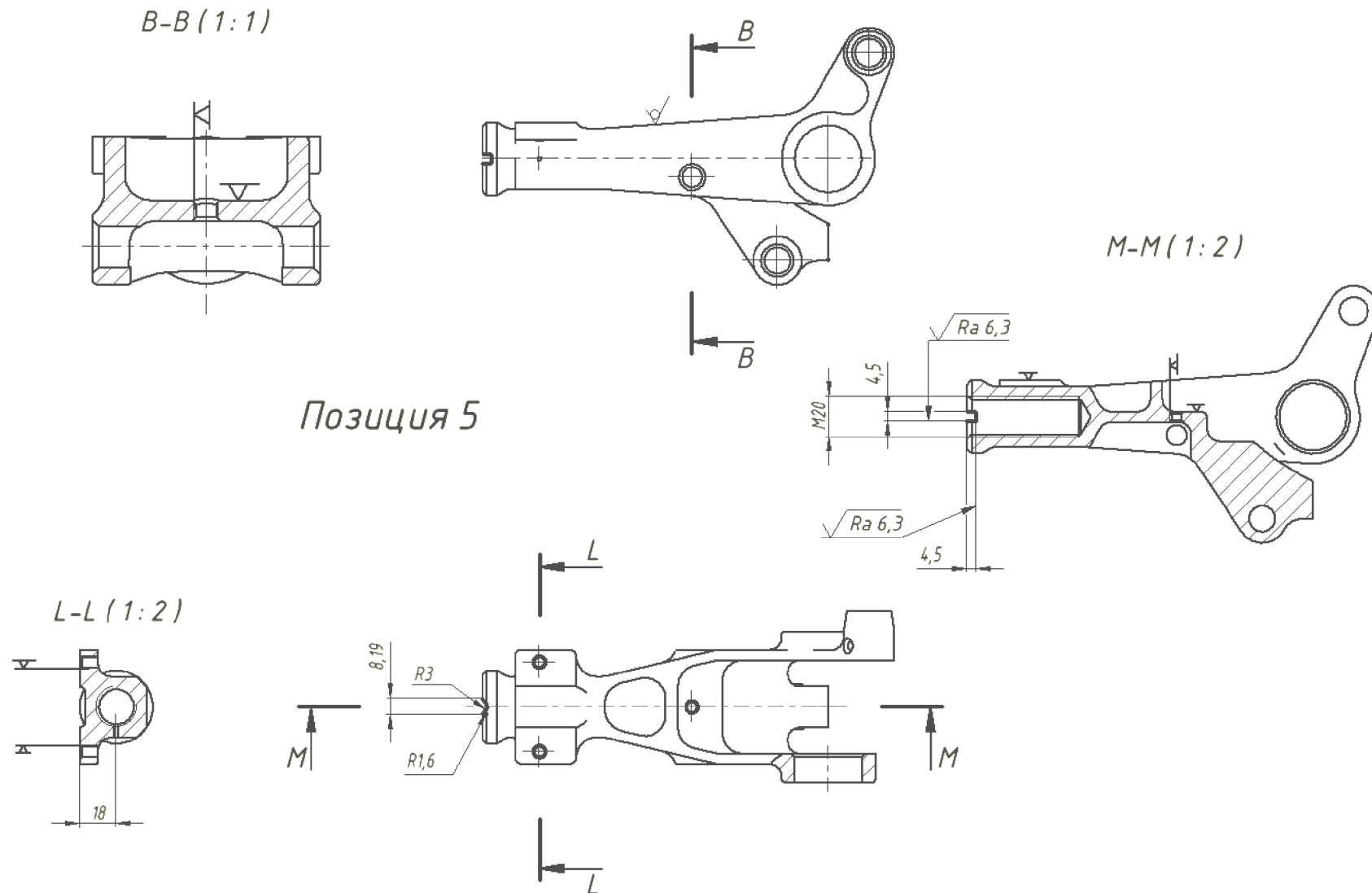
02070743.60140.00404

4

ТММ.КвР.18.06.00.000.ГД

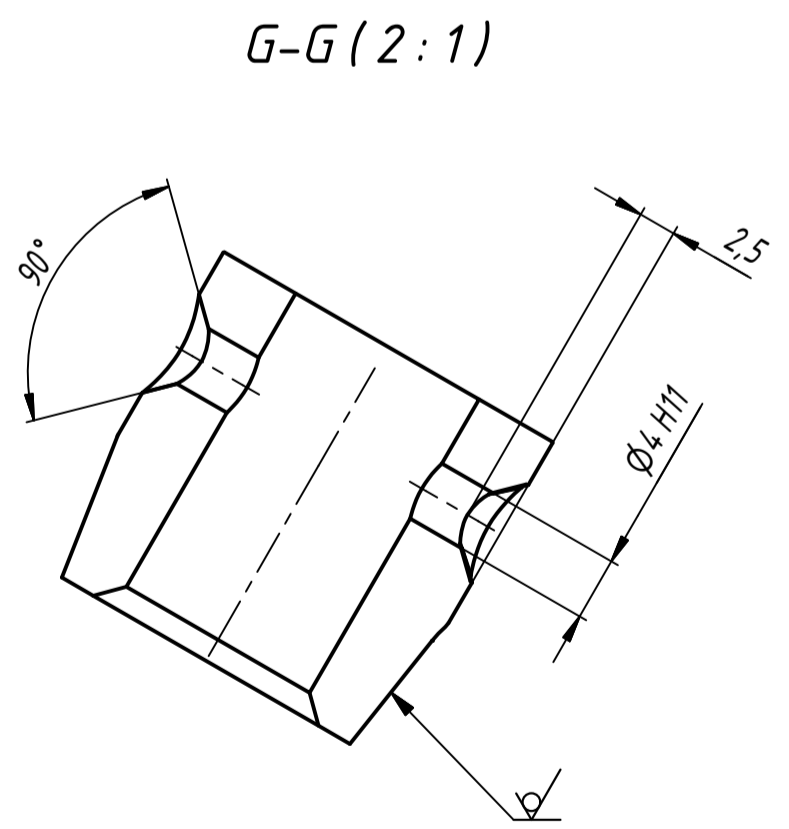
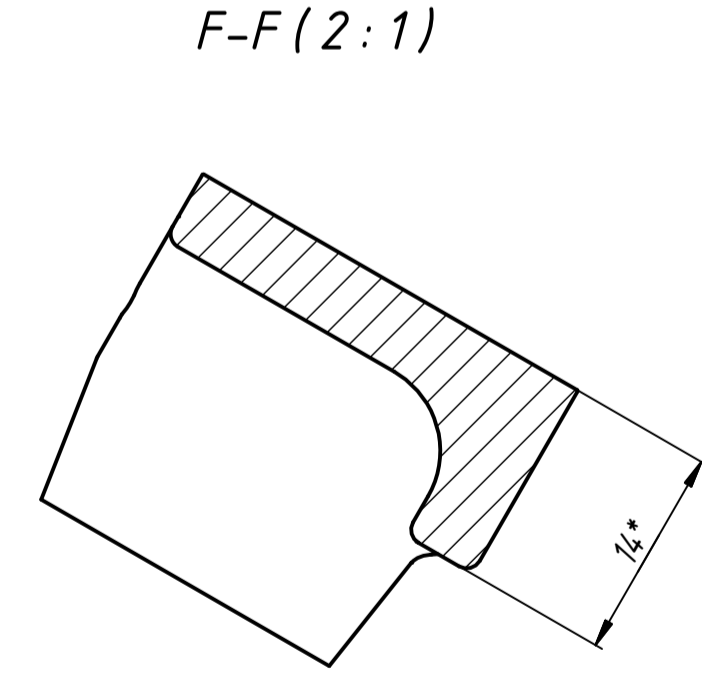
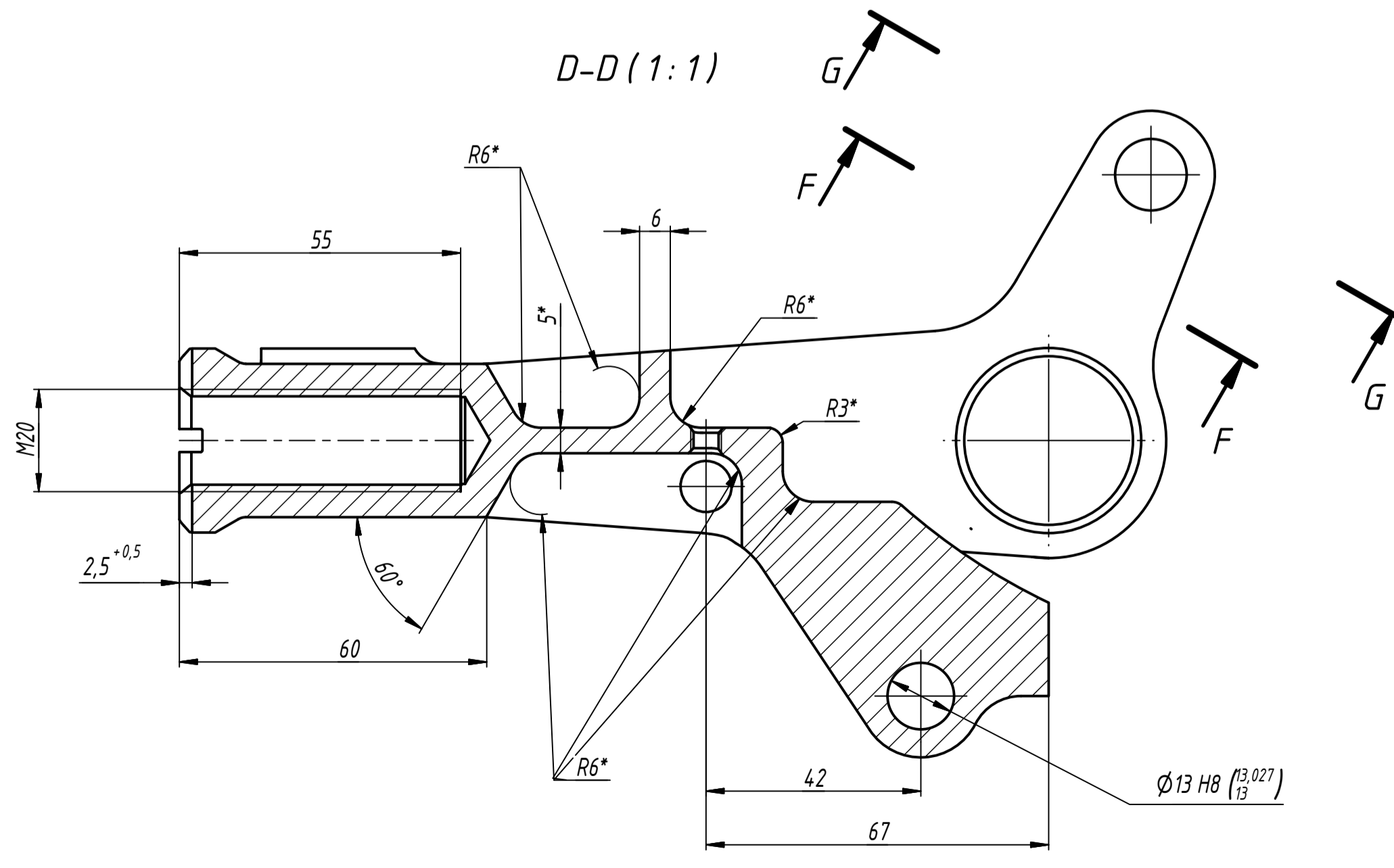
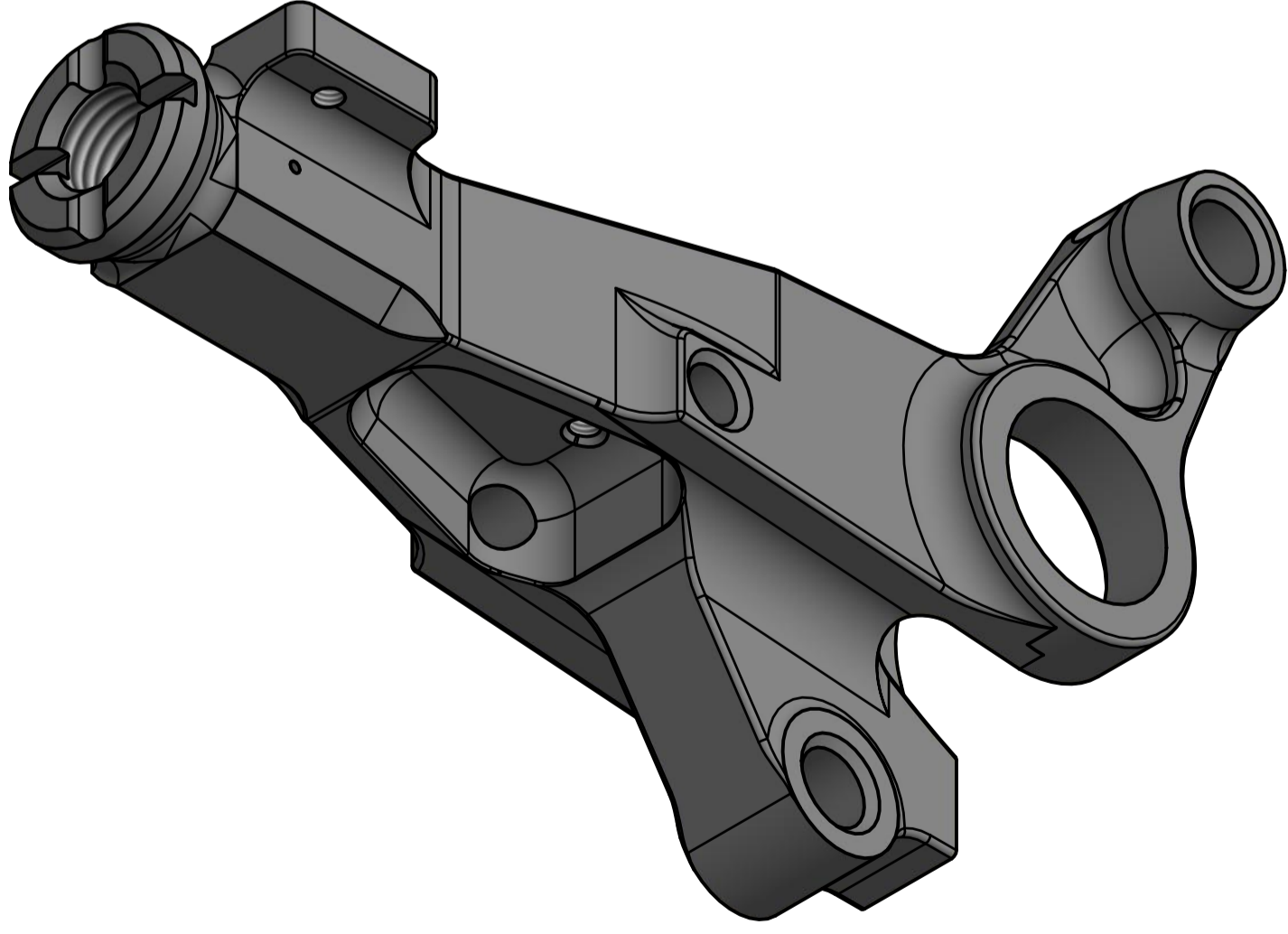
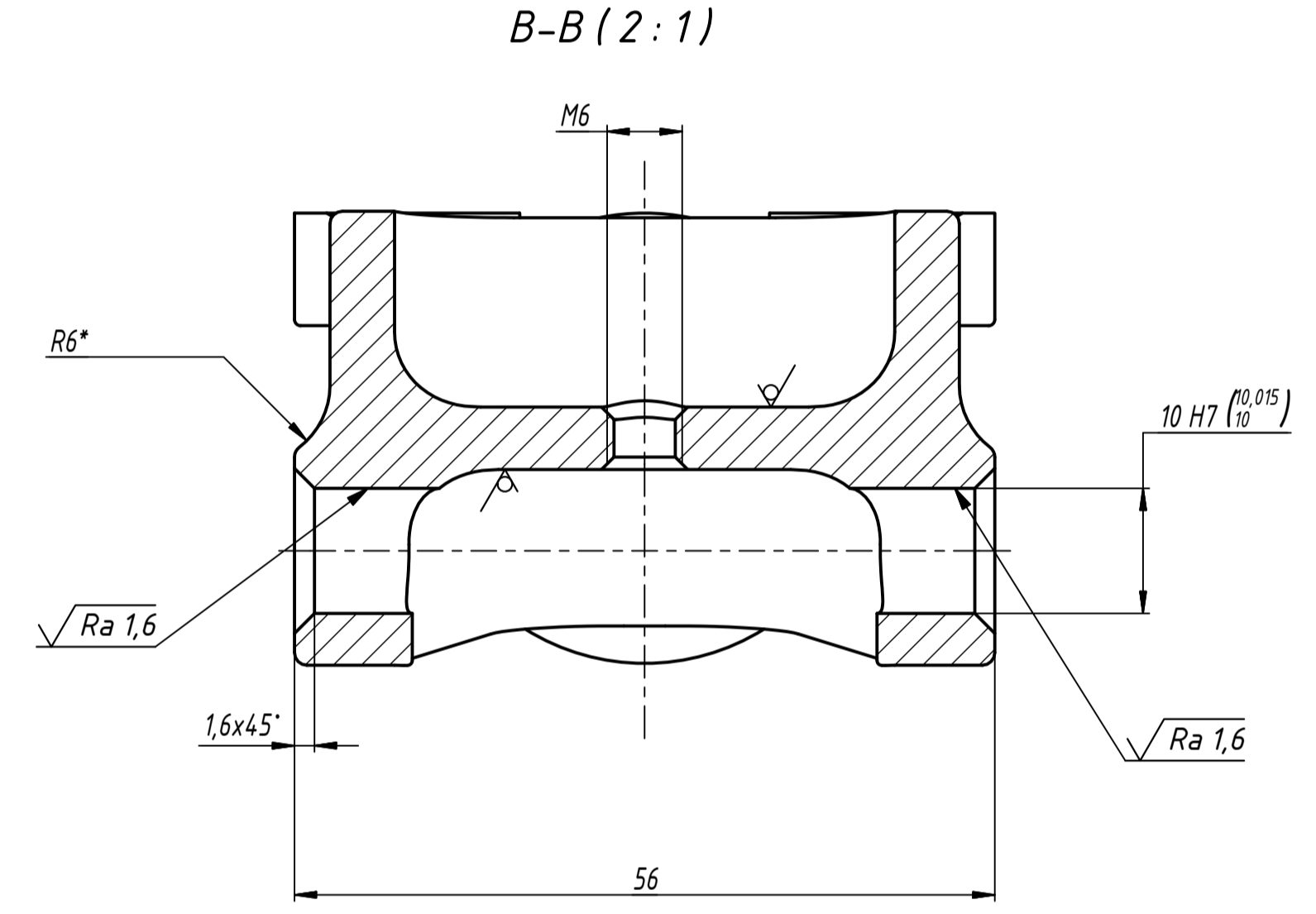
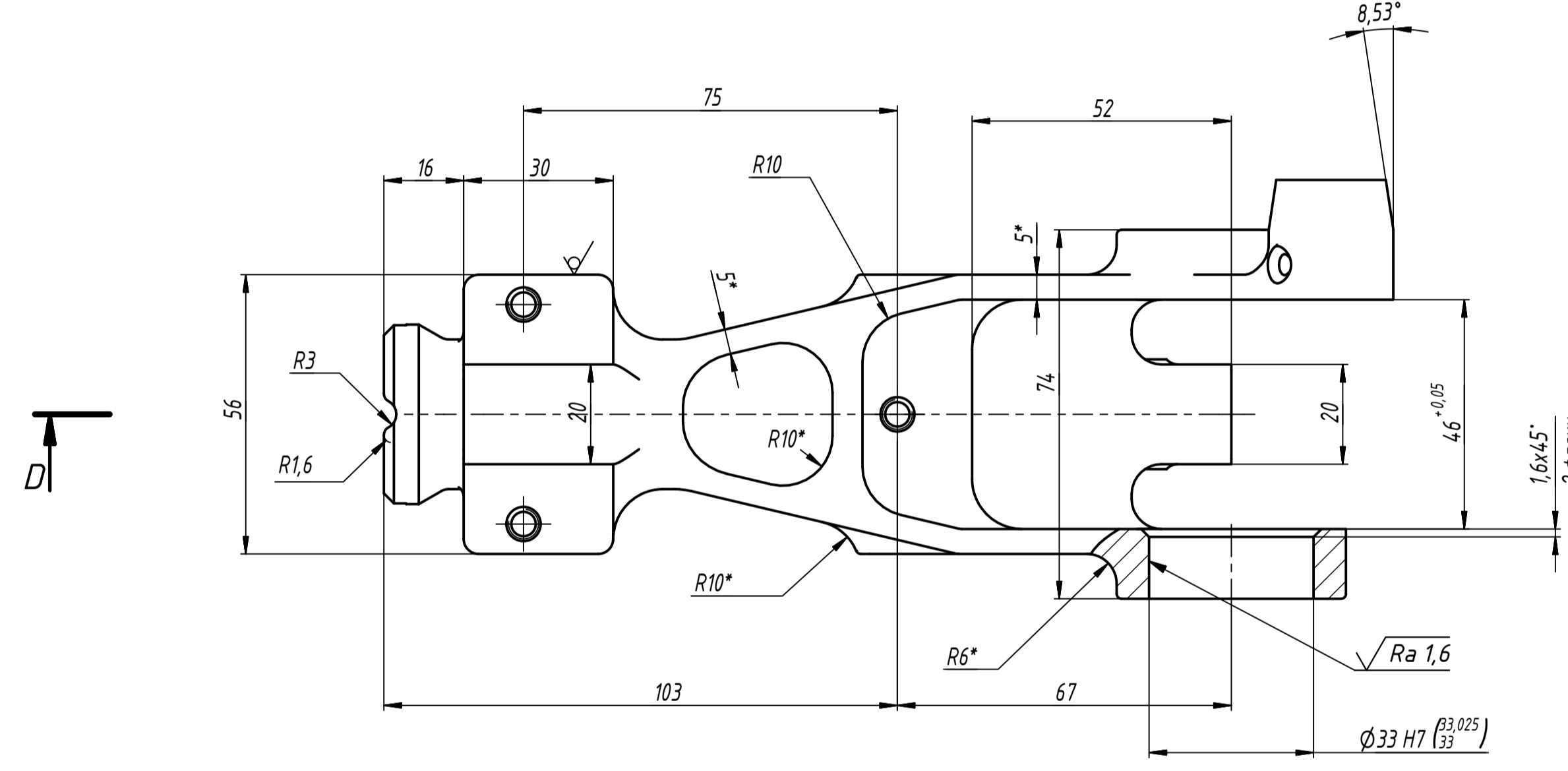
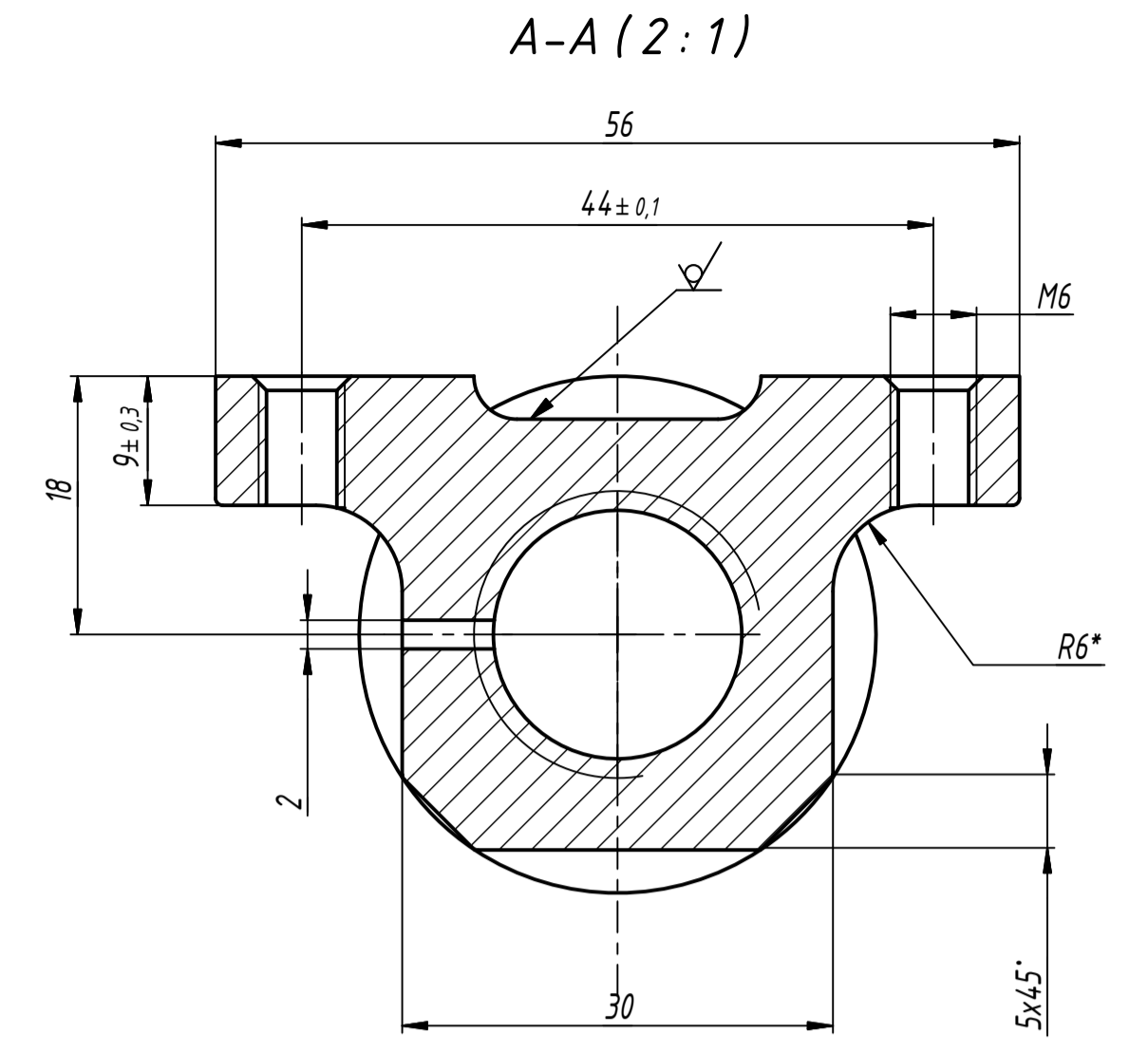
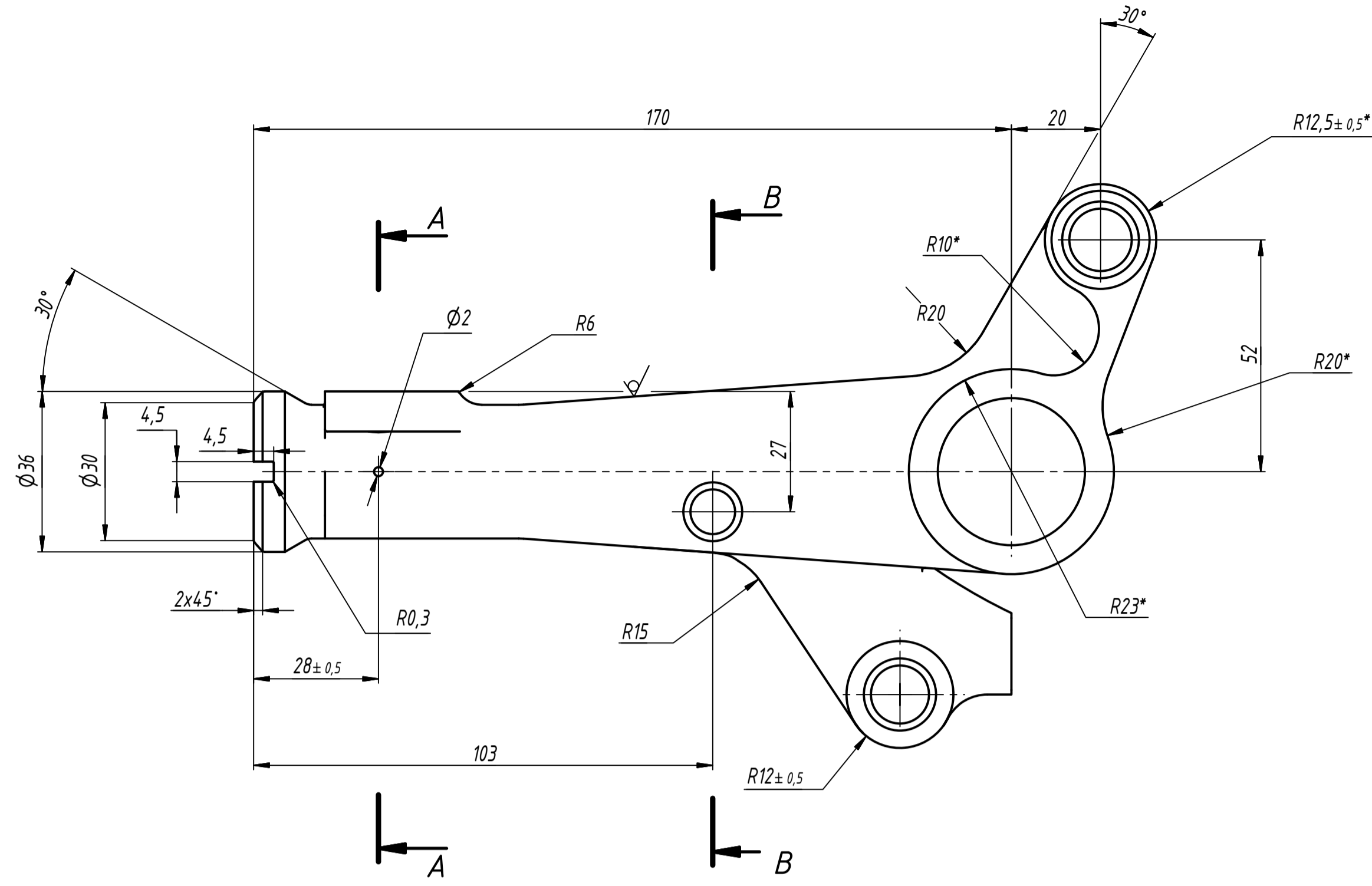
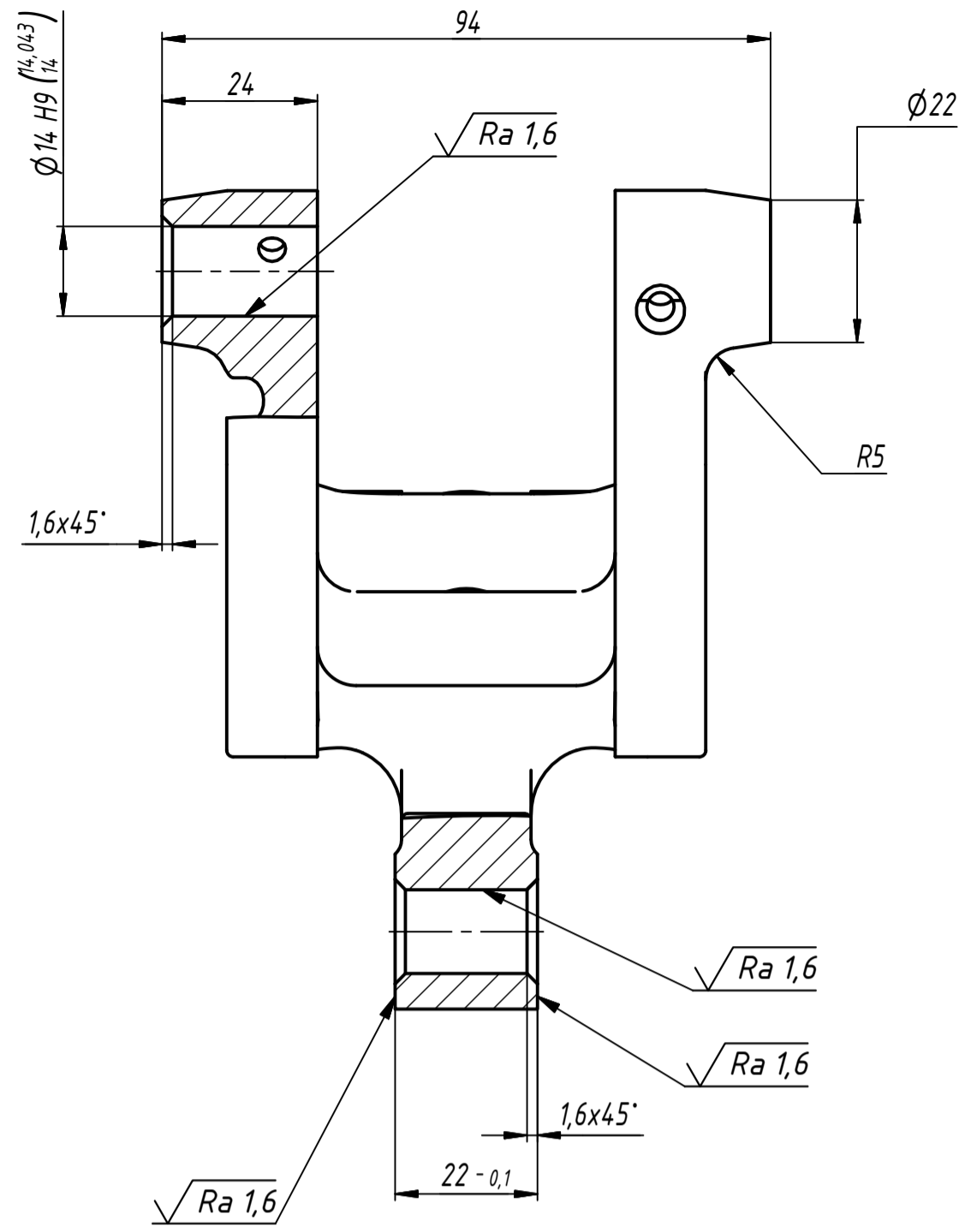
02070743.  
20140.00404

10





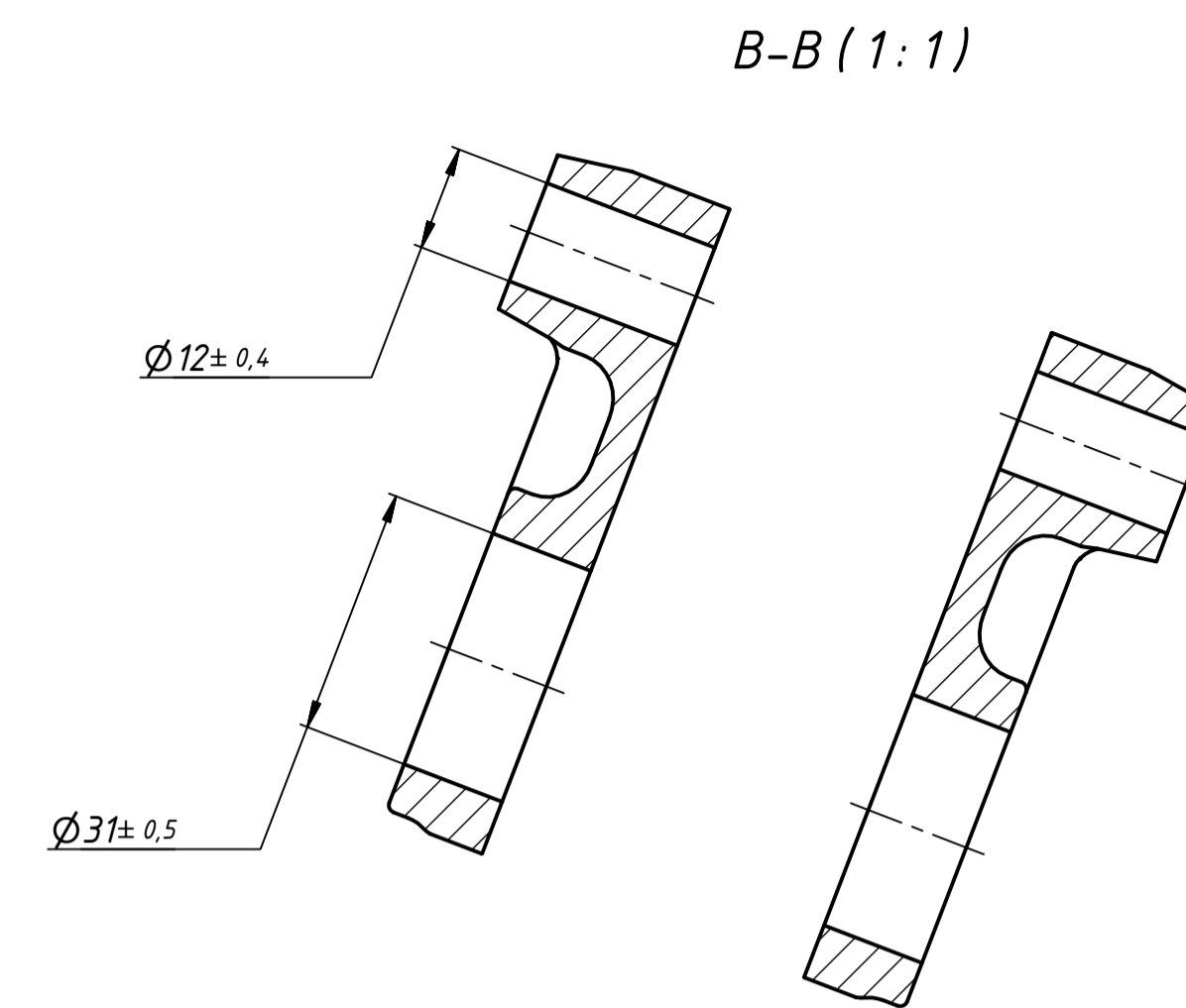
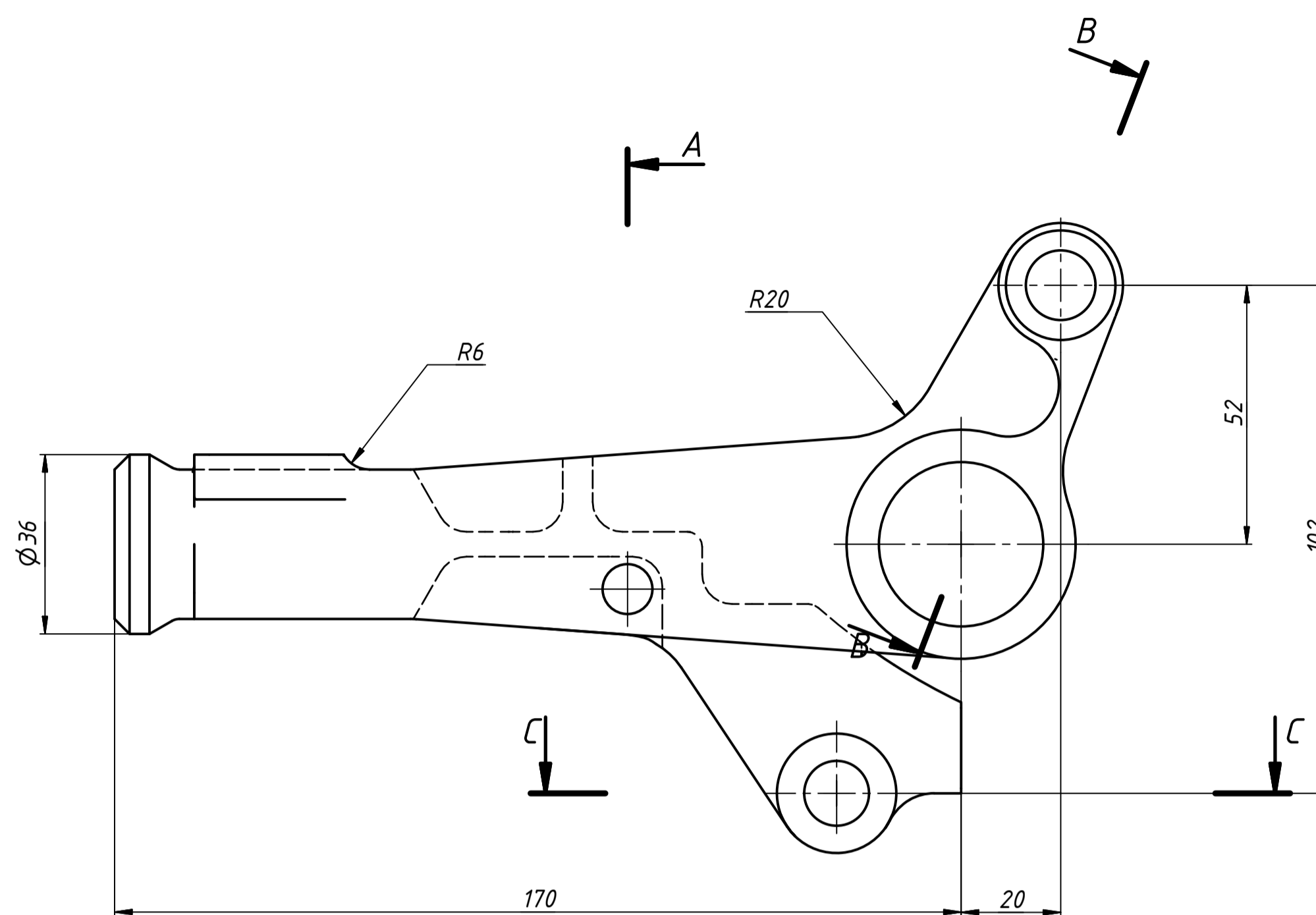
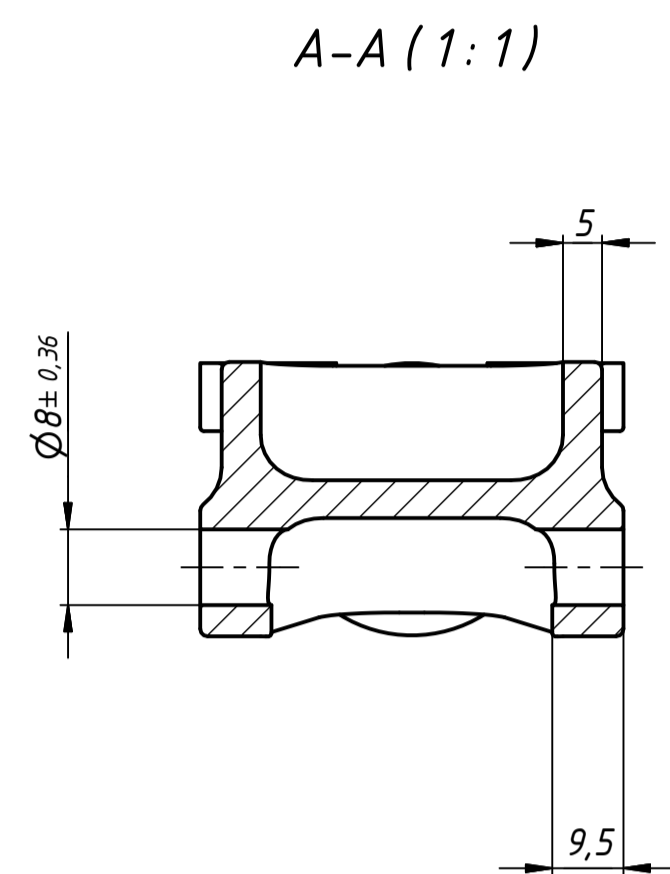
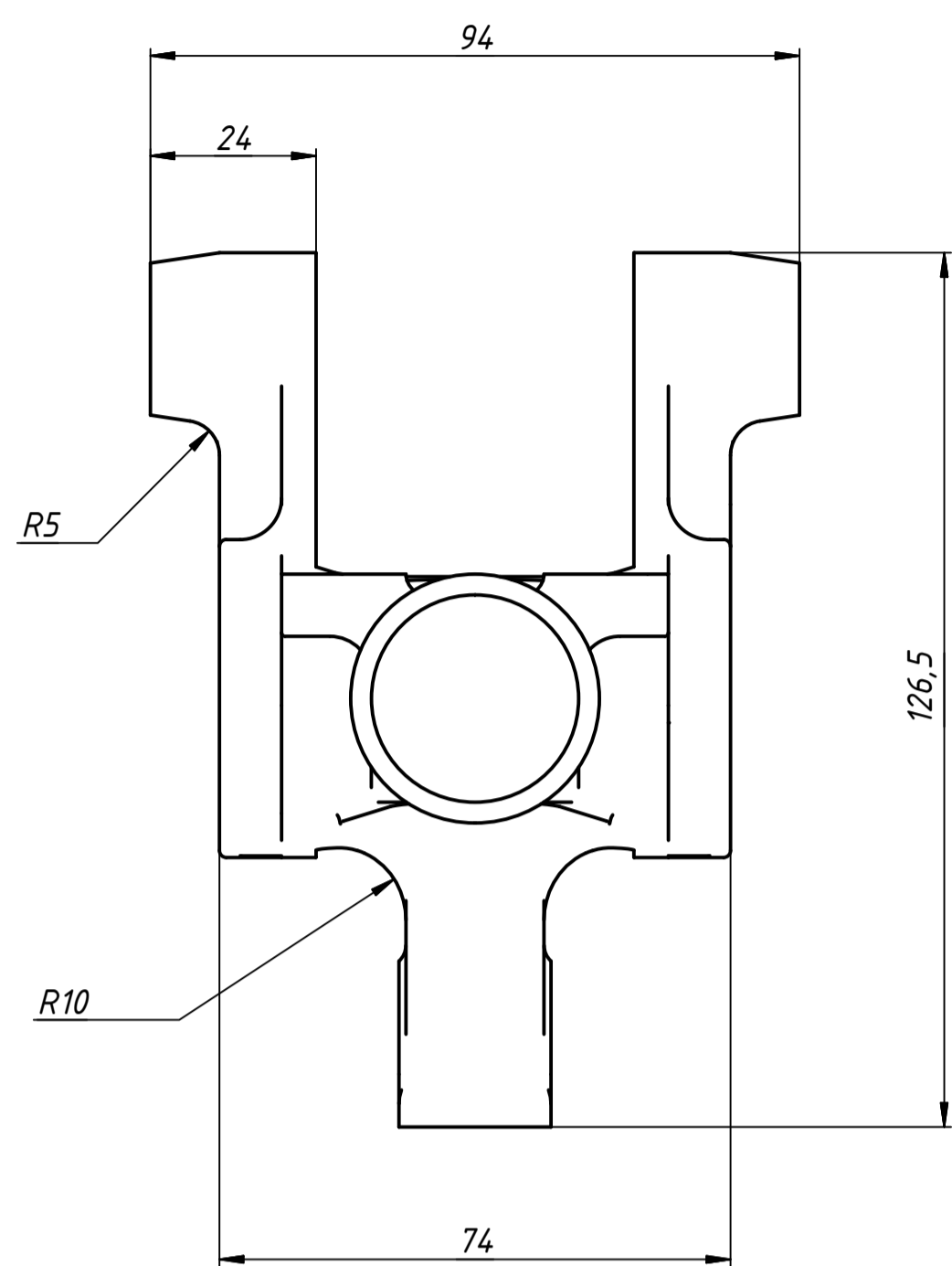




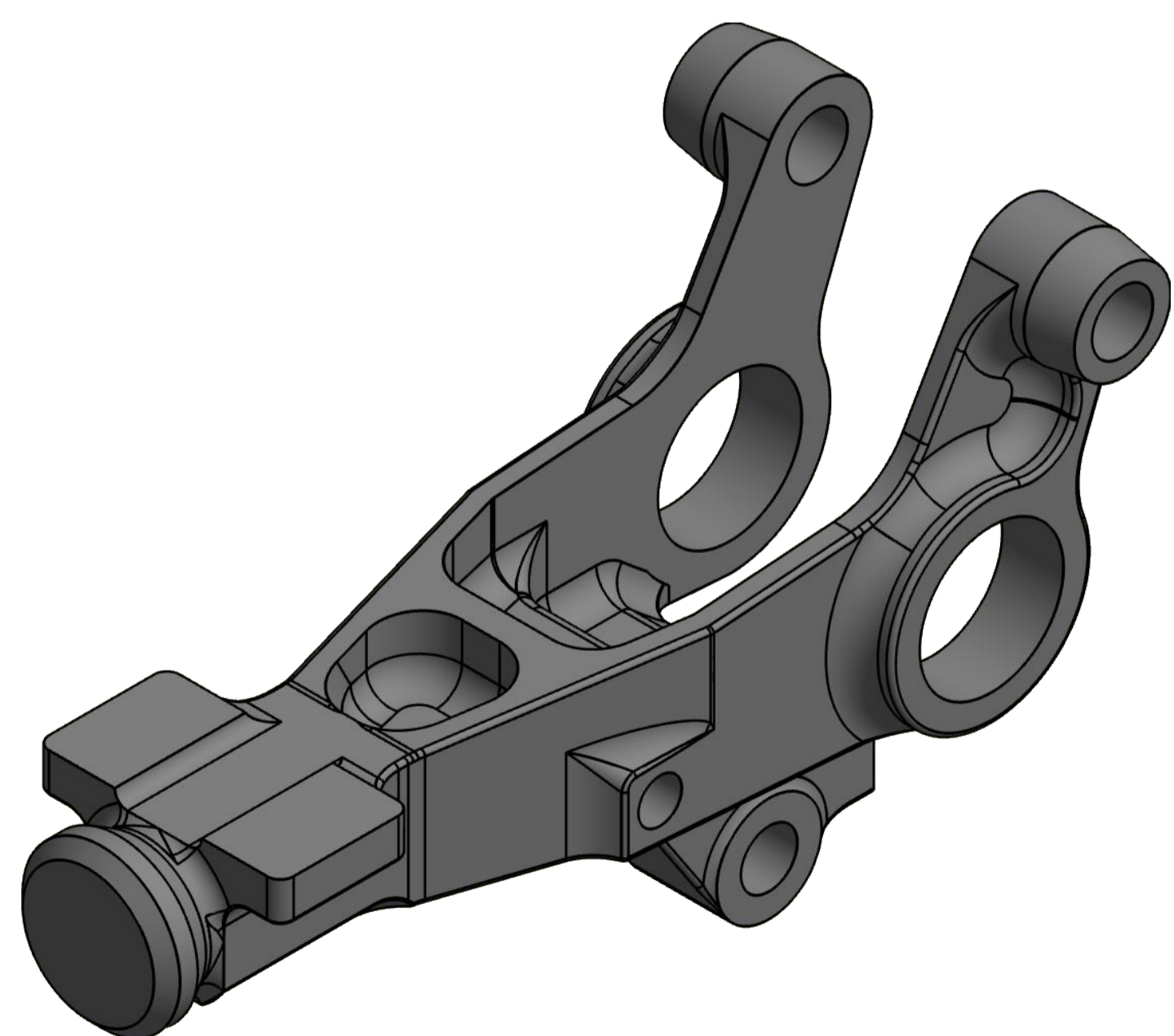
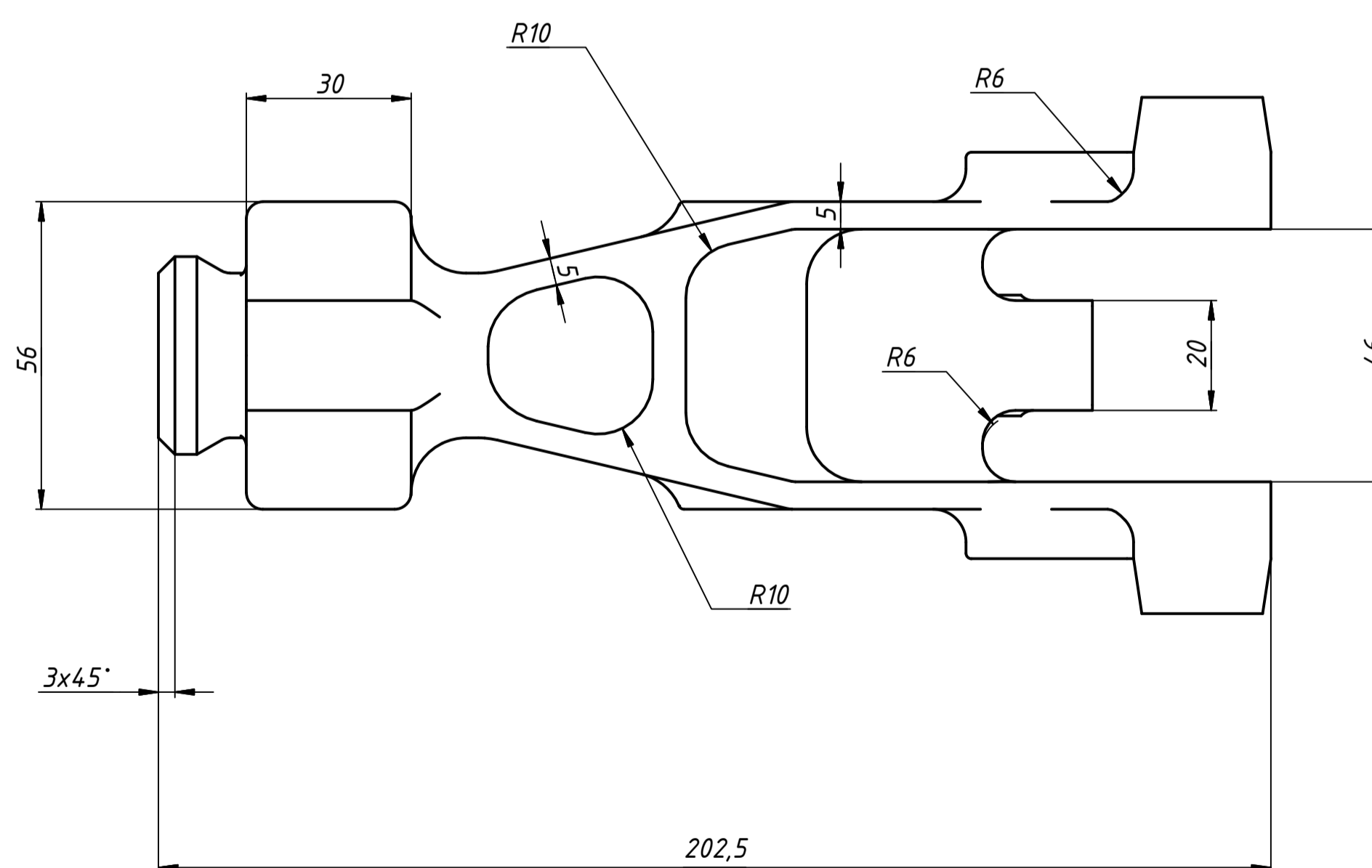
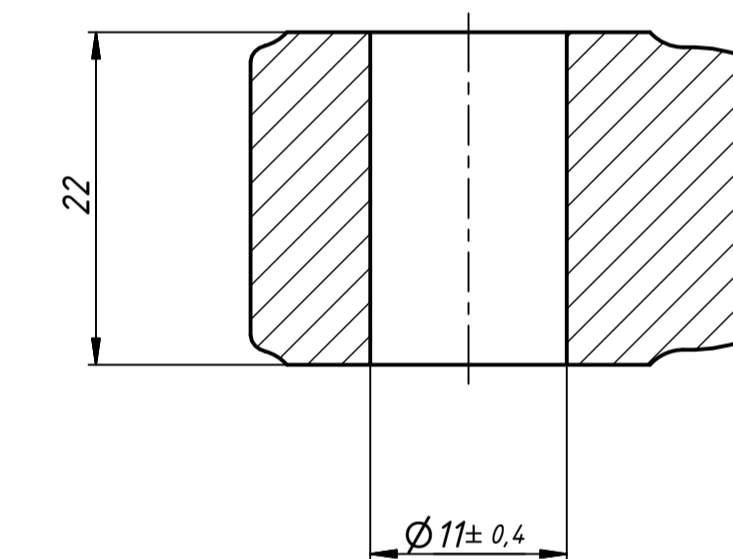
1.  $\sigma = 1078...1274$  МПа
2. \*Розміри для справок
3. Штампування ВТ22 ТУ 1-92-34-75 Група контролю II
4. Граничні відхилення розмірів штампування по ОСТ 14.1187-78, клас точності 6
5. Невказані граничні відхилення товщини ребер, стінок -  $\pm 0,3$  мм
6. Невказані радіуси скруглень 0,6...1 мм, сполучень 2...3 мм

				TMM.KBP.18.06.00.000.KP1				
Визм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Ланка	Лит.	Маса	Масштаб
Разраб.	Клеопа			01.10.2018			0,9	1:1
Пров.	Лациера							
Т. контр.						Лист	Листов	1
Нач. отд.					Виливок ВТ21/1 ГОСТ 19807-91		НТУ "Дніпровська політехніка"	
Змб.	Проців							

Перв. примен.  
Справ. №  
Лист. и дата  
Лист. и дата  
Лист. и дата  
Лист. и дата



C-C (2:1)

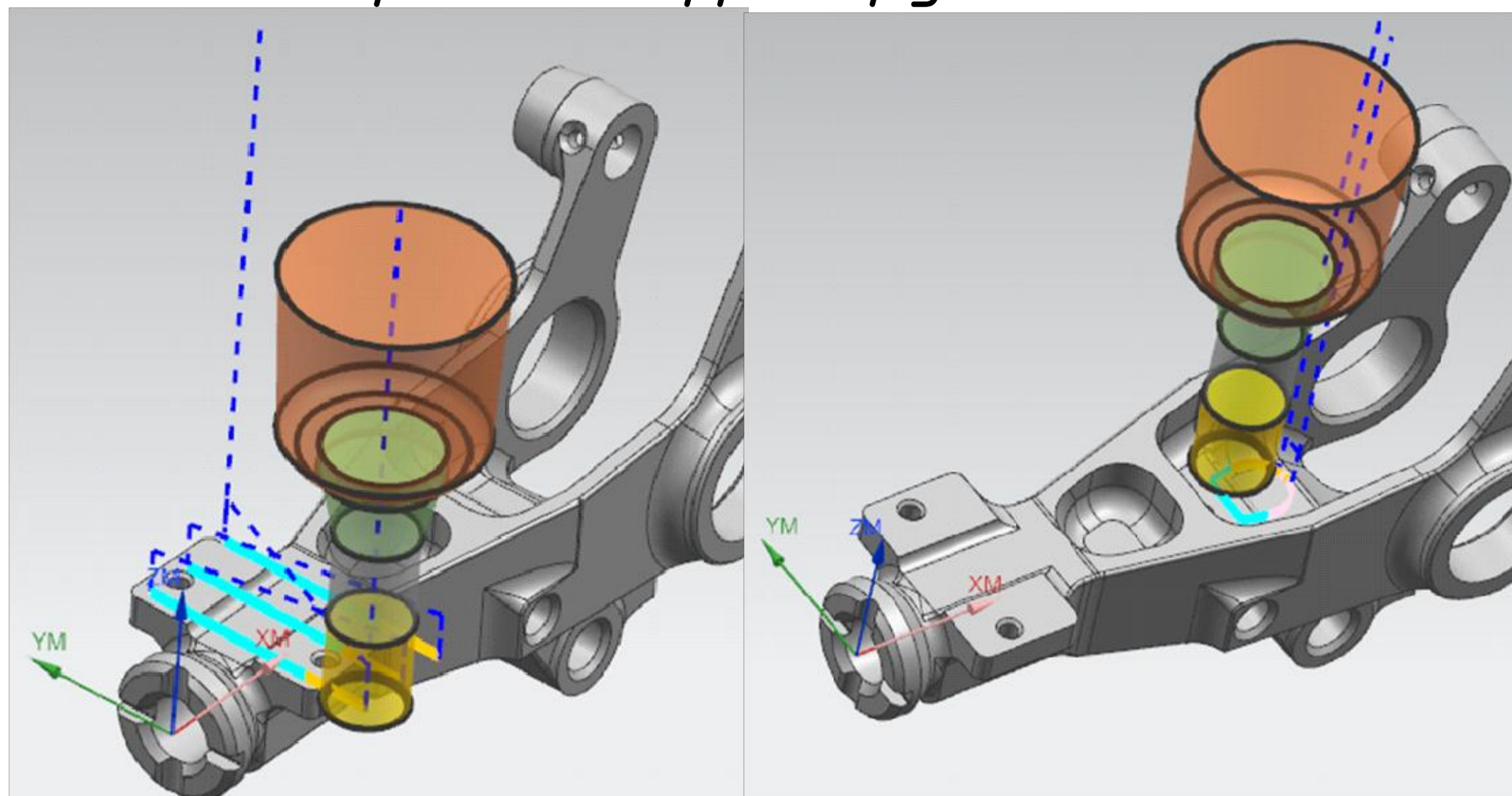


1.  $\sigma = 1078 \dots 1274$  МПа
2. Точність виливка 4-5-6-4 ГОСТ 26645-85
3. Невказані граничні відхилення розмірів: отворів Н14, валів h14, кутів розмірів  $\frac{1}{2}$  АТ16, інших  $\pm \frac{IT14}{2}$
4. Невказані граничні відхилення товщини ребер, стінок -  $\pm 0,3$  мм
5. Невказані радіуси скруглень 0,6...1 мм, сполучень 2...3 мм

				TMM.KBP.18.06.00.000.KP2			
Взм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лит.	Маса	Масштаб
Разраб.	Клепа			08.10.2018		1,0	1:1
Проб.	Пацера						
Т. контр.					Лист	Листов	1
Нач. отд.					Виливок ВТ21/ГОСТ 26645-85		
Н. контр.					НТУ "Дніпровська політехніка"		
Ств.	Проців				1 Копировад		

Перв. примен.  
Справ. №  
Лист. и дата  
Лист. и дата  
Лист. и дата

Перехід 1 – фрезерування площин

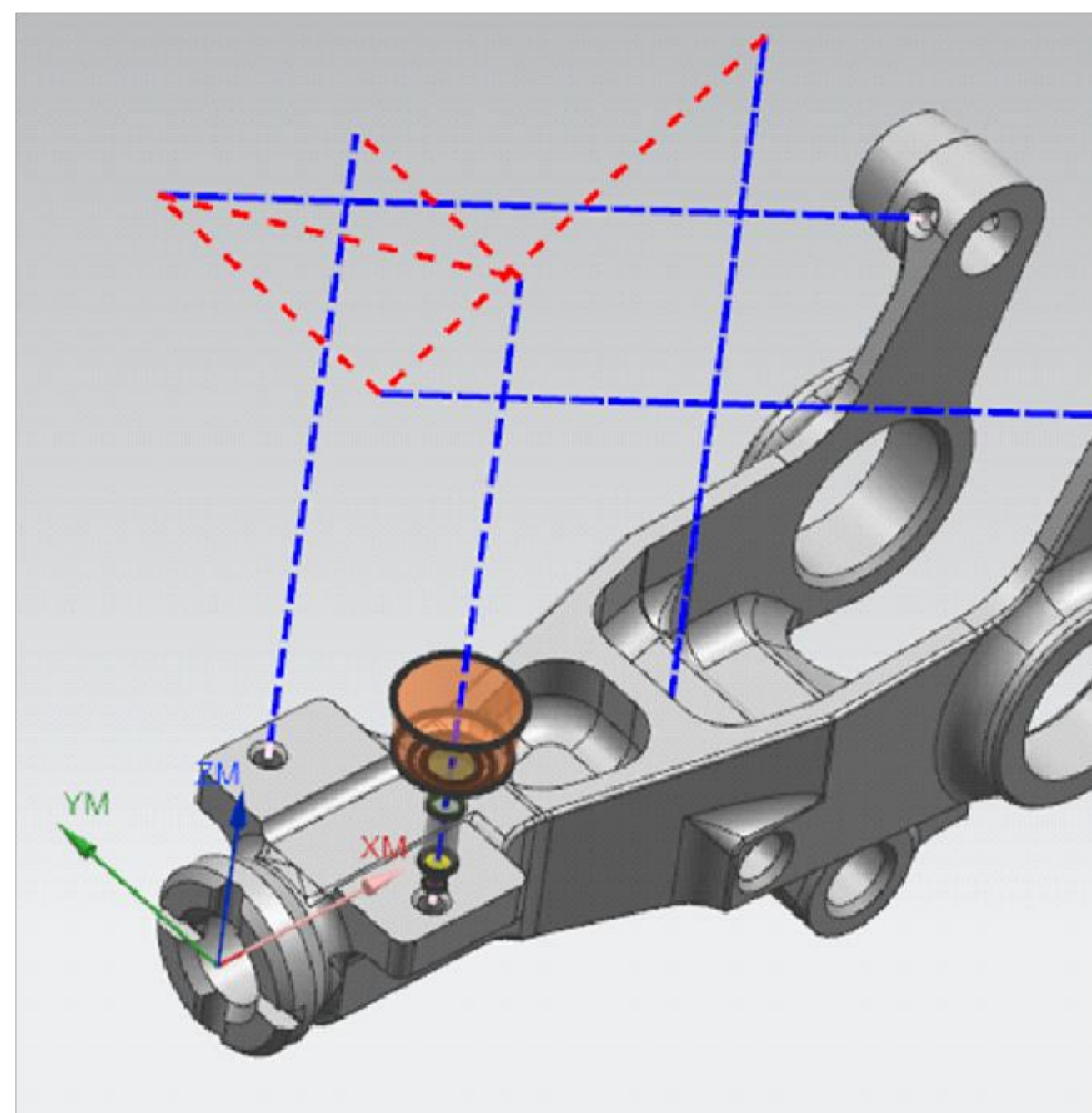


Операція 05 – програма  
Верстат EXTRON L800 с ЧПУ Mitsubishi M70V

Пристосування Двовісний поворотний стіл з нахилом від ЧПК CNCT-200 GSA +

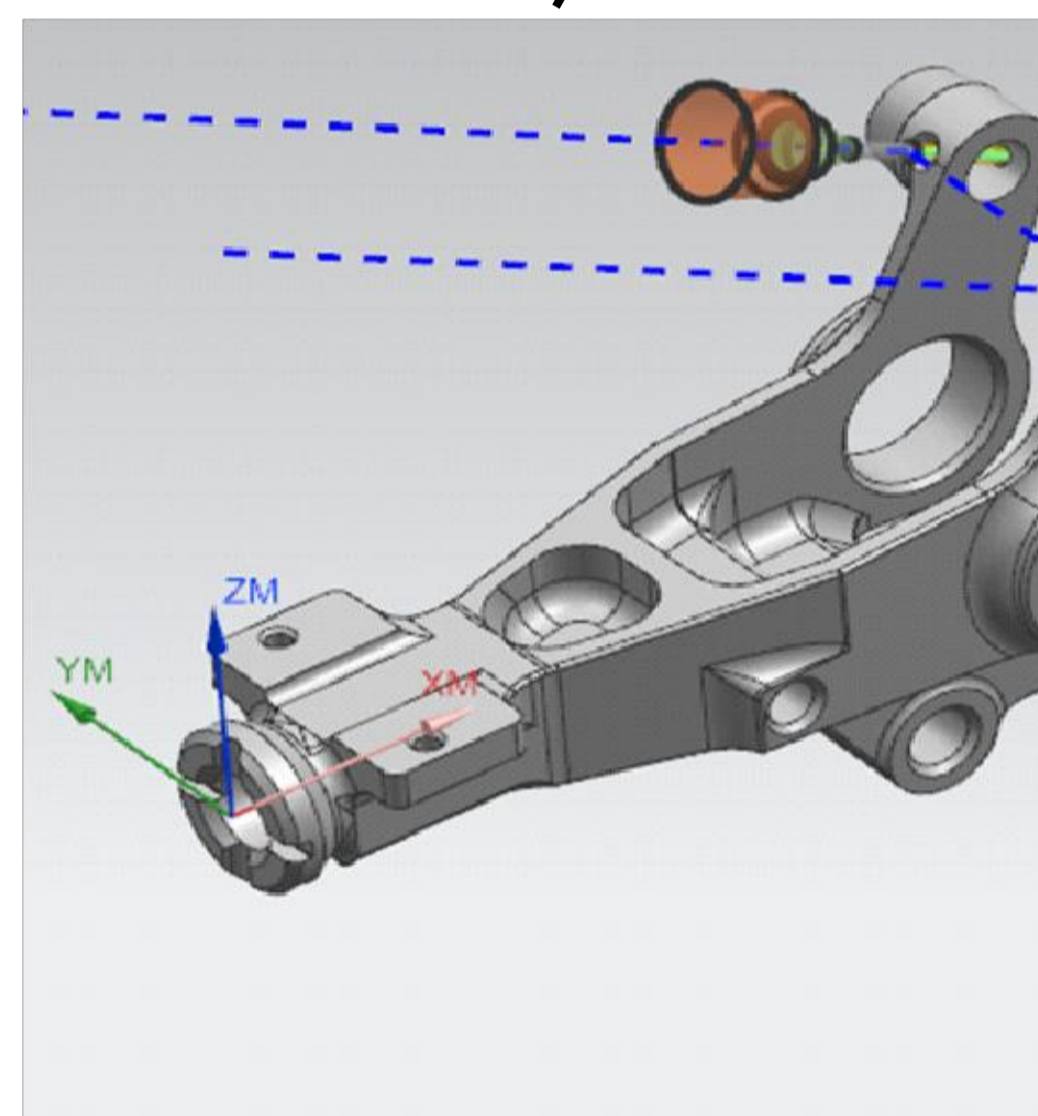


Перехід 2 – центрування

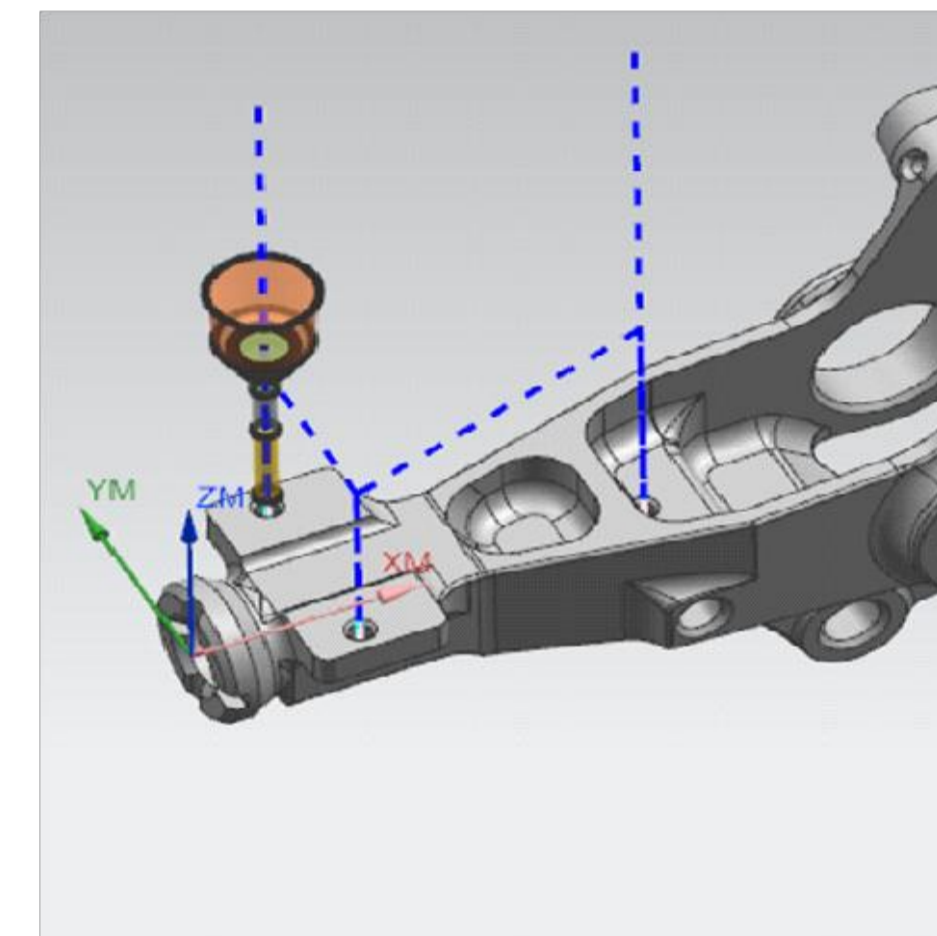


Перехід 4 – свердлування

2-х отв.  $\Phi$  3.8 мм

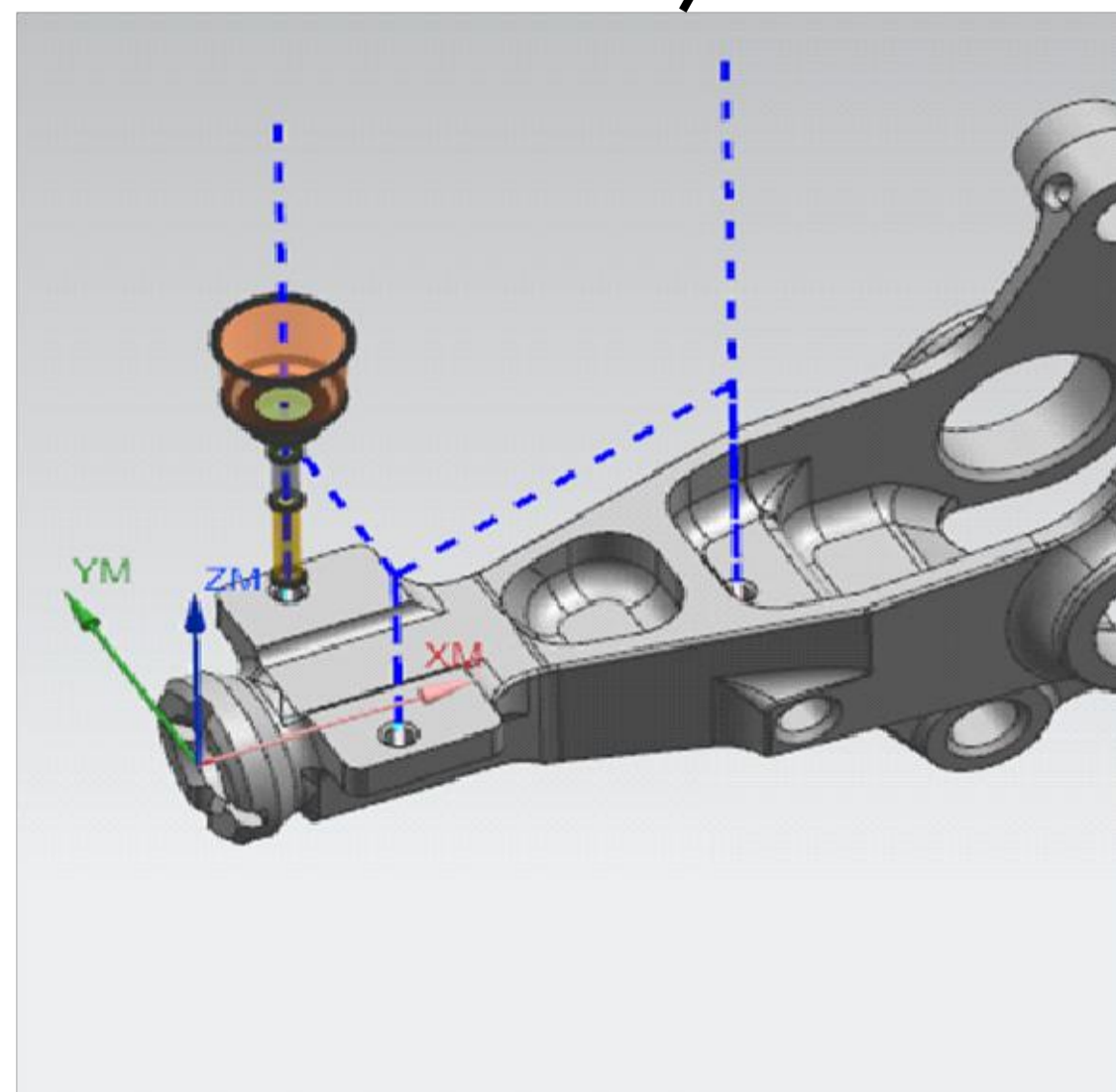


Перехід 6 – фрезерування  
різьблень М6

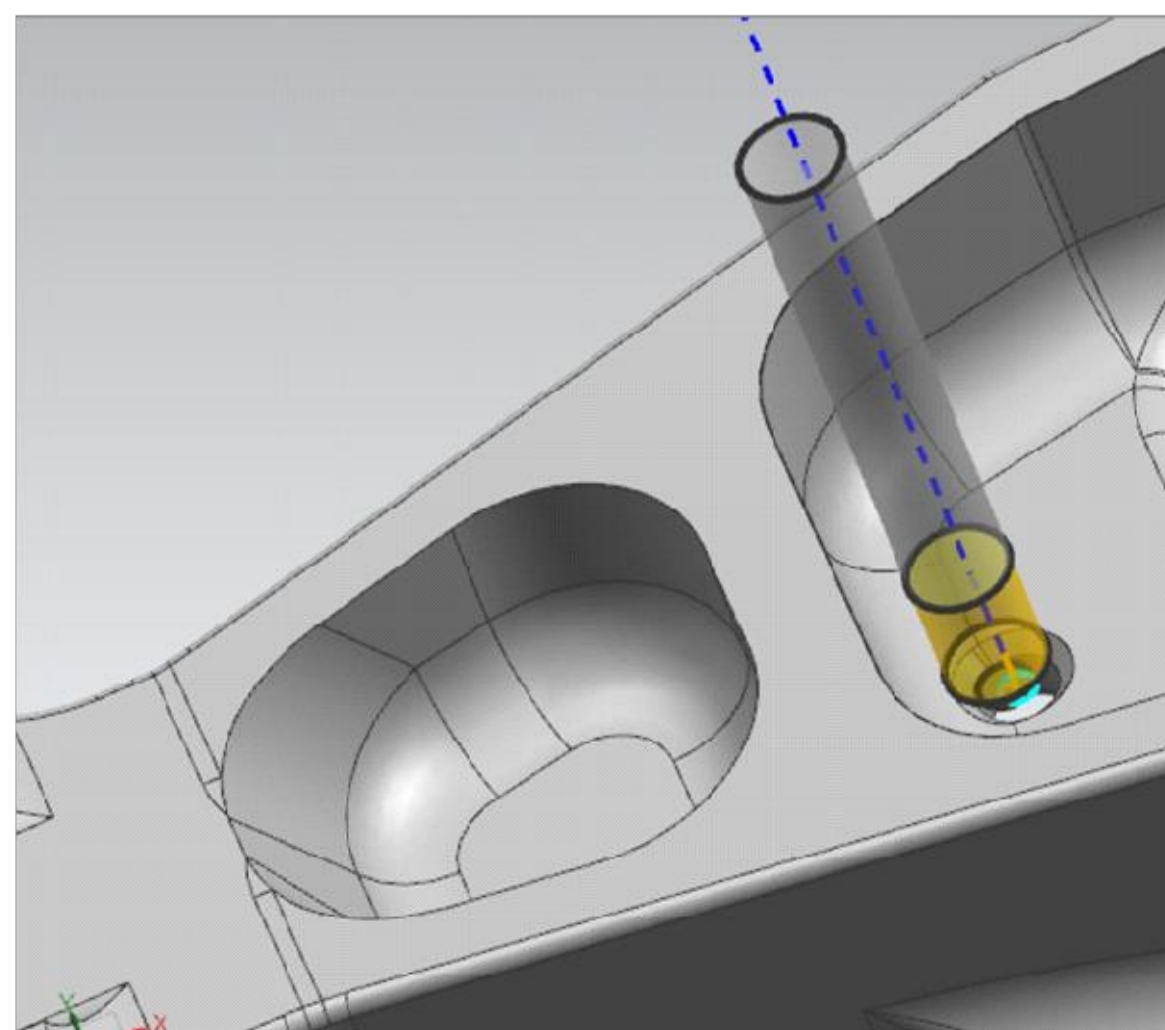


Перехід 3 – свердлування

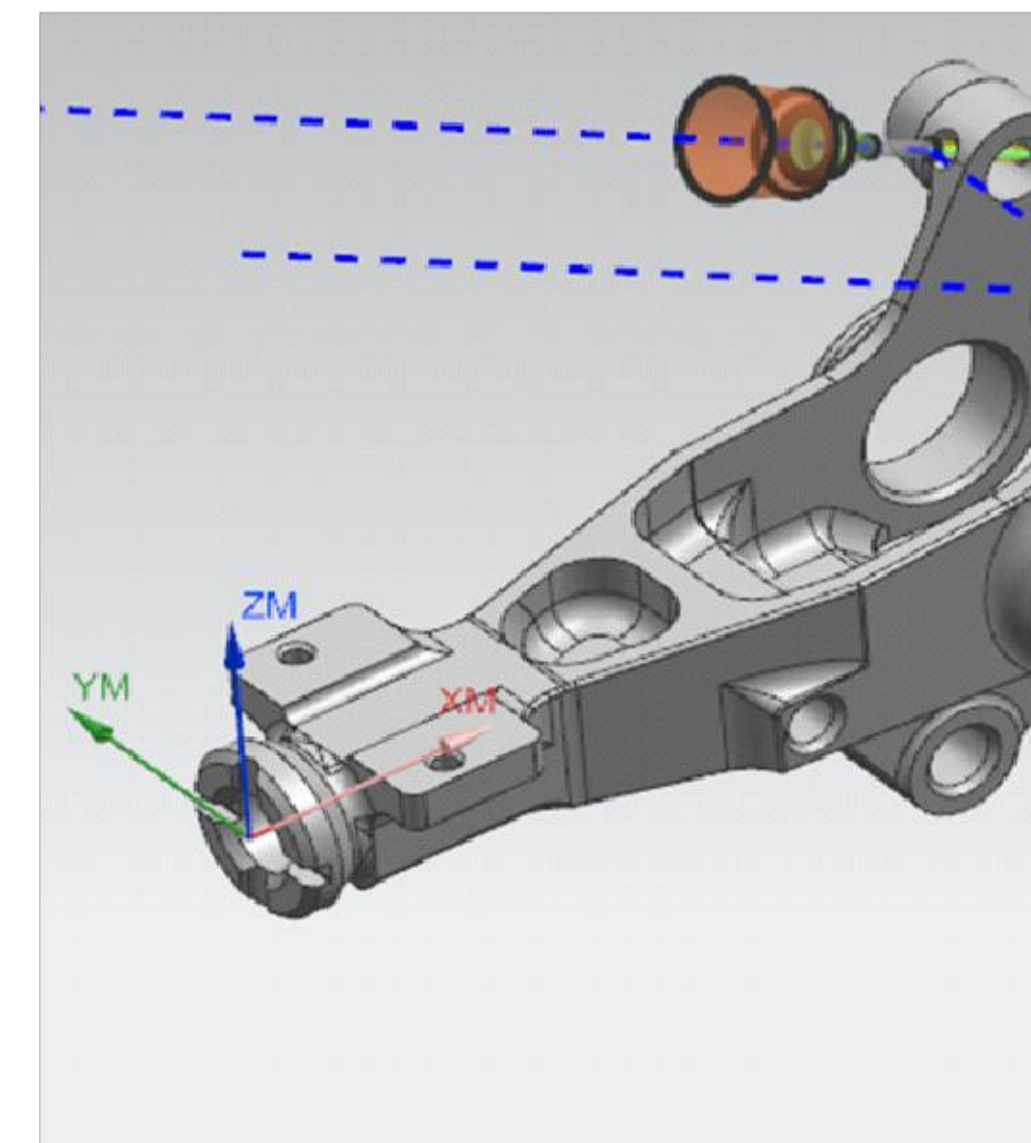
3-х отв.  $\Phi$  5 мм



Перехід 5 – обробка фасок

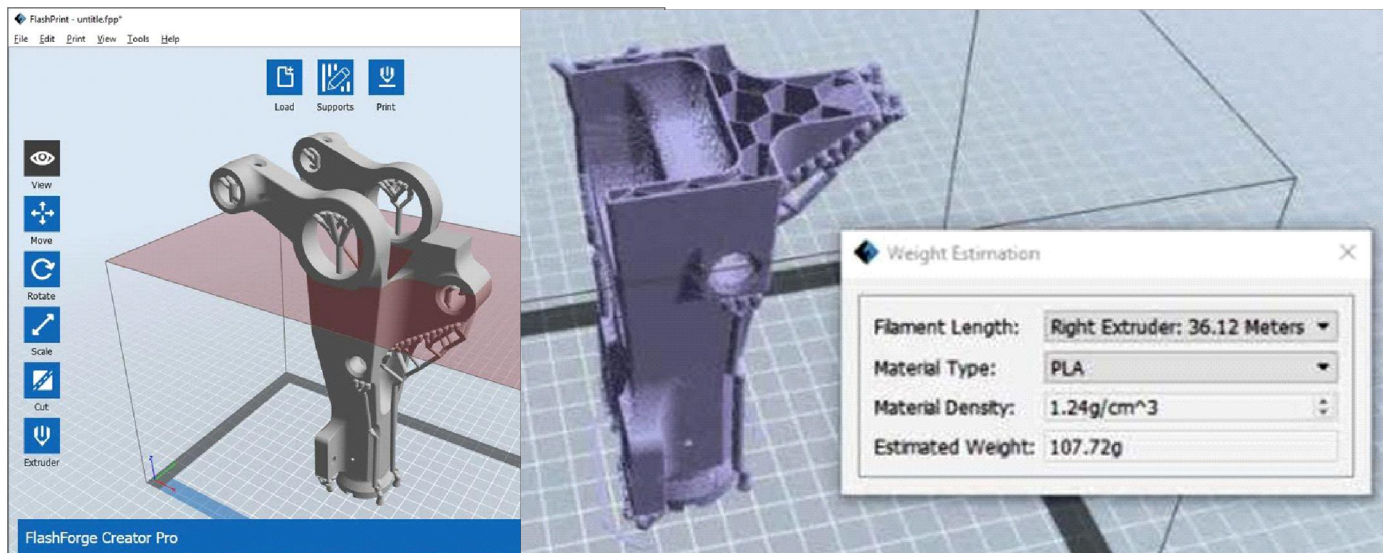


Перехід 7 – розгортання  
2-х отв.

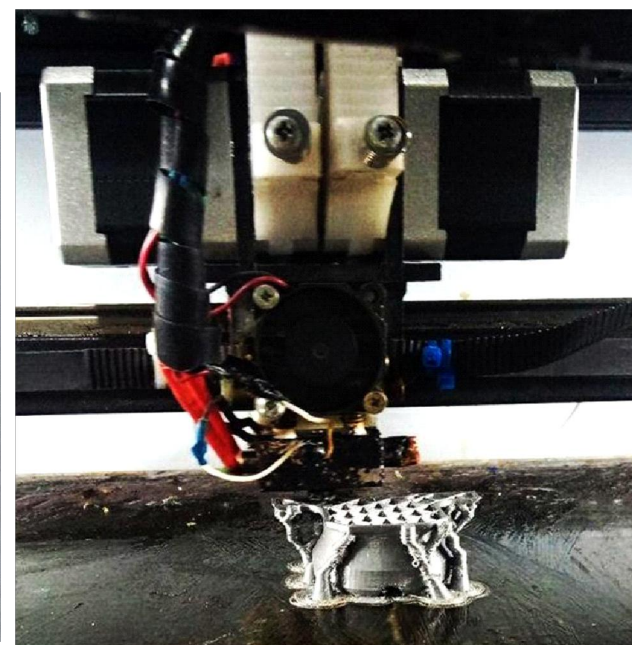


Перехід 1		
Інструмент	Концевая фреза TNFR 080-12S с	
Ріжучий матеріал	с пластиной NFR 080A-R03	
Оснащення	Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391	
Параметри процесу різання	V, м/хв	S, мм/об
	110	0,5
Перехід 2		
Інструмент	Сверло NHD 050-020-06 PE3	
Ріжучий матеріал	P18	
Оснащення	Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391	
Параметри процесу різання	V, м/хв	S, мм/об
	80	0,1
Перехід 3		
Інструмент	Різьбонарізна фреза STMHCR06048L 12-11.00ISO	
Ріжучий матеріал	P18	
Оснащення	Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391	
Параметри процесу різання	V, м/хв	S, мм/об
	80	0,02
Перехід 4		
Інструмент	Фреза TNFR 030-12S	
Ріжучий матеріал	с пластиной NFR 030A-R03	
Оснащення	Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391	
Параметри процесу різання	V, м/хв	S, мм/об
	150	0,3
Перехід 5		
Інструмент	Сверло NHD 038-017-06 PE3	
Ріжучий матеріал	P18	
Оснащення	Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391	
Параметри процесу різання	V, м/хв	S, мм/об
	60	0,1
Перехід 6		
Інструмент	TS-S0400-SC	
Ріжучий матеріал	P18	
Оснащення	Патрон Eroglu 505.01.25 DIN 6391	
Параметри процесу різання	V, м/хв	S, мм/об
	20	0,1

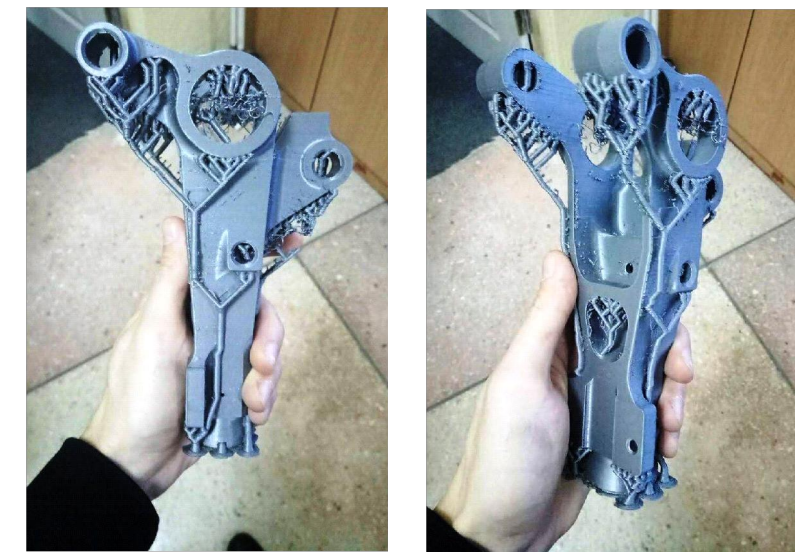
Перв. примен.  
Справ. №  
Лист № дроб.  
Взам. инв. №  
Лист № дроб.  
Лист № дроб.



Процес підготовки 3D файлу та задання параметрів друку



Процес друку макета деталі "Ланка"



Макет деталі, знятий з робочого столу 3D принтера

Обладнання:  
3D-принтер 3DESYSTEMS TRS-30  
(Українського виробництва)

Параметри друку:  
Друк шаром – 0.1 мм;  
Товщина стінки – 0.8 мм;  
Процент заповнення – 8 %;  
Затрачений час – 13 год.;

Матеріал:  
PLA – пластик



Закінчений макет деталі "Ланка" після видалення допоміжних підтримок

					<b>ТММ.КВР.18.06.00.000.ГрМ2</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Графічний матеріал до спеціального розділу	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.		Клеопа		18.12.2018				
Пров.		Пацера						
Т. контр.						Лист	Листов	1
Нач.отд.						НТУ "Дніпровська політехніка"		
Н. контр.								
Утв.		Проців						

Формат	Поз.	Зона	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
				<u>Документація</u>		
A4				Пояснювальна записка	54	
A4				Технологічна документація	13	
A1			ТММ.КвР.18.06.00.000.Кр1	Кресленик деталі «Ланка»	1	
A1			ТММ.КвР.18.06.00.000.Кр2	Кресленик заготовки деталі «Ланка»	1	
A1			ТММ.Квр.18.06.00.000.ГрМ1	Графічний матеріал карта налашки 05	1	
A1			ТММ.Квр.18.06.00.000.ГрМ2	Графічний матеріал до спеціального розділу	1	

					ТММ.КвР.18.06.00.000		
Из	Лист	№ Докум.	Под-	Дата			
Разраб.	Клеопа				Лит	Лист	Листов
Руковод	Пацера						
Н. контр.	Проців				Відомість кваліфікаційної роботи		
Утв.							
					НТУ «ДП»		