

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ТОКМАЦЬКИЙ МЕХАНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
(ВСП «ТМФК НУ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»)

Відділення : механіко-технологічне
Циклова комісія: професійних дисциплін з КТМ та ТУЗ
Галузь знань: 13-Механічна інженерія
Спеціальність: 133-Металургія
Освітня програма: Комп'ютерні технології в машинобудуванні

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

з дисципліни «Технологія машинобудування»

на тему

**Розробка технологічного процесу для виготовлення деталі «Фланець
упорний». Річна програма випуску N=3150 деталей. Режим роботи –
двозмінна робота при п'ятиденному робочому тижні**

Здобувача освіти Артема ШЕЛУДЯКОВА

Курс III

група КТМ-223с

Керівник Тахтаджієв Д.М.

Оцінка: _____

Національна шкала: _____

ECTS: ____ Бал: ____

Члени комісії:

_____ Д.В. Тахтаджієв

_____ Л.А. Вараксіна

_____ О.С. Никифоров

Запоріжжя 2026 рік

Відділення механіко-технологічне

Циклова комісія професійних дисциплін з КТМ та ТУЗ

Галузь знань: 13 – Механічна інженерія
(шифр і назва)

Спеціальність: 133 – Галузеве машинобудування
(шифр і назва)

Освітня програма: Комп'ютерні технології в машинобудуванні

Навчальна дисципліна Технологія машинобудування

Студенту Шелудякову Артему Віталійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема курсового проєкту: Розробка технологічного процесу для виготовлення деталі "Фланець упорний".
 2. Завдання курсового проєкту: Розробка технологічного процесу для виготовлення деталі "Фланець упорний". Річна програма випуску N=3150 деталей.
- Режим роботи – двозмінна робота при п'ятиденному робочому тижні
3. Строк подання здобувачем освіти курсового проєкту 16.11.2025
 4. Додаткові дані до проєкту: креслення деталі, методичні вказівки
 5. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

1.2 Хімічний склад та технічні властивості матеріалу

- 1.3 Аналіз деталі на технологічність
- 2 ТЕХНІЛОГОЧНИЙ РОЗДІЛ
- 2.1 Характеристика заданого типу виробництва
- 2.2 Розробка маршруту обробки
- 2.3 Вибір виду і розробка креслення заготовки
- 2.3.1 Розрахунок припусків аналітично
- 2.3.2 Розрахунок припусків по табличним методом
- 2.3.3 Вибір виду і розробка креслення проекрованої заготовки
- 2.4 Вибір і обґрунтування технологічних баз
- 2.5 Розрахунок і призначення режимів різання на операції техпроцесу
- 2.6 Нормування операцій

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 6. Перелік графічного матеріалу: креслення деталі, креслення заготовки, схема механічної обробки, схеми налаштування верстата
- 7. Перелік технічної документації: маршрутні карти на всі операції технологічного процесу виготовлення деталі, операційні карти та карти ескізів на 2 операції, карту технічного контролю та карту ескізів на контрольну операцію.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№з/п	Назва етапів курсового проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітка
1	1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі	20.10.2025	
2	1.2 Хімічний склад та технічні властивості матеріалу	20.10.2025	
3	1.3 Аналіз деталі на технологічність	26.10.2025	
4	2.1 Визначення типу і форми організації виробництва	26.10.2025	
5	2.2 Вибір виду і розробка креслення заготовки	02.11.2025	
6	2.3 Вибір і обґрунтування технологічних баз	05.11.2025	
7	2.4 Розрахунок і призначення режимів різання на операції техпроцесу	10.11.2025	
8	2.5 Нормування операцій	15.11.2025	

Керівник проєкту

(підпис)

Тахтаджієв Дмитро Вікторович

(прізвище ім'я, по батькові)

Узгоджено на засіданні циклової комісії _____

Протокол № _____ від “ _____ ” _____ 20 _____ р.

Голова комісії _____
(підпис) _____ (прізвище, ім'я, по батькові)

Завдання одержав “ 13 ” жовтня 2025 р.

Студент _____
(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	7
1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі.....	7
1.2 Хімічний склад та технічні властивості матеріалу.....	9
1.3 Аналіз деталі на технологічність.....	10
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	17
2.1 Характеристика заданого типу виробництва.....	17
2.2 Розробка маршруту обробки деталі.....	18
2.3 Вибір виду і розробка креслення заготовки.....	26
2.3.1 Розрахунок припусків аналітично припусків.....	28
2.3.2 Розрахунок припусків табличним методом.....	32
2.3.3 Вибір виду і розробка креслення проекрованої заготівки.....	37
2.4 Вибір і обґрунтування технологічних баз.....	38
2.5 Розрахунок і призначення режимів різання на операції техпроцесу.....	41
2.6 Нормування операцій.....	48
ВИСНОВКИ.....	51
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	52

ВСТУП

У курсовому проєкті по виготовленню деталі «Фланець упорний» проектується технологічний процес обробки в умовах серійного виробництва. Метою проектування є впровадження більш досконалого устаткування, методів техніко-економічного аналізу, пошук шляхів підвищення продуктивності праці і якості виготовленої продукції.

Технологія машинобудування – це наука, що вивчає і встановлює закономірності протікання процесів обробки і параметри, вплив яких найбільше ефективно позначається на інтенсифікації процесів і підвищення їхньої точності. Вона вивчає напрямки і засоби обробки матеріалів необхідних для виготовлення машин (виробів), з використанням прогресивних методів і засобів виробництва.

Технологія авіаційного двигунобудування розглядає ті ж питання з врахуванням особливості конструкції виробів (складні двигуни), умов їх експлуатації (швидкість, тиск) і вимог щодо надійності виробів. Основними напрямками є розробка економічних технологій (з малими витратами часу і матеріалів на виробництво, розробка безперервних технологій автоматизованих з малою участю робітників). Розробка екологічно чистих технологій без відходів.

Усе це допомагає підвищити техніко-економічну ефективність виробництва, зменшує витрату матеріалу, витрати на інструмент, збільшує кількість і підвищує якість продукції, зменшує собівартість, збільшує рівень виробництва і продуктивності процесу.

Для отримання високих техніко-економічних показників в даному курсовому проєкті виконується заміна метода одержання заготовки: пропонується заготівка штампування в закритих штампах; суміщення операцій; використовуються пневматичні затискні пристрої.

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі

Деталь «Фланець упорний» (рисунок 1) входить у вузол вентилятора авіаційного двигуна Д36.

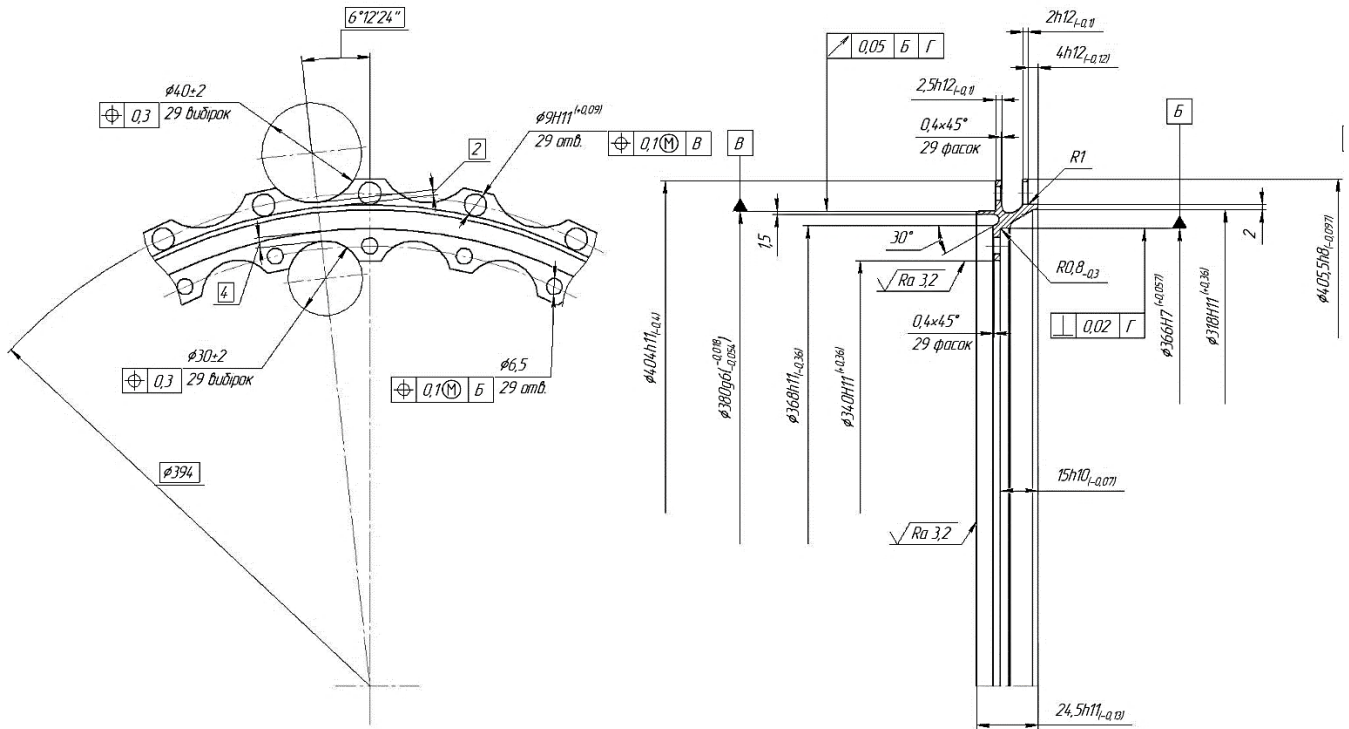


Рисунок 1 – Ескіз деталі «Фланець упорний»

Деталь «Фланець упорний» працює при високих навантаженнях та високих температурах, тому відноситься до відповідальних деталей та усі діаметральні поверхні перевіряються на биття.

Деталь «Фланець упорний» призначен для запобігання осьового переміщення робочих лопаток у вузлі.

Конструкторськими поверхнями у деталі «Фланець упорний» є $\varnothing 366H7^{+0,057}$ з торцем $15h10_{-0,07}$, які визначають положення деталі у вузлі. На ці поверхні встановлюються робочі лопатки.

Отвори $\varnothing 6,5$ призначені для з'єднання з робочою лопаткою у вузлі.

За допомогою отворів $\varnothing 9H11^{+0,09}$ та $\varnothing 5,5$ «Фланець упорний» з'єднується болтами з робочим колесом вентилятора у вузлі.

Характерною особливістю конструкції деталі є вибірки Ø40 та Ø30 у кількості по 29 шт.

Зміст технологічних вимог вказан у таблиці 1.

Таблиця 1 – Зміст технологічних вимог

Зміст технологічних вимог	Коли, яким методом та засобом можливо виконати цю вимогу	Як та якими засобами можна перевірити виконання вимог
1	2	3
1 Відхилення від номінального положення 29 вибірок Ø40±2 не більше 0,3 мм	Фрезеруванням	На контрольній плиті за допомогою індикатора годинникового типу
2 Відхилення від номінального положення 29 вибірок Ø30±2 не більше 0,3 мм	Фрезеруванням	На контрольній плиті за допомогою індикатора годинникового типу
3 Відхилення від номінального положення 29 отв. Ø6,5 відносно Ø366H7 ^{+0,36} не більше 0,1 мм. Допуск залежний	Свердлінням	На контрольній плиті за допомогою індикатора годинникового типу
4 Відхилення від номінального положення 29 отв. Ø9H11 ^{+0,09} відносно Ø380g6 ^{-0,018} _{-0,054} не більше 0,1 мм. Допуск залежний	Свердлінням	На контрольній плиті за допомогою індикатора годинникового типу
5 Радіальне биття Ø380g6 ^{-0,018} _{-0,054} відносно поверхонь Ø366H7 ^{+0,36} та 3h12 _{-0,1} не більше 0,05 мм	Шліфуванням	На контрольній плиті за допомогою індикатора годинникового типу

Продовження таблиці 1

1	2	3
6 Перпендикулярність $\varnothing 366H7^{+0,36}$ відносно поверхні $3h12_{-0,1}$ не більше 0,02 мм	Шліфуванням	На контрольній плиті за допомогою індикатора годинникового типу
7 Відхилення від номінального положення 29 отв. $\varnothing 5,5$ відносно $\varnothing 380g6_{-0,054}^{-0,018}$ не більше 0,1 мм. Допуск залежний	Свердлінням	На контрольній плиті за допомогою індикатора годинникового типу
8 Паралельність поверхні $2h12_{-0,1}$ відносно поверхні $3h12_{-0,1}$ не більше 0,05 мм	Тонким точінням	На контрольній плиті за допомогою індикатора годинникового типу
9 Паралельність поверхні $3h12_{-0,1}$ не більше 0,05 мм	Тонким точінням	На контрольній плиті за допомогою індикатора годинникового типу
10 Паралельність поверхонь $2,5h12_{-0,1}$ відносно один одного не більше 0,05 мм	Тонким точінням	На контрольній плиті за допомогою індикатора годинникового типу

1.2 Хімічний склад та технічні властивості матеріалу

Деталь «Фланець упорний» виготовляється з титанового сплаву ВТЗ-1.

Сплав ВТЗ-1 застосовують у відпаленому та термічно зміцненому станах. Сплав добре деформується у гарячому стані та призначається для деталей, що працюють при 450-500 °С.

Титан та його сплави використовують там, де головну роль відіграють висока питома міцність та хороша опірність корозії. Титанові сплави

застосовують в авіації в ракетній техніці, у хімічному машинобудуванні та в багатьох інших галузях народного господарства.

Хімічний склад та механічні властивості сталі наведені в таблицях 2 та 3 відповідно.

Таблиця 2 – Хімічний склад титанового сплаву ВТЗ-1, %

Еле- мент	Fe	C	Si	Mo	N	Ti	Al	Zr	O	Sn	H	Доміш- ки
%	до 0.2	до 0.08	0.1 - 0.25	2.8 - 3.8	до 0.03	85.37 - 90.1	5.8 - 6.8	0.5 - 1.5	до 0.15	0.4 - 1.5	до 0.015	інші 0.3

Таблиця 3 – Механічні властивості титанового сплаву ВТЗ-1

Сортамент	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	KCU
-	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²
Пруток, підвищ. якості, ГОСТ 26492-85	930-1230		7-9	19-30	300

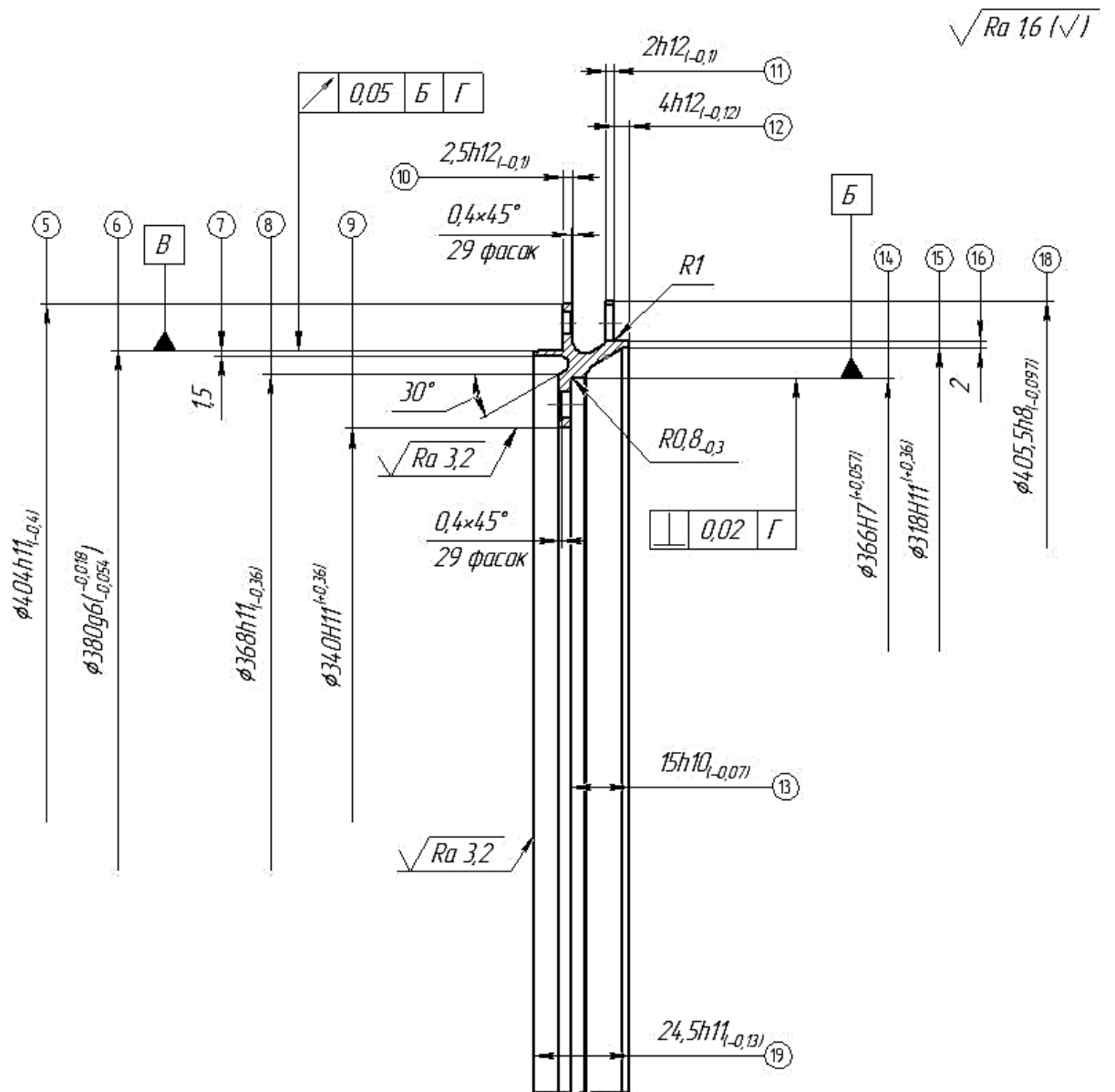
Так як титановий сплав ВТ8-1 відноситься до $\alpha+\beta$ -сплавів, то він піддається відпалу, гарту та старінню.

Хімічний склад і механічні властивості дозволяють використовувати дану марку сталі для виготовлення деталі.

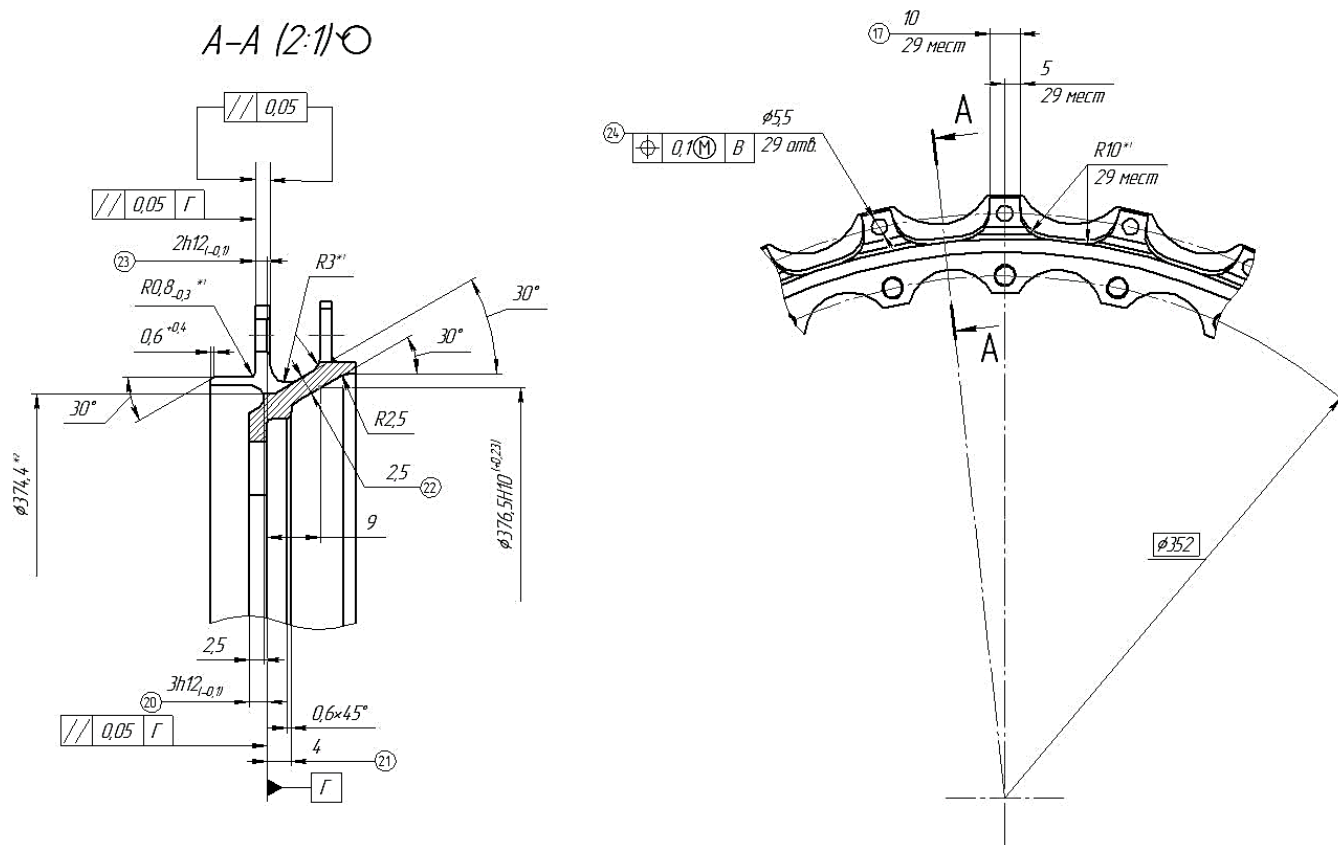
1.3 Аналіз деталі на технологічність

Виконуємо якісну оцінку:

- а) деталь має не складну геометричну форму, відноситься до класу «диск», тіло обертання;
- б) деталь має жорстку конструкцію;



Продовження рисунку 2, аркуш 2



Продовження рисунку 2, аркуш 3

Виконуємо кількісну оцінку технологічності деталі.

Таблиця 4 – Аналіз деталі на технологічність

№ розміру	Розмір	Квалітет	Шорсткість	Уніфікація
1	2	3	4	5
1	$\varnothing 30 \pm 2$	js14	1,6/6	-
2	$\varnothing 6,5^{+0,36}$	H14	1,6/6	-
3	$\varnothing 40 \pm 2$	js14	1,6/6	-
4	$\varnothing 9^{+0,09}$	H11	1,6/6	+
5	$\varnothing 40 \pm 0,4$	h11	1,6/6	+
6	$\varnothing 380^{-0,018}_{-0,054}$	g6	1,6/6	+
7	$1,5_{-0,25}$	h14	1,6/6	-
8	$\varnothing 368_{-0,36}$	h11	1,6/6	+
9	$\varnothing 340^{+0,36}$	H11	3,2/5	+

Продовження таблиці 4

1	2	3	4	5
10	2,5 _{-0,1}	h12	1,6/6	-
11	2 _{-0,1}	h12	1,6/6	-
12	4 _{-0,12}	h12	1,6/6	-
13	15 _{-0,07}	h10	1,6/6	+
14	Ø366 ^{+0,057}	H7	1,6/6	+
15	Ø318 ^{+0,36}	H11	1,6/6	+
16	2 _{-0,25}	h12	1,6/6	-
17	10 _{-0,36}	h14	1,6/6	-
18	Ø405,5 _{-0,097}	h8	1,6/6	+
19	24,5 _{-0,13}	h11	3,2/5	+
20	3 _{-0,1}	h12	1,6/6	-
21	4±0,15	js14	1,6/6	-
22	2,5 _{-0,25}	h14	1,6/6	-
23	2 _{-0,1}	h12	1,6/6	-
24	Ø5,5 ^{+0,3}	H14	1,6/6	-

Кількісна оцінка визначається за коефіцієнтами по формулі:

$$K_{\text{тех}} = \frac{K_{\text{ye}} + K_{\text{T}} + K_{\text{ш}}}{3} > 0,6 \dots 1 \quad (1)$$

де K_{ye} – коефіцієнт уніфікованих елементів;

K_{T} – коефіцієнт точності;

$K_{\text{ш}}$ – коефіцієнт шорсткості.

Коефіцієнт уніфікації визначається за формулою:

$$K_{\text{ye}} = \frac{Q_{\text{ye}}}{Q_3} > 0,6 \quad (2)$$

де Q_{ye} – кількість уніфікованих елементів;

Q_3 – загальна кількість елементів;

Кількість уніфікованих елементів визначаємо по [1, с.8-10, табл.4, с.11-12, табл.5]

$$K_{ye} = \frac{10}{24} = 0,42 < 0,6$$

По даному коефіцієнту деталь не технологічна.

Коефіцієнт точності визначається по формулі:

$$K_T = 1 - \frac{1}{A_{cp}} > 0,6 \quad (3)$$

де A_{cp} – середній квалітет точності,

$$A_{cp} = \frac{15n_1 + 14n_2 + \dots + 6n_n}{\sum n} \quad (4)$$

де $n_{1...n}$ – кількість розмірів, що мають відповідний квалітет;

$\sum n$ – кількість усіх розмірів;

$$A_{cp} = \frac{14 \cdot 8 + 12 \cdot 6 + 11 \cdot 6 + 10 \cdot 1 + 8 \cdot 1 + 7 \cdot 1 + 6 \cdot 1}{24} = 11,71$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{11,71} = 0,92 > 0,6$$

По даному коефіцієнту деталь технологічна.

Коефіцієнт шорсткості визначаємо по формулі:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{B_{cp}} > 0,6 \quad (5)$$

де B_{cp} – середній квалітет шорсткості,

$$B_{cp} = \frac{K_4 n_1 + K_5 n_2 + \dots + K_7 n_n}{\sum n} \quad (6)$$

де $K_{4...7}$ – клас шорсткості;

$n_{1...n}$ – кількість розмірів, що мають відповідний клас шорсткості;

$\sum n$ – кількість усіх розмірів;

$$B_{cp} = \frac{5 \cdot 2 + 6 \cdot 22}{24} = 5,92$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{5,92} = 0,83 > 0,6$$

По даному коефіцієнту деталь технологічна.

По формулі (1):

$$K_{tex} = \frac{(0,42 + 0,92 + 0,83)}{3} = 0,72$$

На підставі вищевикладених обчислень, можна зробити висновок, що деталь відповідає коефіцієнтам якісної і кількісної оцінки технологічності конструкції, і для свого класу є типова.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Характеристика заданого типу виробництва

Тип виробництва попередньо визначаю на початковій стадії проектування в результаті аналізу річної програми випуску.

Для цього за допомогою таблиці 1.3 [2] по річній програмі випуску деталі 3150 шт і її масі 0,775 кг попередньо визначаю тип виробництва - середньосерійний.

Визначаємо величину виробничої партії по спрощеній формулі:

$$n = \frac{N_{\text{зап}} \cdot t}{F}$$

де: $N_{\text{зап}}$ – річний об'єм запуску деталей у шт.;

t – необхідний запас деталей на складі в днях, для середніх деталей 5 днів;

F – число робочих днів у році, $F = 261$ день при двох днях відпочинку і тривалості робочого дня 8 годин.

$$n = \frac{3150 \cdot 5}{261} = 60 \text{ шт}$$

Кількість партій:

$$n = \frac{3150}{60} = 52 \text{ шт}$$

За один рік запускатиметься 52 партії по 60 деталей.

Відмітними рисами серійного виробництва є:

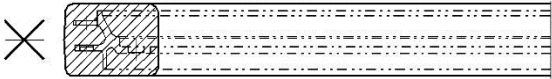
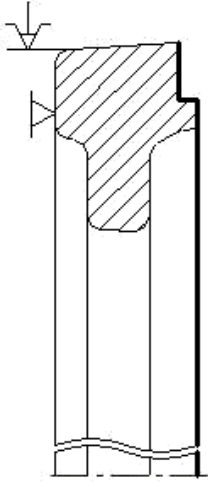
- за кожним робочим місцем закріплюється від однієї до 20 періодично повторюваних операцій;
- номенклатура продукції не стійка, одна й та сама продукція виготовляється кілька разів;
- частина обладнання спеціалізована, розміщується за технологічною та частково за предметною ознакою;
- застосовується паралельно-послідовний вид пересування предметів праці;

- значне застосування механізації праці при незначному використанні ручної праці.

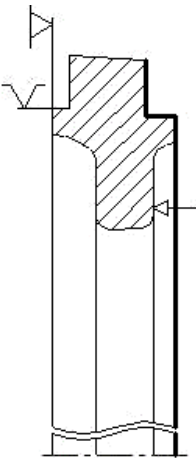
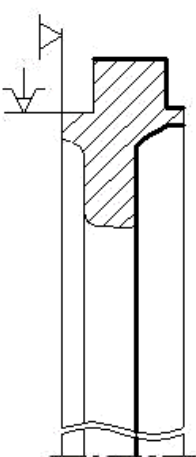
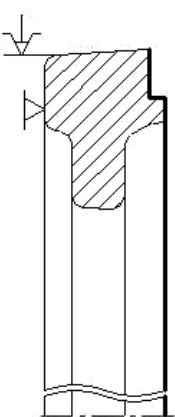
Продукція серійного виробництва, як правило, стандартна.

2.2 Розробка маршруту обробки

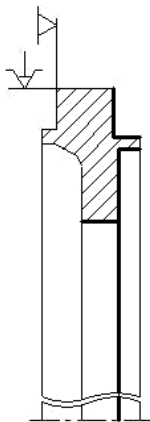
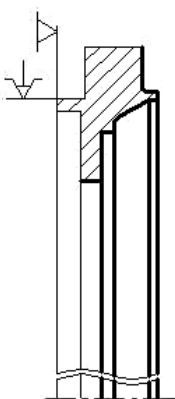
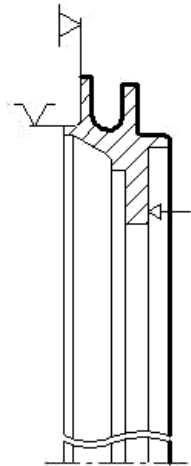
Таблиця 5 – Розробка маршруту обробки деталі

№ оп.	Маршрут обробки	
1	2	
005	Заготівельна	
	 Штапування у відкритих штампах	 Штапування у закритих штампах
010	Термічна (нормалізація) Піч електрична	
015	Токарна  Токарний 16K25	

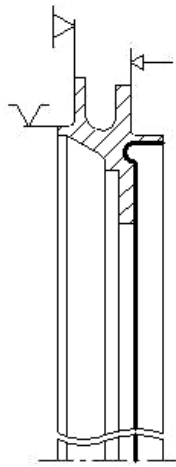
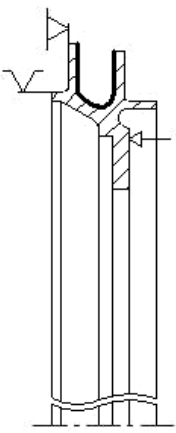
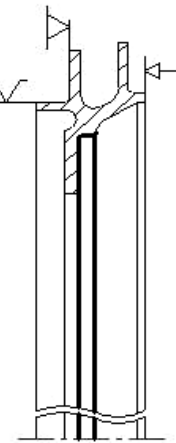
Продовження таблиці 5

1	2
020	Токарна  Токарний 16K25
025	Токарна  Токарний 16K25
030	Токарна  Токарний 16K25

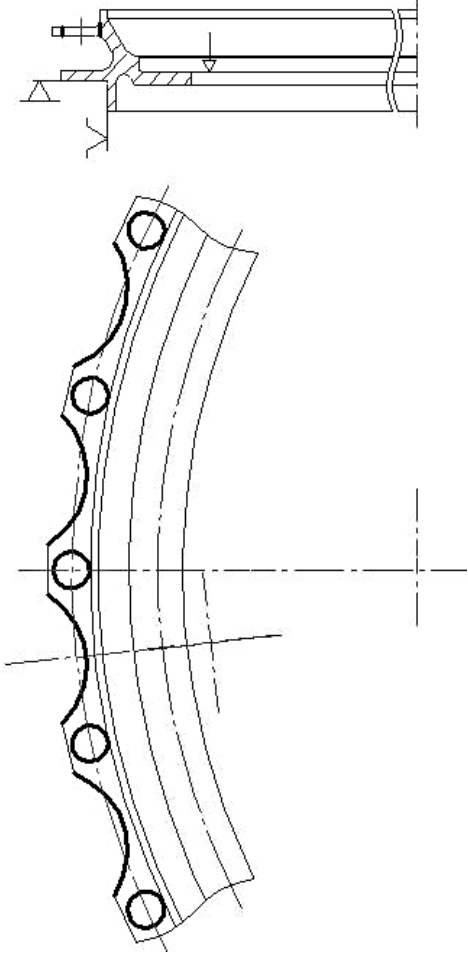
Продовження таблиці 5

1	2
035	Токарна  Токарний 16K25
040	Термічна (гартування, старіння) Піч
045	Токарна з ЧПК  Токарний з ЧПК MC112-8-Sin802
050	Токарна з ЧПК  Токарний з ЧПК MC112-8-Sin802

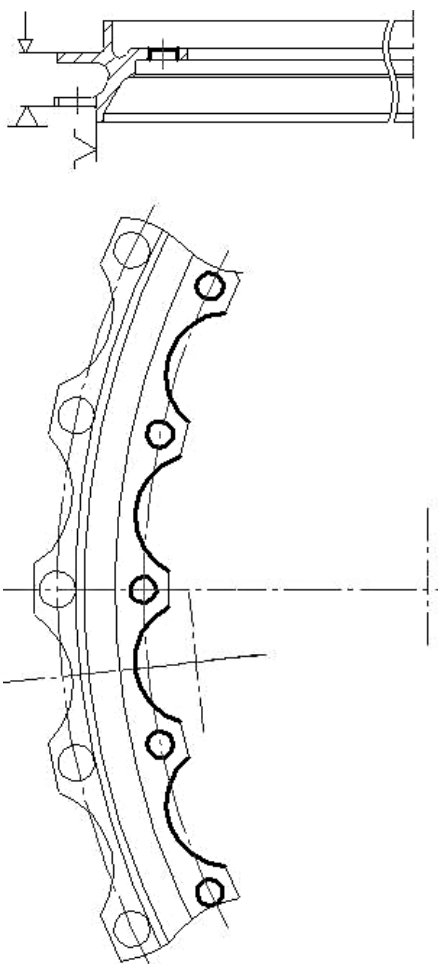
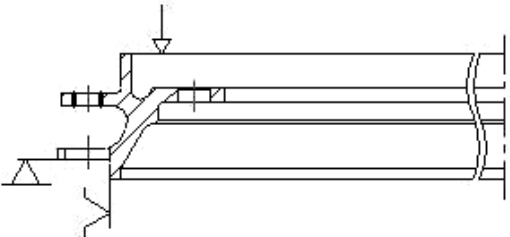
Продовження таблиці 5

1	2
055	Токарна з ЧПК  Токарний з ЧПК MC112-8-Sin802
060	Токарна з ЧПК  Токарний з ЧПК MC112-8-Sin802
065	Токарна з ЧПК  Токарний з ЧПК MC112-8-Sin802

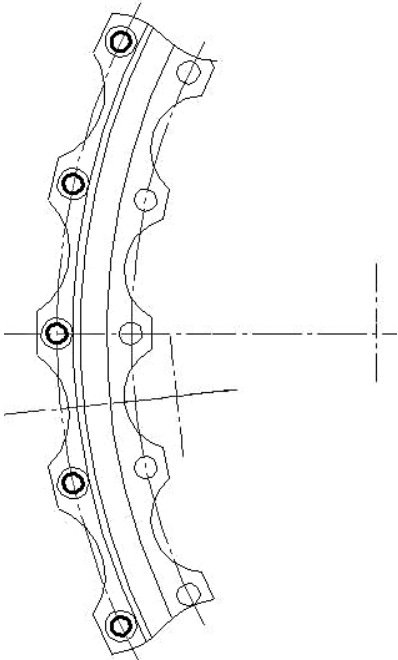
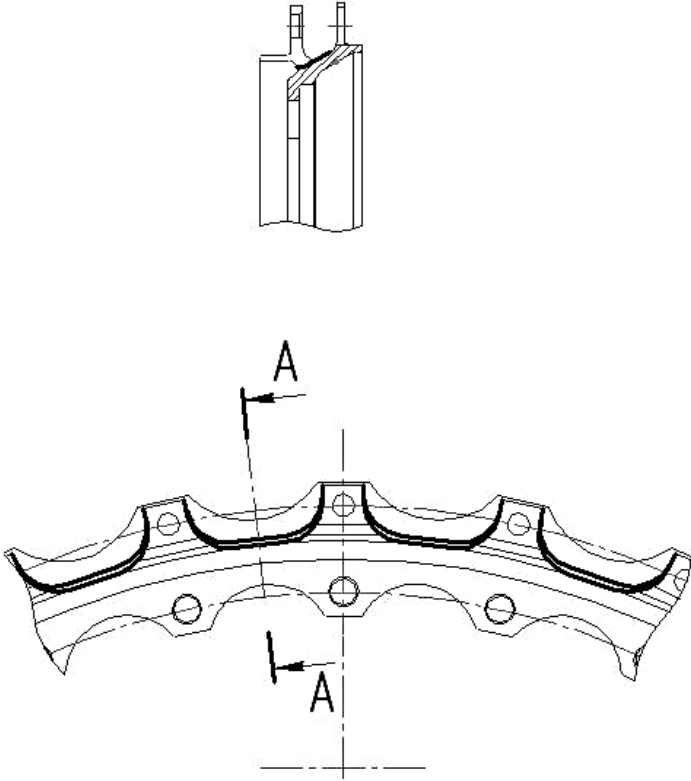
Продовження таблиці 5

1	2
070	Слесарна Слесарний верстак
075	Комплексна з ЧПК  ОЦ з ЧПК MC669-3-Sin840
080	Слесарна Слесарний верстак

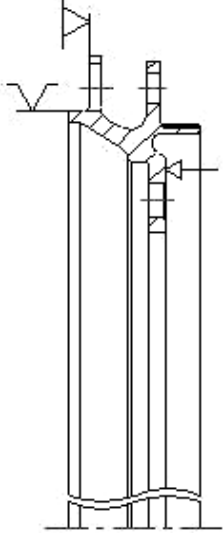
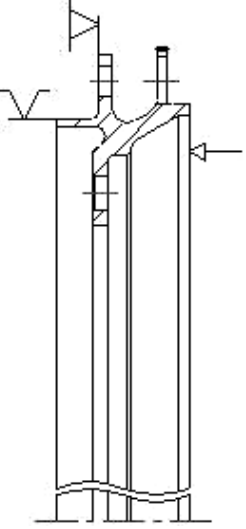
Продовження таблиці 5

1	2
085	Комплексна з ЧПК  ОЦ з ЧПК MC669-3-Sin840
090	Вертикально-свердлильна з ЧПК 

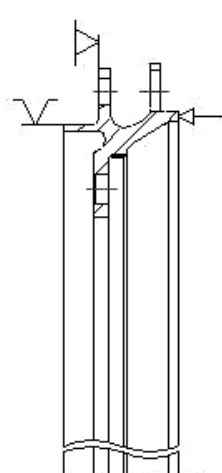
Продовження таблиці 5

1	2
	 Вертикально-свердильний з ЧПК МС 635-5-Sin840
095	Фрезерна з ЧПК  Фрезерний з ЧПК МС673-5-Sin840

Продовження таблиці 5

1	2
100	Слесарна Слесарний верстак
105	Круглошліфувальна  Круглошліфувальний 3М197
110	Круглошліфувальна  Круглошліфувальний 3М197

Продовження таблиці 5

1	2
115	Внутрішньошліфувальна  Внутрішньошліфувальний 3K229B
120	Слесарна Слесарний верстак
125	Промивка Мийна машина
130	Контрольна Контрольний стіл

2.3 Вибір виду і розробка креслення заготовки

Виконуємо аналіз типової заготівки, яка виготовляється методом штампування у відкритих штампах та зображена на рисунку 3.

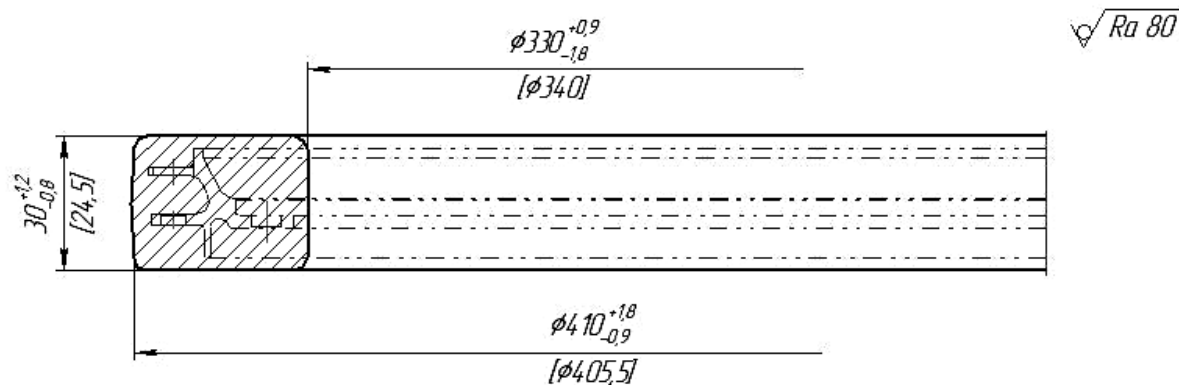


Рисунок 3 – Ескіз типової заготівки

Коефіцієнт використання матеріалу визначається по формулі:

$$K_{BM_{тип}} = \frac{m_{дет}}{H_{вит}} \quad (7)$$

де $m_{дет}$ – маса деталі, $m_{дет} = 0,775$ кг;

$H_{вит}$ – норма витрат.

Норма витрат визначається по формулі:

$$H_{вит} = m_з + M_{тех.відходи} \quad (8)$$

де $m_з$ – маса заготовки;

$M_{тех. відходи}$ – маса технічних відходів;

Маса технічних відходів визначається по формулі:

$$M_{тех.відходи} = 0,5\% \cdot m_з \quad (9)$$

Масу заготовки визначаємо за формулою:

$$m_{заг} = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot h \cdot \rho$$

де ρ – щільність титанового сплаву, $\rho = 4500$ кг/м³;

$$m_{заг} = \frac{\pi \cdot (0,41^2 - 0,33^2)}{4} \cdot 0,03 \cdot 4500 = 6,274 \text{ кг}$$

$$M_{тех.відходи} = 0,5\% \cdot 6,274 = 0,031 \text{ кг}$$

$$H_{вит} = 6,274 + 0,031 = 6,31 \text{ кг}$$

$$K_{BM_{тип}} = \frac{0,775}{6,31} = 0,12$$

2.3.1 Розрахунок припусків аналітично

Розраховуємо припуск аналітично на розмір $\varnothing 405,5$ h8_{-0,097} Ra1,6.

Призначаємо маршрут обробки. Вибираємо операційні допуски [1,с.8-12,табл..4-5].

Маршрут обробки:

Заготівка – штамповка;

Точіння чорнове h14, $Td = 1550$ мкм;

Точіння чистове h11, $Td = 400$ мкм;

Шліфування h8, $Td = 97$ мкм;

Вибираємо величини, які характеризують якість поверхонь:

$Rz^{заг} = 160$ мкм $h^{заг} = 200$ мкм [1, с.186, табл..12];

$Rz^1 = 100$ мкм $h^1 = 100$ мкм [1, с.187, табл..24];

$Rz^2 = 25$ мкм $h^2 = 25$ мкм;

$Rz^3 = 5$ мкм $h^3 = 10$ мкм;

Визначаємо залишкові просторові відхилення для заготовки по формулі:

$$\Delta_{заг} = \sqrt{(\Delta_k \cdot l)^2 + \Delta_{см}^2} \quad (10)$$

де Δ_k - кривизна штампованих заготовок, [1, с.186, табл..16], $\Delta_k = 1,0$ мкм/мм;

$\Delta_{см}$ – відхилення від співвісності, [1, с.186, табл..18], $\Delta_{см} = 0,6$ мм.

$$\Delta_{заг} = \sqrt{(1,0 \cdot 405,5)^2 + 0,6^2} = 0,724 \text{ мм}$$

Визначаємо залишкові просторові відхилення на інших операцій по формулі:

$$\Delta_{ін} = k_y \cdot \Delta_{заг} \quad (11)$$

Значення коефіцієнту k_y вибираємо з таблиці [1,с.190,табл..29]

$$\Delta^1 = 0,06 \cdot \Delta_{\text{заг}} = 0,06 \cdot 0,724 = 0,044 \text{ мм}$$

$$\Delta^2 = 0,04 \cdot \Delta_{\text{заг}} = 0,04 \cdot 0,724 = 0,029 \text{ мм}$$

$$\Delta^3 = 0,02 \cdot \Delta_{\text{заг}} = 0,02 \cdot 0,724 = 0,014 \text{ мм}$$

Визначаємо похибку встановлення деталі на операції за формулою:

$$\varepsilon_{\text{вст}} = \sqrt{\varepsilon_3^2 + \varepsilon_6^2} \quad (12)$$

де ε_3 — частина загальної похибки встановлення, викликана зміщенням вимірювальної бази відносно встановленого на розмір ріжучого інструмента під дією прикладених сил закріплення;

ε_6 — частина загальної похибки встановлення, викликана неспівпадінням вимірювальної та налагоджувальної баз.

На чорнових операціях заготівка встановлюється у 3-х кулачковий патрон, на чистових — у пневмопристроях.

Так як заготівка вимірювальна база співпадає з технологічною, то похибка базування складає: $\varepsilon_6^1 = \varepsilon_6^2 = \varepsilon_6^3 = 0$. При встановленні у пристосування з пневматичним приводом похибка закріплення складає: $\varepsilon_3^1 = 500$ мкм; $\varepsilon_3^2 = 110$ мкм; $\varepsilon_3^3 = 80$ мкм; [1, с.43, табл.14].

Визначаємо допуск на розмір заготівки за формулою:

$$Td_{\text{заг}} = H_{\text{ед}} + I_{\text{ш}} + K_y \quad (13)$$

Величини по недоштампуванню $H_{\text{ед}}$ та зносу штампів $I_{\text{ш}}$ визначаємо по [4, Додаток Д]. Величину K_y приймаємо 1 мкм/мм.

$$Td_{\text{заг}} = 1,4 + 0,6 + 0,001 \cdot 405,5 = 2,406 \text{ мкм}$$

Після призначення допуску на розмір заготовки, розділяємо його на відхилення від номінального розміру заготовки, верхнє відхилення (ES, es) та нижнє (EI, ei):

$$ei = 1/3 \cdot Td = 1/3 \cdot 2,406 = 0,802 \text{ мм}$$

$$es = 2/3 \cdot Td = 2/3 \cdot 2,406 = 1,604 \text{ мм}$$

Приймаємо: $ei = 0,8 \text{ мм}$; $es = 1,6 \text{ мм}$.

Загальний допуск на заготовку складає:

$$Td_{\text{заг}} = 1,6 + 0,8 = 2,4 \text{ мм}$$

Визначаємо величини мінімального припуску по переходам по формулі:

$$2Z_{\min} = 2 \left[Rz + h + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon^2} \right] \quad (14)$$

де Rz – висота нерівностей профілю на попередньому переході;

h – глибина дефектного поверхневого шару на попередньому переході; [1, с.185-186, табл.11,12];

$\Delta_{\Sigma i-1}$ – сумарні відхилення розташування поверхні на попередньому переході;

ε – похибка установки заготовки на виконуваному переході;

$$2Z_{\min}^1 = 2 \left[160 + 200 + \sqrt{724^2 + 500^2} \right] = 2480 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min}^2 = 2 \left[100 + 100 + \sqrt{44^2 + 110^2} \right] = 637 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min}^3 = 2 \left[25 + 25 + \sqrt{29^2 + 80^2} \right] = 270 \text{ мкм}$$

Визначаємо граничні проміжні розміри по технологічним переходам та остаточні розміри заготовки

$$d_{\min i-1} = d_{\min i} + 2Z_{\min i} \quad (15)$$

$$d_{\max i-1} = d_{\min i} + T_{i-1} \quad (16)$$

$$d_{\max}^3 = 405,5 \text{ мм}$$

$$d_{\min}^3 = d_{\max}^3 - Td^3 = 405,5 - 0,097 = 405,403 \text{ мм}$$

$$d_{\min}^2 = d_{\min}^3 + 2Z_{\min}^3 = 405,403 + 0,27 = 405,673 \text{ мм}$$

округляємо до 405,67 мм

$$d_{\max}^2 = d_{\min}^2 + Td^2 = 405,67 + 0,4 = 406,07 \text{ мм}$$

$$d_{\min}^1 = d_{\min}^2 + 2Z_{\min}^2 = 405,67 + 0,637 = 406,307 \text{ мм}$$

округляємо до 406,31 мм

$$d_{\max}^1 = d_{\min}^1 + Td^1 = 406,31 + 1,55 = 407,86 \text{ мм}$$

$$d_{\min}^{\text{зар}} = d_{\min}^1 + 2Z_{\min}^1 = 406,31 + 2,48 = 408,79 \text{ мм}$$

округляємо до 408,8 мм

$$d_{\max}^{\text{зар}} = d_{\min}^{\text{зар}} + Td^{\text{зар}} = 408,8 + 2,4 = 411,2 \text{ мм}$$

Визначаємо номінальний розмір заготовки: $\varnothing 411,2 - 1,6 = \varnothing 409,6 \text{ мм}$.

Визначаємо одержані граничні припуски:

$$2Z_{\max i-1} = d_{\max i} - d_{\max i-1} \quad (17)$$

$$2Z_{\min i-1} = d_{\min i} - d_{\min i-1} \quad (18)$$

$$2Z_{\max}^1 = d_{\max}^{\text{зар}} - d_{\max}^1 = 411,2 - 407,86 = 3,34 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min}^1 = d_{\min}^{\text{зар}} - d_{\min}^1 = 408,8 - 406,31 = 2,49 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max}^2 = d_{\max}^1 - d_{\max}^2 = 407,86 - 406,07 = 1,79 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min}^2 = d_{\min}^1 - d_{\min}^2 = 406,31 - 405,67 = 0,64 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max}^3 = d_{\max}^2 - d_{\max}^3 = 406,07 - 405,5 = 0,57 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min}^3 = d_{\min}^2 - d_{\min}^3 = 405,67 - 405,403 = 0,267 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max}^{\text{зар}} = 3,34 + 1,79 + 0,57 = 5,7 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min}^{\text{зар}} = 2,49 + 0,64 + 0,267 = 3,397 \text{ мм}$$

Одержані дані заносимо в таблицю 6.

Таблиця 6 - Розрахунки припусків на Ø405,5 h8-0,097 Ra1,6.

Розрахунковий	Технологічний перехід	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Граничні розміри, мм		Граничні припуски, мкм		Виконавчий розмір
		Rz	h	Δ	ε				$d_{\max}$	$d_{\min}$	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$	
Ø405,5 h8-0,097	Заготівка штампування	160	200	724	-	-	408,79	2400	411,2	408,8	5700	3397	Ø409,6 ^{+1,6} _{-0,8}
	Точіння чорнове h14	100	100	44	500	2480	406,307	1550	407,86	406,31	3340	2490	Ø407,86 ^{-1,55}
	Точіння чистове h11	25	25	29	110	637	405,673	400	406,07	405,67	1790	640	Ø406,07 ^{-0,4}
	Шліфування h8	5	10	14	80	270	405,403	97	405,5	405,403	570	267	Ø405,5 ^{-0,097}

Виконуємо перевірку правильності розрахунків:

$$Td_{\text{заг}} - Td_{\text{дет}} = 2Z_{\text{max}}^{\text{заг}} - 2Z_{\text{min}}^{\text{заг}} \quad (19)$$

$$Td_{\text{заг}} - Td_{\text{дет}} = 2,4 - 0,097 = 2,303 \text{ мм}$$

$$2Z_{\text{max}}^{\text{заг}} - 2Z_{\text{min}}^{\text{заг}} = 5,7 - 3,397 = 2,303 \text{ мм}$$

Розрахунки виконані вірно.

2.3.2 Розрахунок припусків табличним методом

Розраховуємо припуски табличним методом на розмір деталі 24,5h11-0,13 Ra3,2. Призначаємо маршрут обробки, вибираючи операційні допуски по [1, с.8-12, табл.4-5].

Заготівка – штамповка;

Точіння чорнове $h14, Td = 520$ мкм, припуск односторонній;

Точіння чорнове $h14, Td = 520$ мкм, припуск односторонній;

Точіння чистове $h11, Td = 130$ мкм, припуск односторонній;

Точіння чистове $h11, Td = 130$ мкм, припуск односторонній;

Визначаємо мінімальні припуски по [4, Додаток В]: точіння чорнове: $Z_{min}^1 = 0,9$ мм; $Z_{min}^2 = 0,9$ мм; точіння чистове: $Z_{min}^3 = 0,16$ мм; $Z_{min}^4 = 0,16$ мм.

Визначаємо допуск на розмір заготовки за формулою:

$$Tl_{\text{заг}} = H_{\text{ед}} + I_{\text{ш}} + K_y$$

Величини по недоштампуванню $H_{\text{ед}}$ та зносу штампів $I_{\text{ш}}$ визначаємо по [4, Додаток Д]. Величину K_y приймаємо 1 мкм/мм.

$$Tl_{\text{заг}} = 1,4 + 0,6 + 0,001 \cdot 24,5 = 2,025 \text{ мкм}$$

Після призначення допуску на розмір заготовки, розділяємо його на відхилення від номінального розміру заготовки, верхнє відхилення (ES, es) та нижнє (EI, ei):

$$ei = 1/3 \cdot Tl = 1/3 \cdot 2,025 = 0,675 \text{ мм}$$

$$es = 2/3 \cdot Tl = 2/3 \cdot 2,025 = 1,35 \text{ мм}$$

Приймаємо: $ei = 0,7$ мм ; $es = 1,4$ мм.

Загальний допуск на заготовку складає:

$$Tl_{\text{заг}} = 1,4 + 0,7 = 2,1 \text{ мм}$$

Визначаємо граничні проміжні розміри по технологічним переходам та остаточні розміри заготовки за формулами (15) та (16):

$$\begin{aligned}
l_{\min}^4 &= l_{\max}^4 - Tl^4 = 24,5 - 0,13 = 24,37 \text{ мм} \\
l_{\min}^3 &= l_{\min}^4 + Z_{\min}^4 = 24,37 + 0,16 = 24,53 \text{ мм} \\
l_{\max}^3 &= l_{\min}^3 + Tl^3 = 24,53 + 0,13 = 24,66 \text{ мм} \\
l_{\min}^2 &= l_{\min}^3 + Z_{\min}^3 = 24,53 + 0,16 = 24,69 \text{ мм} \\
l_{\max}^2 &= l_{\min}^2 + Tl^2 = 24,69 + 0,52 = 25,21 \text{ мм} \\
l_{\min}^1 &= l_{\min}^2 + Z_{\min}^2 = 24,69 + 0,9 = 25,59 \text{ мм} \\
l_{\max}^1 &= l_{\min}^1 + Tl^1 = 25,59 + 0,52 = 26,11 \text{ мм} \\
l_{\min}^{\text{зар}} &= l_{\min}^1 + Z_{\min}^1 = 25,59 + 0,9 = 26,49 \text{ мм} \\
&\text{округляємо до } 26,5 \text{ мм} \\
l_{\max}^{\text{зар}} &= l_{\min}^{\text{зар}} + Tl^{\text{зар}} = 26,5 + 2,1 = 28,6 \text{ мм}
\end{aligned}$$

Визначаємо номінальний розмір заготовки: $28,6 - 1,4 = 27,2 \text{ мм}$.

Визначаємо одержані граничні припуски за формулами (17) та (18):

$$\begin{aligned}
Z_{\max}^1 &= l_{\max}^{\text{зар}} - l_{\max}^1 = 28,6 - 26,11 = 2,49 \text{ мм} \\
Z_{\min}^1 &= l_{\min}^{\text{зар}} - l_{\min}^1 = 26,5 - 25,59 = 0,91 \text{ мм} \\
Z_{\max}^2 &= l_{\max}^1 - l_{\max}^2 = 26,11 - 25,21 = 0,9 \text{ мм} \\
Z_{\min}^2 &= l_{\min}^1 - l_{\min}^2 = 25,59 - 24,69 = 0,9 \text{ мм} \\
Z_{\max}^3 &= l_{\max}^2 - l_{\max}^3 = 25,21 - 24,66 = 0,55 \text{ мм} \\
Z_{\min}^3 &= l_{\min}^2 - l_{\min}^3 = 24,69 - 24,53 = 0,16 \text{ мм} \\
Z_{\max}^4 &= l_{\max}^3 - l_{\max}^4 = 24,66 - 24,5 = 0,16 \text{ мм} \\
Z_{\min}^4 &= l_{\min}^3 - l_{\min}^4 = 24,53 - 24,37 = 0,16 \text{ мм}
\end{aligned}$$

Одержані дані заносимо в таблицю 7.

Знаходимо одержаний загальний припуск:

$$\begin{aligned}
Z_{\max}^{\text{зар}} &= \Sigma Z_{\max} = 2,49 + 0,9 + 0,55 + 0,16 = 4,1 \text{ мм} \\
Z_{\min}^{\text{зар}} &= \Sigma Z_{\min} = 0,91 + 0,9 + 0,16 + 0,16 = 2,13 \text{ мм}
\end{aligned}$$

Таблиця 7 - Розрахунок припусків на розмір 24,5 h11-0,13 Ra3,2

Розрахунковий розмір	Технологічний перехід	Табличний припуск, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Граничні розміри, мм		Граничні припуски, мкм		Виконавчий розмір
					$l_{\max}$	$l_{\min}$	$Z_{\max}$	$Z_{\min}$	
24,5 h11-0,13	Заготівка штампування	-	26,49	2100	28,6	26,5	4100	2130	$27,2^{+1,4}_{-0,7}$
	Точіння чорнове h14, припуск односторонній	900	25,59	520	26,11	25,59	2490	910	$26,11_{-0,52}$
	Точіння чорнове h14, припуск односторонній	900	24,69	520	25,21	24,69	900	900	$25,21_{-0,52}$
	Точіння чистове h11, припуск односторонній	160	24,53	130	24,66	24,53	550	160	$24,66_{-0,13}$
	Точіння чистове h11, припуск односторонній	160	24,37	130	24,5	24,37	160	160	$24,5_{-0,13}$

Виконуємо перевірку правильності розрахунків за формулою (19):

$$Tl_{\text{заг}} - Tl_{\text{дет}} = 2,1 - 0,13 = 1,97 \text{ мм}$$

$$Z_{\text{заг}}^{\text{заг}} - Z_{\text{дет}}^{\text{заг}} = 4,1 - 2,13 = 1,97 \text{ мм}$$

Розрахунки виконані вірно.

Аналогічно виконуємо розрахунки для інших розмірів та результати зводимо до таблиць.

Таблиця 8 – Розрахунок припусків на розмір $\varnothing 340 \text{ H}11^{+0,36} \text{ Ra}3,2$

Розрахунковий розмір	Технологічний перехід	Табличний припуск,	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Граничні розміри, мм		Граничні припуски, мкм		Виконавчий розмір
					$l_{\max}$	$l_{\min}$	$Z_{\max}$	$Z_{\min}$	
$\varnothing 340 \text{ H}11^{+0,36}$	Заготівка штампування	-	337,26	2400	337,3	334,9	5100	3060	$\varnothing 336,5^{+0,8}_{-1,6}$
	Точіння чорнове H14	2800	340,06	1400	340,06	338,66	3760	2760	$\varnothing 338,66^{+1,4}$
	Точіння чистове H11	300	340,36	360	340,36	340	1340	300	$\varnothing 340^{+0,36}$

Таблиця 9 - Розрахунок припусків на розмір $\varnothing 318 \text{ H}11^{+0,36} \text{ Ra}3,2$

Розрахунковий розмір	Технологічний перехід	Табличний припуск,	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Граничні розміри, мм		Граничні припуски, мкм		Виконавчий розмір
					$l_{\max}$	$l_{\min}$	$Z_{\max}$	$Z_{\min}$	
$\varnothing 318 \text{ H}11^{+0,36}$	Заготівка штампування	-	315,26	2400	315,3	312,9	5100	3060	$\varnothing 314,5^{+0,8}_{-1,6}$
	Точіння чорнове H14	2800	318,06	1400	318,06	316,66	3760	2760	$\varnothing 316,66^{+1,4}$
	Точіння чистове H11	300	318,36	360	318,36	318	1340	300	$\varnothing 318^{+0,36}$

Таблиця 10 - Розрахунок припусків на розмір $\varnothing 377 \text{ H}10^{+0,23}$ ($\varnothing 380^{+0,018}_{-0,054}$ – 1,5 – 1,5) $\text{Ra}3,2$

Розрахунковий розмір	Технологічний перехід	Табличний припуск,	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Граничні розміри, мм		Граничні припуски, мкм		Виконавчий розмір
					$l_{\max}$	$l_{\min}$	$Z_{\max}$	$Z_{\min}$	
$\varnothing 377 \text{ H}10^{+0,23}$	Заготівка штампування	-	374,13	2400	374,1	371,7	5300	3130	$\varnothing 373,3^{+0,8}_{-1,6}$
	Точіння чорнове H14	2800	376,93	1400	376,93	375,53	3830	2830	$\varnothing 375,53^{+1,4}$
	Точіння чистове H10	300	377,23	230	377,23	377	1470	300	$\varnothing 377^{+0,23}$

Таблиця 11 - Розрахунок припусків на розмір 7h12_{-0,1} (3+4)

Розрахунковий розмір	Технологічний перехід	Табличний припуск, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Граничні розміри, мм		Граничні припуски, мкм		Виконавчий розмір
					$l_{\max}$	$l_{\min}$	$Z_{\max}$	$Z_{\min}$	
7h12 _{-0,1}	Заготівка штампування	-	8,97	2000	11	9	4000	2150	$9,6^{+1,4}_{-0,6}$
	Точіння чорнове h14 – припуск односторонній	900	8,07	360	8,43	8,07	2570	930	$8,43_{-0,36}$
	Точіння чорнове h14 – припуск односторонній	900	7,17	360	7,53	7,17	900	900	$7,53_{-0,36}$
	Точіння чистове h12 – припуск односторонній	160	7,01	150	7,16	7,01	370	160	$7,16_{-0,15}$
	Точіння чистове h12 – припуск односторонній	160	6,85	150	7	6,85	160	160	$7_{-0,15}$

2.3.3 Вибір виду і розробка креслення проектованої заготівки

Проектовану заготівку проектуємо методом штампуванням у закритих штампах на КГШП. При штампуванні в закритих штампах одержують більш точні заготівки, менше витрачається матеріалу, більш висока продуктивність, що дає можливість одержати мінімальний припуск, знизити витрати матеріалу і скоротити час обробки деталі.

Розрахунок маси проектованої заготівки (рисунк 4) виконуємо за допомогою ресурса [3], $m_3 = 3,49$ кг. Тоді за формулами (7), (8), (9):

$$m_{\text{тех.відх.}} = 0,005 \cdot 3,49 = 0,018 \text{ кг}$$

$$H_{\text{вир}} = 3,49 + 0,018 = 3,508 \text{ кг}$$

$$K_{\text{вмпр}} = \frac{0,775}{3,508} = 0,22$$

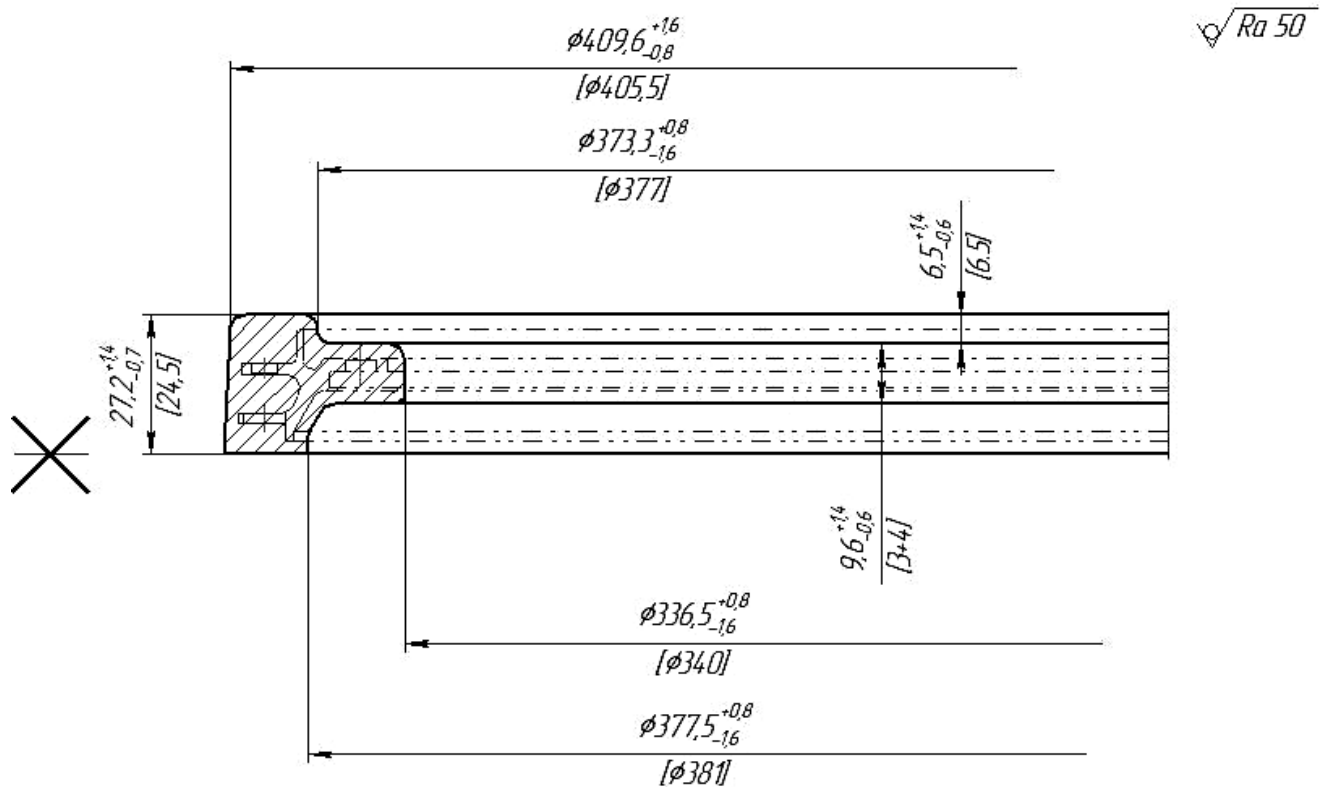


Рисунок 4 – Ескіз проєктованої заготівки

Таким чином більш економічнішою є проєктована заготівка у закритих штампах, так як $K_{\text{вм}}$ проєктованої заготівки більший ніж типової ($0,22 > 0,12$).

2.4 Вибір і обґрунтування технологічних баз

В курсовому проєкті на першій механічній операції 015 токарній виконується підготовка технологічних баз. Технологічною базою називають поверхню, яка визначає положення деталі при обробці. В загальні, базою називають поверхню, вісь, точку деталі або складальної одиниці, по відношенню до яких орієнтуються інші деталі виробу або поверхні деталі, які обробляються або складаються на даній операції.

На оп.015 за технологічну приймається чорнова база, тобто необроблені поверхні заготовки. Вибрана чорнова база забезпечує рівномірне зняття припуску при послідуєчій обробці поверхонь з базуванням на оброблену технологічну базу і найбільш точне взаємне розташування оброблених і не оброблених поверхонь деталі.

Ескіз чорнової бази показано на рисунку 5.

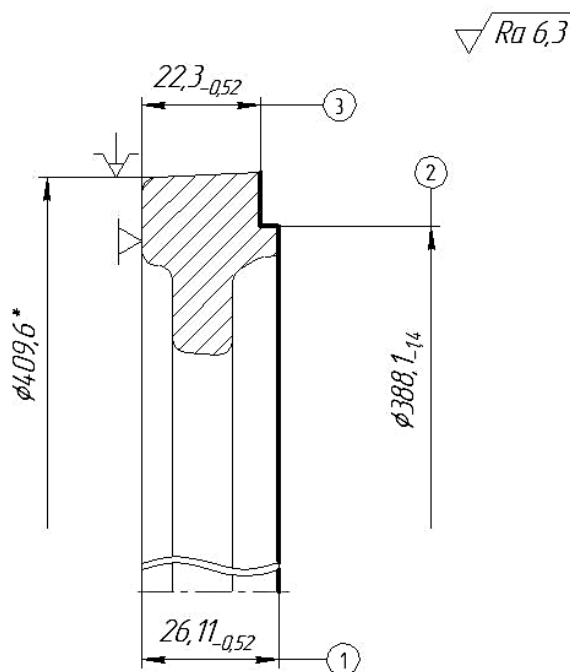


Рисунок 5 – Ескіз чорнової бази

Деталь встановлюється у трьохкулачковий патрон. Визначаємо похибку встановлення за формулою (12). Похибка закріплення при встановленні у трьохкулачковий патрон: $\varepsilon_{3d} = 500$ мкм; $\varepsilon_{3l} = 150$ мкм; [1, с.43, табл.14].

Так як похибка базування дорівнює нулю, то:

$$\varepsilon_{\text{вст}(\emptyset 388,1)} = \sqrt{\varepsilon_{3(\emptyset 388,1)}^2 + \varepsilon_{6(\emptyset 388,1)}^2} = \sqrt{0,5^2 + 0^2} = 0,5 \text{ мм};$$

$$\varepsilon_{\text{вст}(22,3)} = \sqrt{\varepsilon_{3(22,3)}^2 + \varepsilon_{6(22,3)}^2} = \sqrt{0,15^2 + 0^2} = 0,15 \text{ мм};$$

$$\varepsilon_{\text{вст}(26,11)} = \sqrt{\varepsilon_{3(26,11)}^2 + \varepsilon_{6(26,11)}^2} = \sqrt{0,15^2 + 0^2} = 0,15 \text{ мм};$$

Порівнюємо похибку закріплення з допусками оброблювальних поверхонь, та перевіряємо виконання умови $\varepsilon_{\text{вст}} \leq T$:

$$\varepsilon_{\text{вст}} = 0,5 \text{ мм} < T_{(\emptyset 388,1)} = 1,4 \text{ мм};$$

$$\varepsilon_{\text{вст}} = 0,15 \text{ мм} < T_{(22,3)} = 0,52 \text{ мм};$$

$$\varepsilon_{\text{вст}} = 0,15 \text{ мм} < T_{(26,11)} = 0,52 \text{ мм};$$

Так як умова виконується, то даний пристрій забезпечує обробку деталі з заданою точністю.

При виборі чистової бази деталі «Фланець упорний» враховуються наступні положення: за чистову базу приймається торцева поверхня із centruванням по циліндричній поверхні. Бази остаточно оброблені. Технологічна і вимірювальна бази збігаються, тобто дотримується принцип "суміщення баз". Ескіз чистової бази показан на рисунку 6.

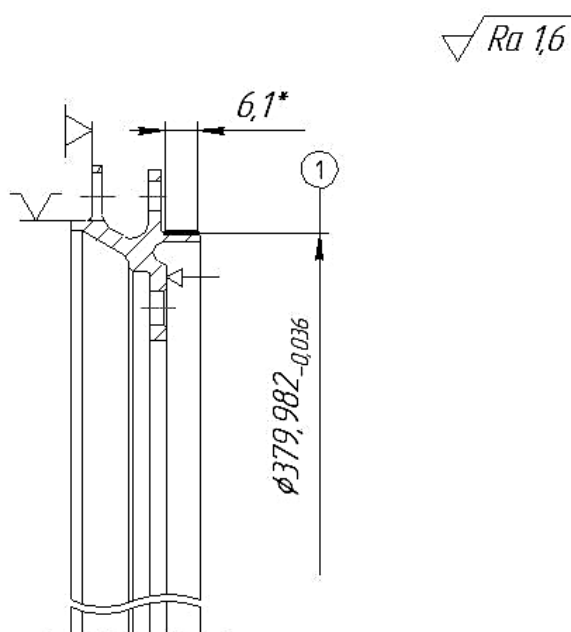


Рисунок 6 - Ескіз чистової бази

Заготівка встановлюється у пристосування з пневмозатиском. Похибка базування при встановленні у таке пристосування складає: $\varepsilon_z = 35 \text{ мкм}$ [1, с.42, табл.12]. Так як похибка базування дорівнює нулю, то:

$$\varepsilon_{\text{вст}(\emptyset 379,982)} = \sqrt{\varepsilon_{3(\emptyset 379,982)}^2 + \varepsilon_{6(\emptyset 379,982)}^2} = \sqrt{0,035^2 + 0^2} = 0,035 \text{ мм};$$

Порівнюємо похибку закріплення з допусками оброблювальних поверхонь, та перевіряємо виконання умови $\varepsilon_{\text{вст}} \leq T$:

$$\varepsilon_{\text{вст}} = 0,035 \text{ мм} < T_{(\emptyset 379,982)} = 0,036 \text{ мм};$$

Так як умова виконується, то даний пристрій забезпечує обробку деталі з заданою точністю.

2.5 Розрахунок і призначення режимів різання на операції техпроцесу

Визначення режимів різання та основного часу аналітичним способом на операцію 015 – токарна. Ескіз обробки показан на рисунку 5. Обробка виконується на токарному верстаті мод. 16K25.

Перехід №1 – підрізати торець, витримуючи розмір 1.

1. Вибираємо різець: матеріал різальної частини різця беремо з [1,с.115-118], геометричні параметри різальної частини різця з [1,с.119-136], вибираємо розміри поперечного перерізу корпусу різця за паспортом верстата - 392101 Різець підрізний 25x25 $\varphi=90^\circ$ $r=1$ мм ВК8 ГОСТ 18880-83.

2. Знаходимо глибину різання t , мм для переходу:

$$t = 27,2 - 26,11 = 1,09 \text{ мм}$$

3. Вибираємо подачу - S_0 мм/об [1,с.268, табл.14] $S_0 = 0,36$ мм/об

4. Коректуємо значення подачі за паспортом верстату, приймаємо менше значення за [5,с.421-422]. Приймаємо $S_{0\text{вт}} = 0,35$ мм/об.

5. Визначаємо швидкість різання, яка допускається властивостями різця за формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_{\text{обт}}^y} \cdot K_v, \text{ м/хв} \quad (20)$$

де T - стійкість інструменту, $T = 60$ хв;

C_v, m, x, y вибираємо з [1, с.269-270, табл.17], $C_v=350, m=0,2, x=0,15, y=0,35$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi lv} \cdot K_{rv} \quad (21)$$

де K_{mv} - поправочний коефіцієнт, який враховує вплив фізико - механічних властивостей оброблюваного матеріалу на швидкість різання [1, с. 261, табл.1],
 $K_{mv} = 0,4$;

K_{nv} - поправочний коефіцієнт, який враховує вплив стану поверхні заготовки на швидкість різання [1, с.263, табл.5];

K_{uv} - поправочний коефіцієнт, який враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання [1, с.263, табл.6];

K_{rv} - поправочний коефіцієнт, який враховується для інструменту з різальною частиною зі швидкорізальної сталі [1, с.271, табл.18];

$K_{\phi v}, K_{\phi lv}, K_{rv}$ - поправочні коефіцієнти, які враховують вплив геометричних параметрів різця на швидкість різання [1, с.271, табл.18].

$$K_v = 0,4 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 0,94 = 0,21$$

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1,09^{0,15} \cdot 0,35^{0,35}} \cdot 0,21 = 46,2 \text{ м/хв}$$

6. Визначаємо частоту обертів оброблюваної деталі, яка відповідає знайдений швидкості головного руху різання в хв^{-1} :

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{max}} \quad (22)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 46,2}{3,14 \cdot 409,6} = 36$$

7. Одержані значення частоти обертів, оброблюваної деталі коректуємо за паспортом верстату, приймаємо найближче менше значення [5,с.421-422], приймаємо $n_{BT}=31,5 \text{ хв}^{-1}$.

8. Визначаємо дійсну швидкість різання в м/хв.

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{BT}}{1000} \quad (23)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 409,6 \cdot 31,5}{1000} = 40,5 \text{ м/хв}$$

9. Визначаємо силу різання P_z за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V_d^n \cdot K_p \quad (24)$$

де C_p, x, y, n визначаємо по [1,с.273-274], $C_p=300$, $x=1,0$, $y=0,75$, $n=-0,15$.

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{yp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} \quad (25)$$

де K_p - поправочний коефіцієнт, який враховує вплив конкретних умов обробки.

K_{mp} - поправочний коефіцієнт, який враховує вплив фізико - механічних властивостей оброблюваного матеріалу на силові залежності [1,с.264-265,табл.9-10].

$K_{\phi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{\Gamma p}$ - поправочний коефіцієнт, який враховує вплив геометричних параметрів різця на силу різання [1,с.275,табл.23].

$$K_p = \left(\frac{1200}{750}\right)^{0,75} \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 1,18$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,09^1 \cdot 0,35^{0,75} \cdot 40,5^{-0,15} \cdot 1,18 = 1007,77 \text{ Н}$$

10. Визначаємо потужність, витрачену на різання в кВт.

$$N = \frac{P_z \cdot V_d}{1020 \cdot 60} \quad (26)$$

$$N = \frac{1007,77 \cdot 40,5}{1020 \cdot 60} = 0,67 \text{ кВт}$$

11. Вибраний режим різання перевіряємо по потужності верстату за умовою:

$$N_{\text{різ}} < N_{\text{шп}}$$

де $N_{\text{шп}}$ - потужність на шпинделі верстату.

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta, \text{ кВт} \quad (27)$$

де $N_{\text{дв}}, \eta$ вибираємо з [5,с.421-422]

$$N_{\text{шп}} = 11 \cdot 0,75 = 8,25 \text{ кВт}$$

$$0,67 \text{ кВт} < 8,25 \text{ кВт} \text{ — умова виконується}$$

12. Визначаємо машинний час

$$t_0 = \frac{L}{n \cdot S_{\text{овт}}} \cdot i, \text{ хв} \quad (28)$$

де L – шлях інструменту в напрямку подачі в мм;

i - кількість робочих ходів,

$$L = l + y + \Delta \quad (29)$$

де l – розмір поверхні, що оброблюється в напрямку подачі в мм;

$y = t \cdot \tan \varphi$ – величина врізання мм, де φ – головний кут в плані;

Δ - 1 ÷ 3 мм – вихід ріжучого інструменту (перебіг);

$$t_0 = \frac{16,05 + 1,09 + 3}{31,5 \cdot 0,35} \cdot 1 = 1,83 \text{ хв}$$

Аналогічно виконуємо для переходу №2 та заносимо значення розрахованих режимів у таблицю 12.

Визначення режимів різання табличним способом на операцію 075 – комплексна з ЧПК. Обробка виконується на верстаті оброблюючий центр MC669-3-Sin840. Ескіз до операції показан на рисунку 7.

Перехід №1 – Свердлити 6 отворів, витримуючи розміри 1, 3.

1. Згідно вихідних даних вибираємо різальний інструмент [1,с.146] – свердло спіральне Ø9 P6M5K5 ГОСТ 10903-77.

2. Визначаємо глибину різання t , мм при свердлінні отворів,

$$t = 9 / 2 = 4,5 \text{ мм}$$

3. Вибираємо подачу при чистовому свердлінні [1,с.277, табл.25], $S_0=0,1$ мм/об.

4. Визначаємо швидкість різання при свердлінні за формулою:

$$V = V_{\text{таб}} \cdot K_{Mv} \cdot K_{nv} \text{ м/хв} \quad (30)$$

$$V = 37 \cdot 0,48 \cdot 1,0 = 17,76 \text{ м/хв}$$

5. Визначаємо частоту обертання свердла відповідно знайдений швидкості різання за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{\text{св}}}, \text{ хв}^{-1} \quad (31)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 17,76}{3,14 \cdot 9} = 628 \text{ хв}^{-1}$$

6. Коректуємо частоту обертання свердла. Так як верстат має безступінчасте регулювання, то приймаємо $n_{\text{ем}} = 620 \text{ хв}^{-1}$.

7. Визначаємо дійсну швидкість різання за формулою:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D_{\text{св}} \cdot n_{\text{вт}}}{1000}, \text{ м/хв} \quad (32)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 620}{1000} = 17,5 \text{ м/хв}$$

8. Знаходимо силу різання та крутний момент при свердлінні за формулами:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S_o^y \cdot K_p, \text{ Н} \quad (33)$$

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S_o^y \cdot K_p, \text{ Н} \quad (34)$$

де C_p, q, y, C_M, q, y , – визначаємо по [1, стр.281, табл.32]; $C_p = 68, q = 1,0, x-, y = 0,7$; – для сили різання, $C_M = 0,0345, q = 2,0, x-, y = 0,8$; – для крутного моменту.

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 9^{1,0} \cdot 0,1^{0,7} \cdot 1,18 = 1440,9 \text{ Н}$$

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 9^{2,0} \cdot 0,1^{0,7} \cdot 1,18 = 6,58 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

9. Визначаємо потужність, витрачену на різання в кВт за формулою:

$$N = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750} \quad (35)$$

$$N = \frac{6,58 \cdot 620}{9750} = 0,42 \text{ кВт}$$

10. Визначаємо режим різання перевіряємо по потужності верстату за умовою та формулою (27):

$$N_{\text{шт}} = 15 \cdot 0,85 = 12,75 \text{ кВт}$$

$$0,42 \text{ кВт} < 12,75 \text{ кВт} \text{ — умова виконується}$$

11. Визначаємо машинний час при свердлінні за формулою:

$$t_0 = \frac{L}{n \cdot S_0} \cdot i, \text{ хв} \quad (36)$$

$$y = 0,5 \cdot D, \text{ мм} \quad (37)$$

$$y = 0,5 \cdot 9 = 4,5 \text{ мм}$$

$$L = 2 + 4,5 + 5 = 11,5 \text{ мм}$$

$$t_0 = \frac{11,5}{620 \cdot 0,1} \cdot 29 = 5,38 \text{ хв}$$

Розраховані аналітичним і табличним способом режими різання заносимо до таблиці 12.

Таблиця 12 – Розрахунок режимів різання

№ оп	Найме- нування операції	Зміст переходів	Облад- нання	t, мм	Режими різання			T _{о,хв}
					п _{вт} , хв. ⁻¹	S, мм/об	V _д , м/хв	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
015	Токарна	1.Підрізати торець тов.1	16K25	1,09	31,5	0,35	40,5	1,83
		2.Точити пов.2, 3		1,27	31,5	0,35	40,5	4,09
		ΣT ₀						
020	Токарна	1.Підрізати торець пов.1	16K25	0,9	31,5	0,35	40,5	2,0
		2.Точити пов.3, 2		4,1	31,5	0,35	40,5	4,79
		ΣT ₀						
030	Токарна з ЧПК	1.Точити пов.1, 2, 3, 4	MC112-8-Sin802	0,3	40	0,20	45,9	2,53
075	Комплек-сна з ЧПК	1.Центрувати 29 отв. пов.5	MC669-3-Sin840	1,25	2500	0,1	19,6	1,07
		2.Свердлити 29 отв. пов.1, 5		4,5	620	0,1	17,5	5,38
		3. Фрезерувати 29 вибірок пов.2, 3, 4		8,25	160	0,05	20,1	8,54
ΣT ₀								14,99
105	Кругло-шлі-фувальна	1.Шліфувати пов.1	3М197	0,001	п _{кр} = 1300 п _д = 30	0,001	V _{кр} = 35 V _д = 35	2,17

2.6 Нормування операцій

Виконаємо нормування операції 075 – комплексна з ЧПК, модель верстата – оброблюючий центр з ЧПК MC669-3-Sin840.

Норма часу на технологічну операцію з ЧПУ розраховується за формулою:

$$T_{шт} = (T_a + T_{доп}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обсл.} + a_{відп.}}{100}\right), \quad (38)$$

де $a_{обсл.} = 6\%$ – час на обслуговування робочого місця [6, с.223, табл.45];

$a_{відп.} = 4\%$ – час відпочинку й особистих потреб [6, с.236, табл.46];

T_a – час автоматичної роботи верстата по програмі, який визначається за формулою:

$$T_a = T_{о.а.} + T_{доп а}, \quad (39)$$

де $T_{о.а.}$ – основний час роботи верстата за програмою:

$$T_{о.а.} = 14,99 \text{ хв}$$

$T_{доп а}$ – час допоміжної автоматичної роботи за програмою, складається з часу на виконання холостих ходів та часу технологічних пауз для зупинки обертання шпинделя, подачі, заміну інструменту та інше. Визначається за формулою:

$$T_{доп а} \approx 0,3T_{о.а.}, \quad (40)$$

$$T_{доп а} = 0,3 \cdot 14,99 = 4,50 \text{ хв}$$

$$T_a = 14,99 + 4,50 = 19,49 \text{ хв}$$

$T_{доп}$ – час виконання ручної допоміжної роботи, яка не перекривається часом автоматичної роботи верстату, визначається за формулою:

$$T_{доп} = T_{вст} + T_{вик} + T_{вим}, \quad (41)$$

де $T_{вст}$ – час на установку, закріплення та зняття деталі [6, с.76–79, к.13–14], $T_{вст} = 0,45 \text{ хв}$;

$T_{вик}$ – допоміжний час, пов'язаний з виконанням операції, $T_{вик} = 0,32 \text{ хв}$;

$T_{\text{вим}}$ – час, що пов'язаний з вимірюванням

$$T_{\text{вим}} = 0,06 \cdot 29 + 0,08 \cdot 29 + 0,2 + 0,22 + 0,15 = 4,63 \text{ хв}$$

$$T_{\text{доп}} = 0,45 + 0,32 + 4,63 = 5,4 \text{ хв}$$

$$T_{\text{шт}} = (19,49 + 5,4) \cdot \left(1 + \frac{6 + 4}{100}\right) = 27,38 \text{ хв}$$

Визначаємо підготовчо-заключний час $T_{\text{пз}} = 32 \text{ хв}$.

Всі останні розрахунки по нормуванню зводимо до таблиці 13.

Таблиця 13 – Норма часу по операціям

№	Найменування операції	Найменування верстату і модель	Норма часу			
			$T_{\text{осн}}$, хв	$T_{\text{доп}}$, хв	$T_{\text{шт}}$, хв	$T_{\text{пз}}$, хв
1	2	3	4	5	6	7
015	Токарна	Токарний 16K25	5,92	1,22	7,71	29
020	Токарна	Токарний 16K25	6,79	1,23	8,66	29
065	Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК MC112-8-Sin802	2,53	1,07	4,80	29,5
075	Комплексна з ЧПК	ОЦ з ЧПК MC669-3- Sin840	14,99	5,4	27,38	32
105	Круглошліфувальна	Круглошліфувальний 3M197	2,17	1,54	4,0	30

ВИСНОВКИ

У ході виконання курсового проєкту було виконано проектування технологічного процесу обробки деталі «Фланець упорний» в умовах серійного виробництва.

У ході виконання курсового проєкту розробляється і удосконалюється технологічний процес виготовлення деталі «Фланець упорний» на основі типового технологічного процесу. В процесі роботи було порівняно два способи виготовлення заготовки – штампування у відкритих та закритих штампах. У результаті розрахунків було визначено, що більш економічнішою є проєктована заготівка у закритих штампах, так як Квм проєктованої заготівки більший ніж типової ($0,22 > 0,12$).

Удосконалення технологічного процесу по виготовленню деталі «Фланець упорний» відбувається за рахунок використання верстатів з ЧПК.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1 Справочник технолога – машиностроителя. Т.2/Под ред.. А.Г.Касиловой, Р.К.Мещеряковой. – М.: Машиностроение, 1985.

2 Справочник технолога – машиностроителя. Т.1/Под ред.. А.Г.Касиловой, Р.К.Мещеряковой. – М.: Машиностроение, 1985.

3 <https://fin-calc.org.ua/ua/calculator/geometry/volume/cylinder/>

4 Методичні рекомендації до виконання курсового проєкту з дисципліни «Технологія машинобудування» в умовах дистанційного навчання, ЗАФК, 2023р.

5 Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. – М.: Машиностроение, 1984.

6 «Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках», Справочник, 1 часть. «Машиностроение», М. 1974г.406с.

7 В.А. Богуслаєв, В.А. Леховицев, А.С. Смирнов «Верстатні пристрої» - Запоріжжя, ОАО «Мотор Січ» 2000г. – 461 с.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

	ТМФК		гр. КТМ-223с	
--	------	--	--------------	--

--	--	--	--	--

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ

технологічний процес обробки деталі "Фланець упорний"

Кількість листів: 31

Розробив: (Шелудяков А.В.)

Перевірив: (Тахтаджиев Д.В.)

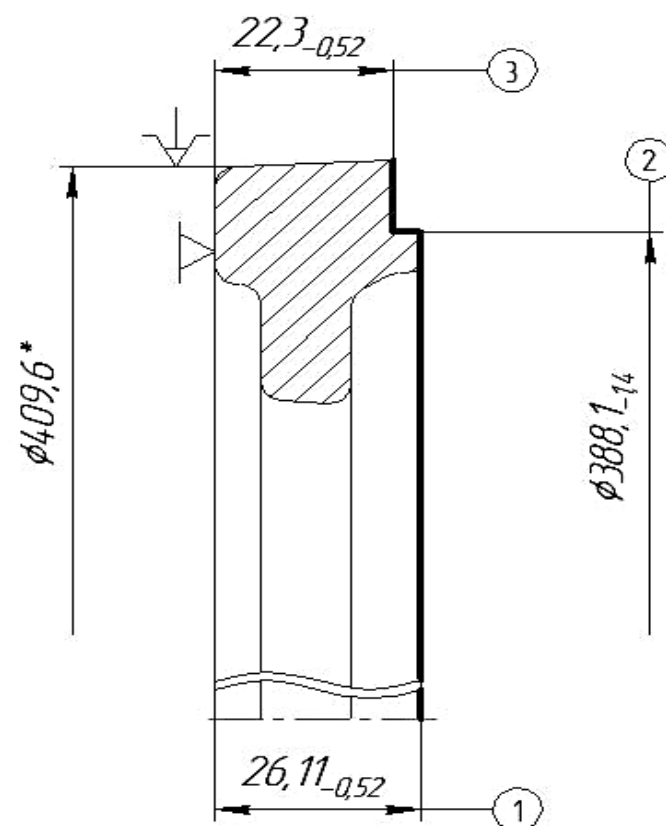
Дубл.																									
Взам.																									
Подл.																									
																				2					
															гр. КТМ-223с					10141.XXXX					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции										Обозначение документа										
Б	Код. наименование оборудования										СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.				
К/М	Наименование детали, сб. ед. или материала										Обозначение, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.					
А 01	XX	XX	XX	030	4110	Токарна										IOT№5									
Б 02	381114 Токарний 16K25										1	18217	512	1P	1	1	1	1							
03																									
А 04	XX	XX	XX	035	4110	Токарна										IOT№5									
Б 05	381114 Токарний 16K25										1	18217	512	1P	1	1	1	1							
06																									
А 07	XX	XX	XX	040	5000	Термічна (гарт, старіння)										IOT№XX									
Б 08	XXXXXXX Електропіч індукційна										3	18186	412	3P	1	1	1	1							
09																									
А 10	XX	XX	XX	045	4233	Токарна з ЧПК										IOT№5									
Б 11	XXXXXXX Токарний з ЧПК MC112-8-Sin802										1	15292	412	1P	1	1	1	1							
12																									
А 13	XX	XX	XX	050	4233	Токарна з ЧПК										IOT№5									
Б 14	XXXXXXX Токарний з ЧПК MC112-8-Sin802										1	15292	412	1P	1	1	1	1							
15																									
А 16	XX	XX	XX	055	4233	Токарна з ЧПК										IOT№5									
Б 17	XXXXXXX Токарний з ЧПК MC112-8-Sin802										1	15292	412	1P	1	1	1	1							
МК																									

Дубл.																									
Взам.																									
Подл.																									
																				3					
															гр. КТМ-223с					10141.XXXX					
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.				
К/М	Наименование детали, сб. ед. или материала										Обозначение, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.					
А 01	XX	XX	XX	060	4233	Токарна з ЧПК										IOTN№5									
Б 02	XXXXXXX Токарний з ЧПК MC112-8-Sin802										1	15292	412	1P	1	1	1	1							
03																									
А 04	XX	XX	XX	065	4233	Токарна з ЧПК										IOTN№5									
Б 05	XXXXXXX Токарний з ЧПК MC112-8-Sin802										1	15292	412	1P	1	1	1	1					29,5	4,80	
06																									
А 07	XX	XX	XX	070	0109	Слюсарна										IOTN№27									
Б 08	XXXXXXX Слюсарний верстак										3	17474	312	1P	1	1	1	1							
09																									
А 10	XX	XX	XX	075	4237	Комплексна з ЧПК										IOTN№15									
Б 11	XXXXXXX ОЦ з ЧПК MC669-3-Sin840										1	15292	412	1P	1	1	1	1					32	27,38	
12																									
А 13	XX	XX	XX	080	0109	Слюсарна										IOTN№27									
Б 14	XXXXXXX Слюсарний верстак										3	17474	312	1P	1	1	1	1							
15																									
А 16	XX	XX	XX	085	4237	Комплексна з ЧПК										IOTN№15									
Б 17	XXXXXXX ОЦ з ЧПК MC669-3-Sin840										1	15292	412	1P	1	1	1	1							
МК																									

Дубл.																								
Взам.																								
Подл.																								
																				4				
															гр. КТМ-223с					10141.XXXX				
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.			
К/М	Наименование детали, сб. ед. или материала										Обозначение, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.				
А 01	XX	XX	XX	090	4232	Вертик.-свердлильна з ЧПК					IOTN№9													
Б 02	XXXXXX Вертикально-свердильний з ЧПК MC 635-5-Sin840										1	15292	412	1P	1	1	1	1						
03																								
А 04	XX	XX	XX	095	4234	Фрезерна з ЧПК					IOTN№31													
Б 05	XXXXXX Фрезерний з ЧПК MC673-5-Sin840										1	15292	412	1P	1	1	1	1						
06																								
А 07	XX	XX	XX	100	0109	Слюсарна					IOTN№27													
Б 08	XXXXXX Слюсарний верстак										3	17474	312	1P	1	1	1	1						
09																								
А 10	XX	XX	XX	105	4131	Круглошліфувальна					IOTN№16													
Б 11	381311 Круглошліфувальний 3М197										1	18873	512	1P	1	1	1	1						
12																								
А 13	XX	XX	XX	110	4131	Круглошліфувальна					IOTN№16													
Б 14	381311 Круглошліфувальний 3М197										1	18873	512	1P	1	1	1	1						
15																								
А 16	XX	XX	XX	115	4132	Внутрішньошліфувальна					IOTN№16													
Б 17	381311 Внутрішньошліфувальний 3К229В										1	18873	512	1P	1	1	1	1						
МК																								

Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																					
																				5	
												гр. KTM-223с					10141.XXXX				
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.					
К/М	Наименование детали, сб. ед. или материала					Обозначение, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.						
А 01	XX	XX	XX	120	0109	Слюсарна					IOTN№27										
Б 02	XXXXXXX Слюсарний верстак					3	17474	312	1Р	1	1	1	1								
03																					
А 04	XX	XX	XX	125	0125	Промивка					IOTN№23										
Б 05	XXXXXXX Мийна машина					3	17845	312	1Р	1	1	1	1								
06																					
А 07	XX	XX	XX	130	0210	Контрольна					IOTN№26										
Б 08	XXXXXXX Контрольний стіл					3	13977	412	1Р	1	1	1	1								
09																					
А 10																					
Б 11																					
12																					
А 13																					
Б 14																					
15																					
А 16																					
Б 17																					
МК																					

[illegible]

[illegible]

* - Розміри для довідок

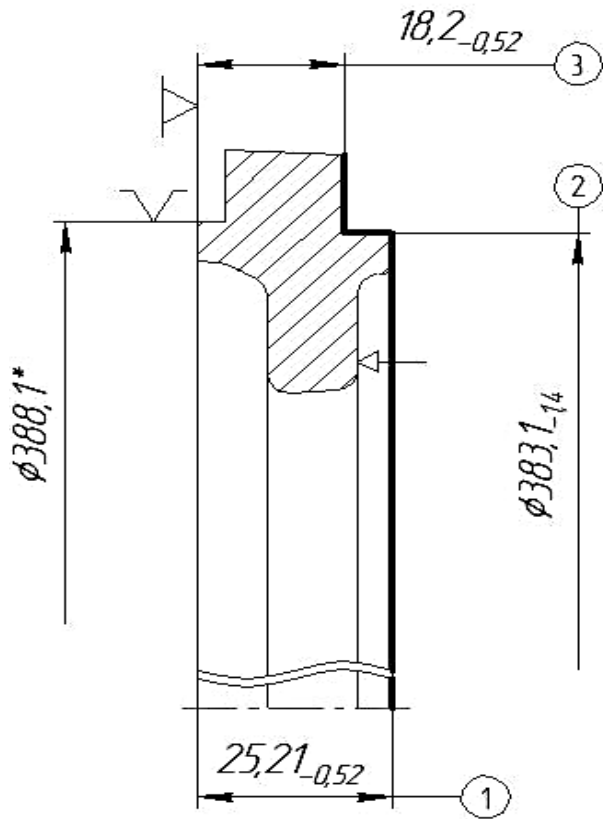
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

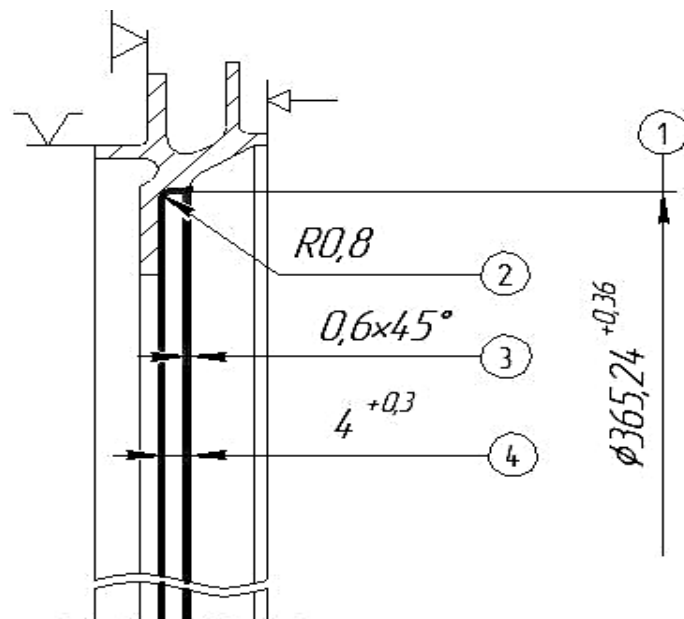
							1	1			
Розроб.	Шелудяков			ТМФК	гр. КТМ-223с		20141.XXXX				
Перевірів	Тахтаджиев										
Нормував											
Н.контр.				Фланець упорний				XX	XX	XX	020

$\sqrt{Ra\ 6,3}$



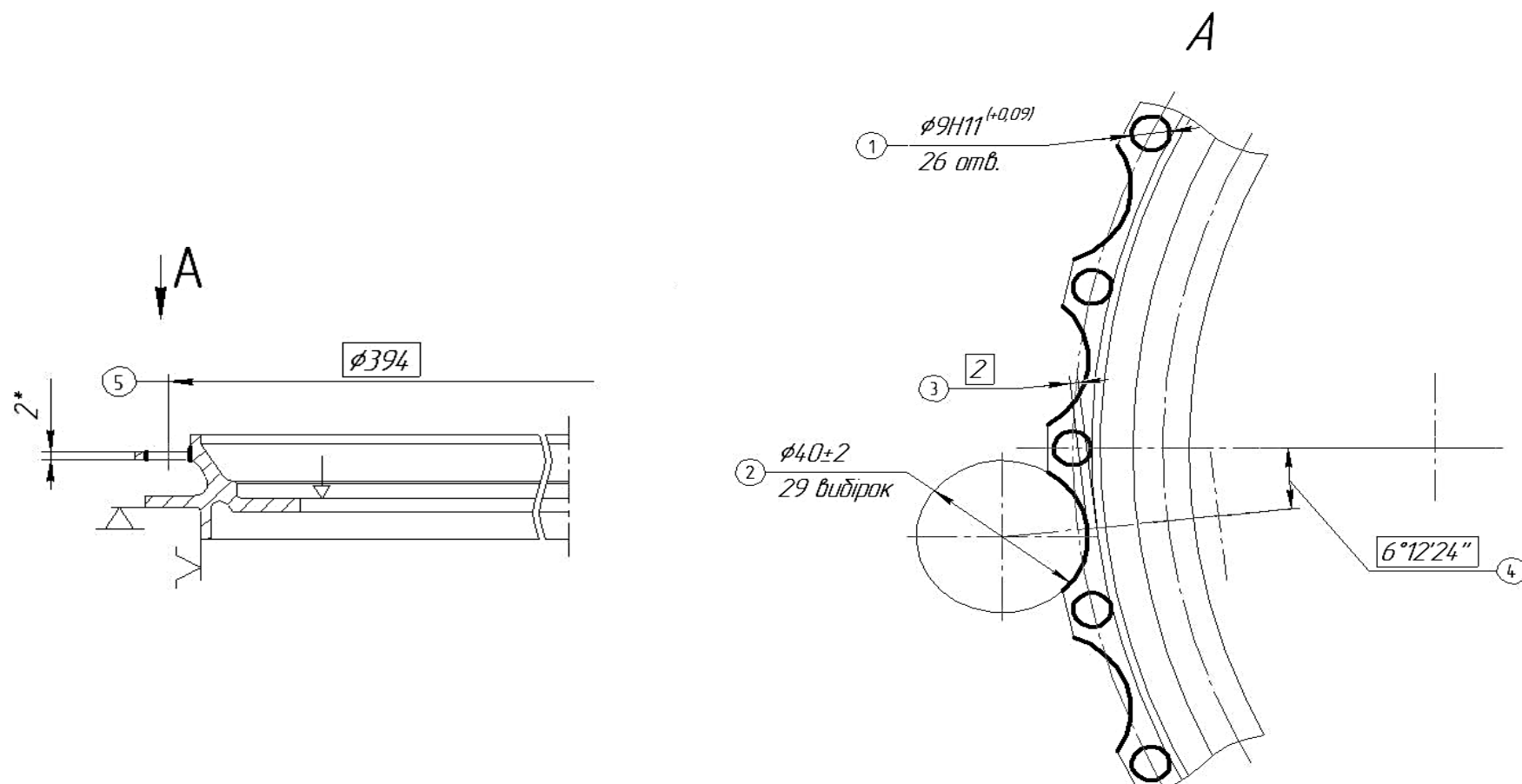
* - Розміри для довідок

КЭ				
----	--	--	--	--

[illegible]

$Ra\ 3,2$

* - Розміри для довідок

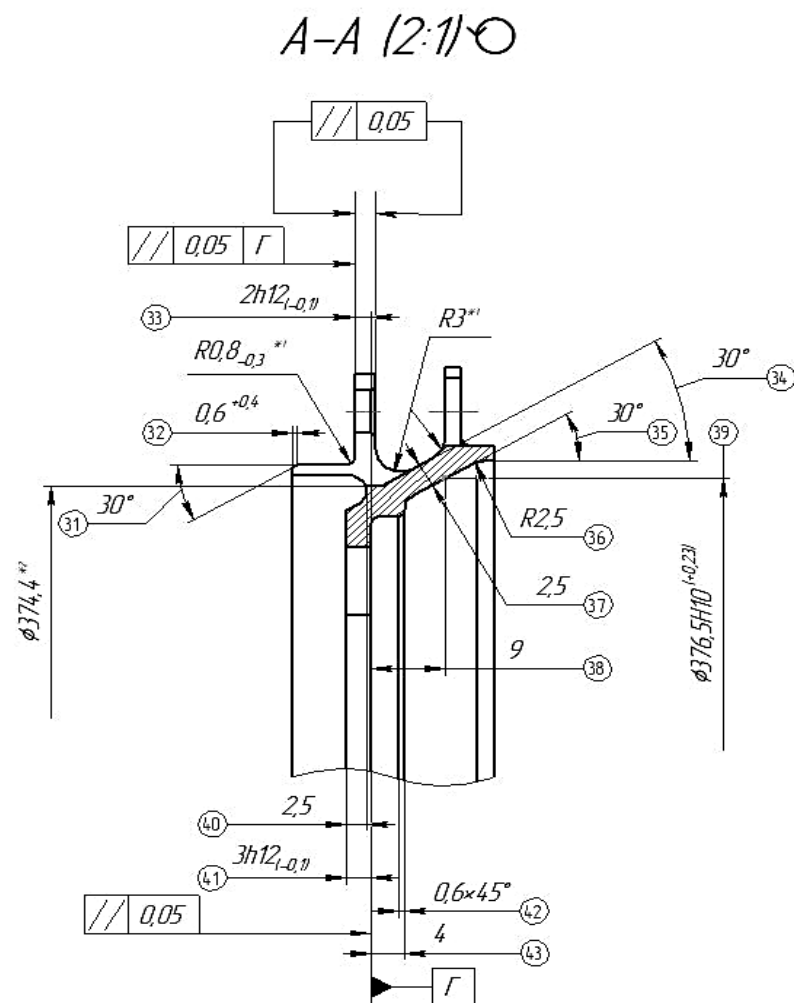
[illegible]

* - Розміри для довідок

[illegible]

[illegible]

Technical drawing of a mechanical part, likely a turbine or compressor blade, showing three views: a top view, a side view, and a cross-section. The drawing includes numerous dimensions, tolerances, and surface finish specifications. Key features include a curved blade profile with a root, a central hub, and a tip. Dimensions are given in millimeters (mm) and inches (in). Surface finish is specified as Ra 3.2 and Ra 16. The drawing is labeled with '29' in several places, possibly indicating a specific material or grade.

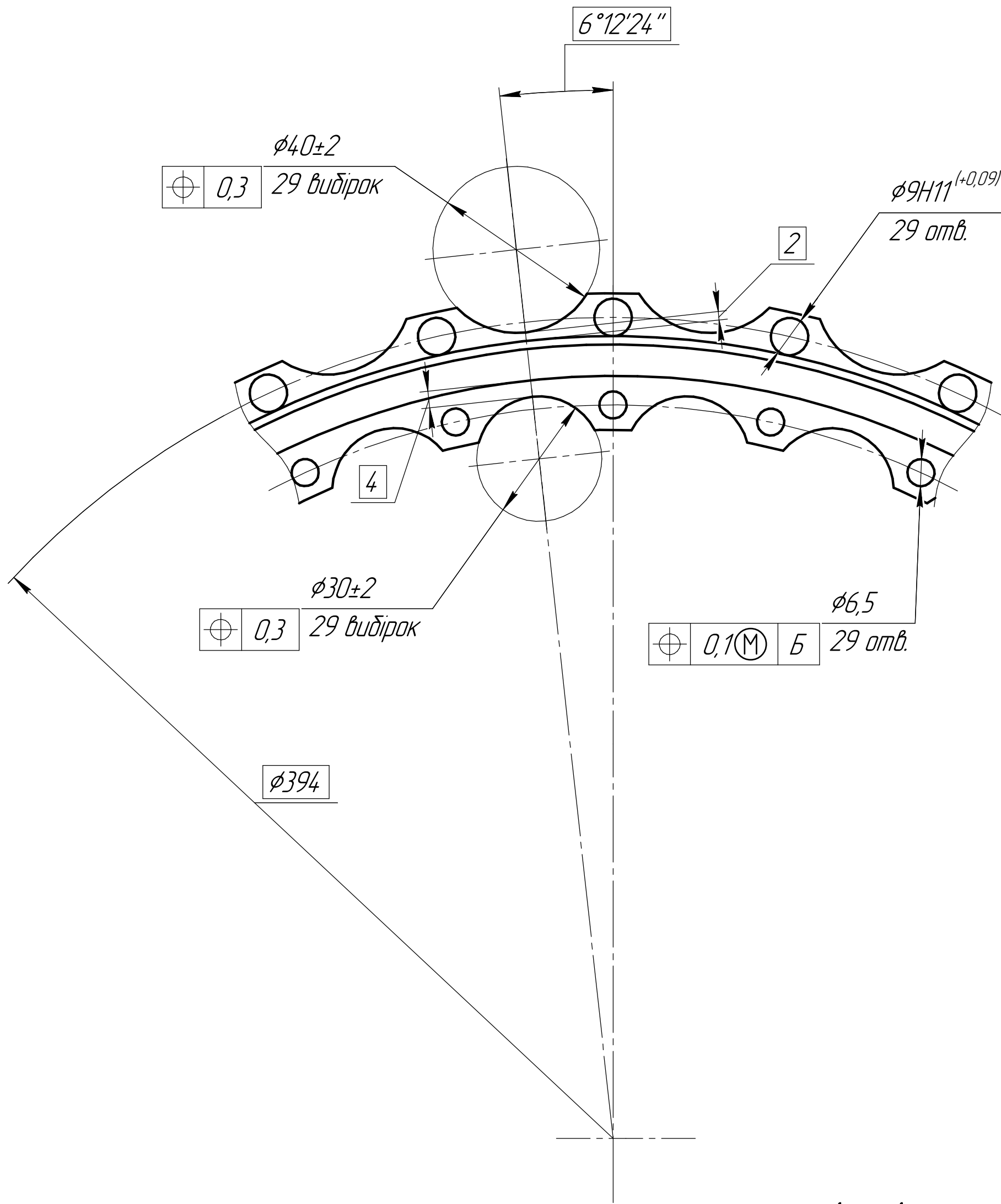
[illegible][illegible][illegible]

КЭ				
----	--	--	--	--

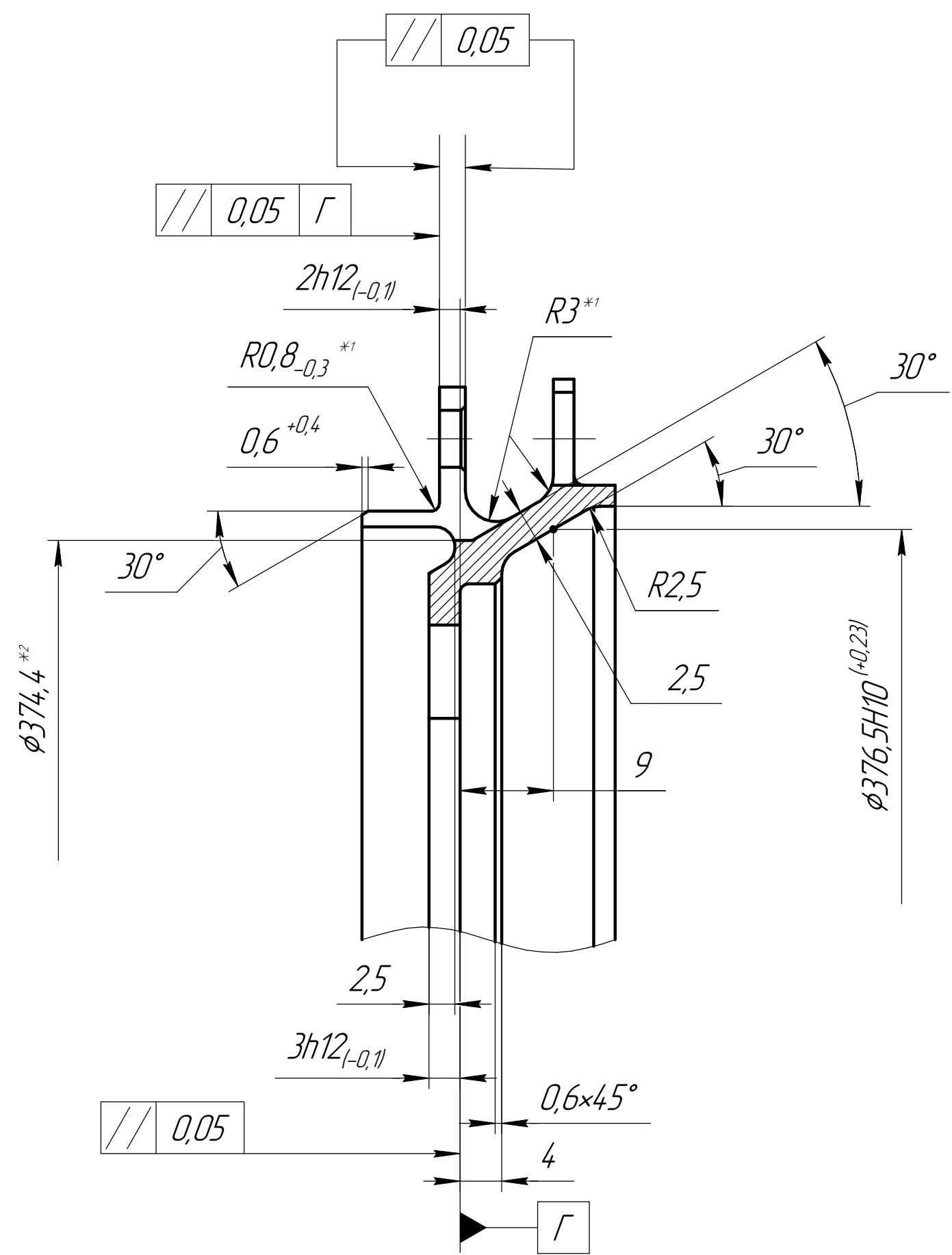
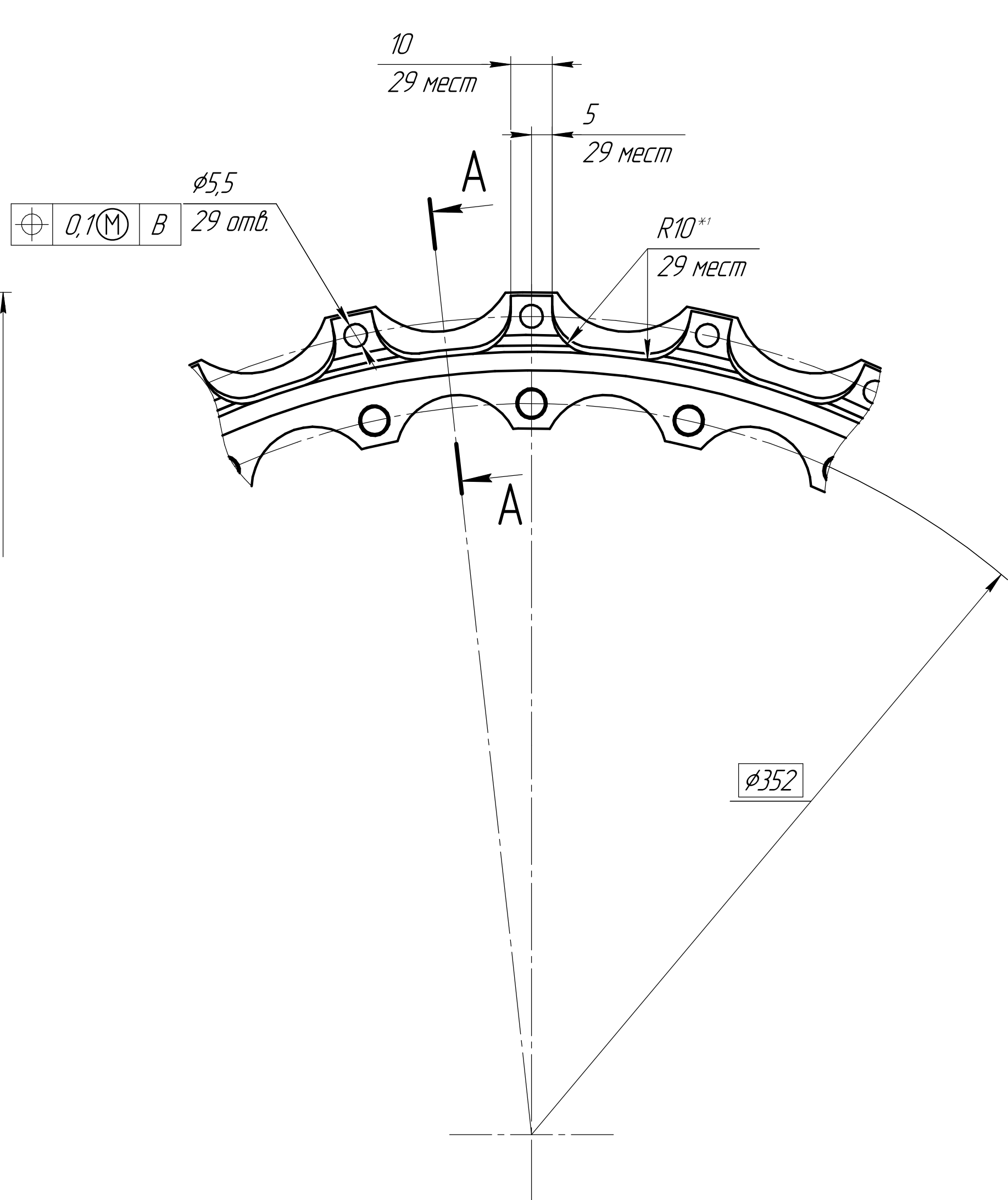
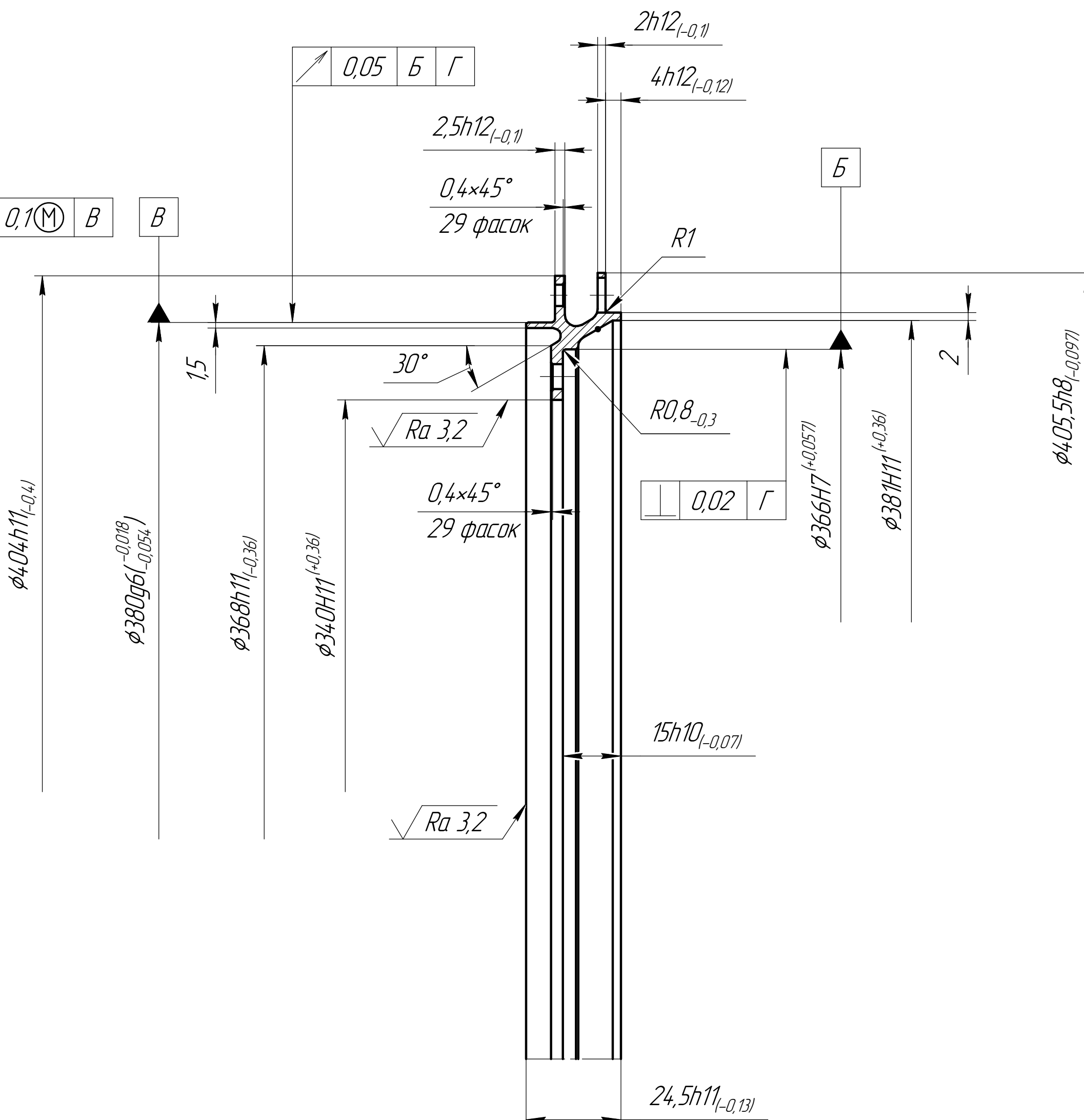
[illegible]

Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
																				3
												ТМФК				гр. КТМ-223с			130	
Р	Контролируемые параметры					Код средства ТО					Наименование средств ТО					Объем и ПК		То / Тв		
Р	29						XXXXXX	Шаблон 5±0,1 спеціальний					50%							
Р	30						XXXXXX	Шаблон Ø352 спеціальний					50%							
Р	32						XXXXXX	Шаблон 0,6 ^{+0,4} спеціальний					50%							
Р	33						XXXXXX	Шаблон 2 _{-0,1} спеціальний					50%							
Р	36						XXXXXX	Набір радіусних шаблонів ГОСТ 4126-69					20%							
Р	37						XXXXXX	Шаблон 2,5 _{-0,1} спеціальний					50%							
Р	38						XXXXXX	Шаблон 9 спеціальний					50%							
Р	39						XXXXXX	Шаблон Ø376,5 ^{+0,23} спеціальний					50%							
Р	40						XXXXXX	Шаблон 2,5 спеціальний					50%							
Р	42						XXXXXX	Фаскомір ГОСТ 1364-74					20%							
Р	43						XXXXXX	Шаблон 4 спеціальний					50%							
Р																				
Р	Перевірити виконання																			
Р	технічних вимог																			
Р	- відхилення від номінального						XXXXXX	Пристосування з індикаторним годинником					100%							
Р	положення																			
Р	- допуск паралельності						XXXXXX	Пристосування з індикаторним годинником					100%							
ОК																				

[illegible]

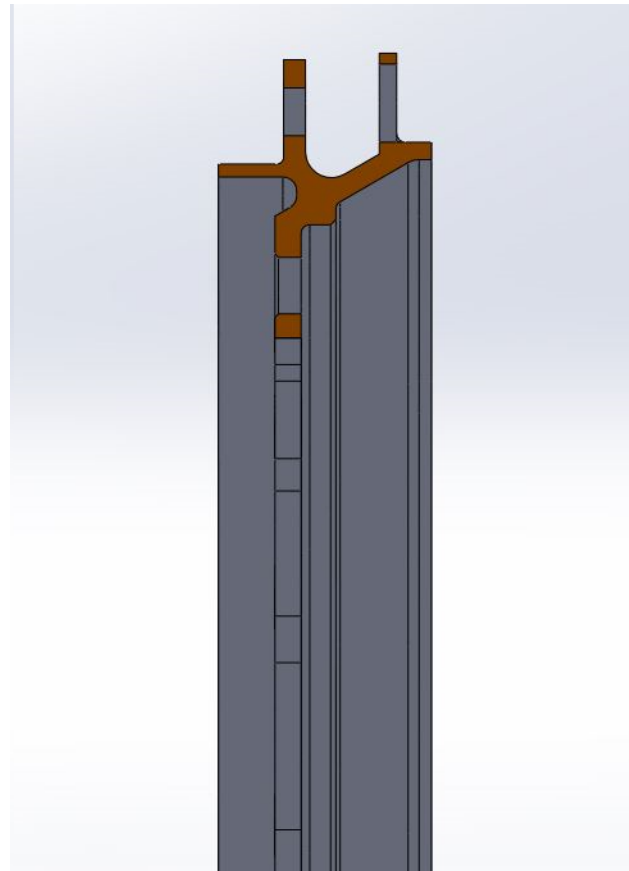
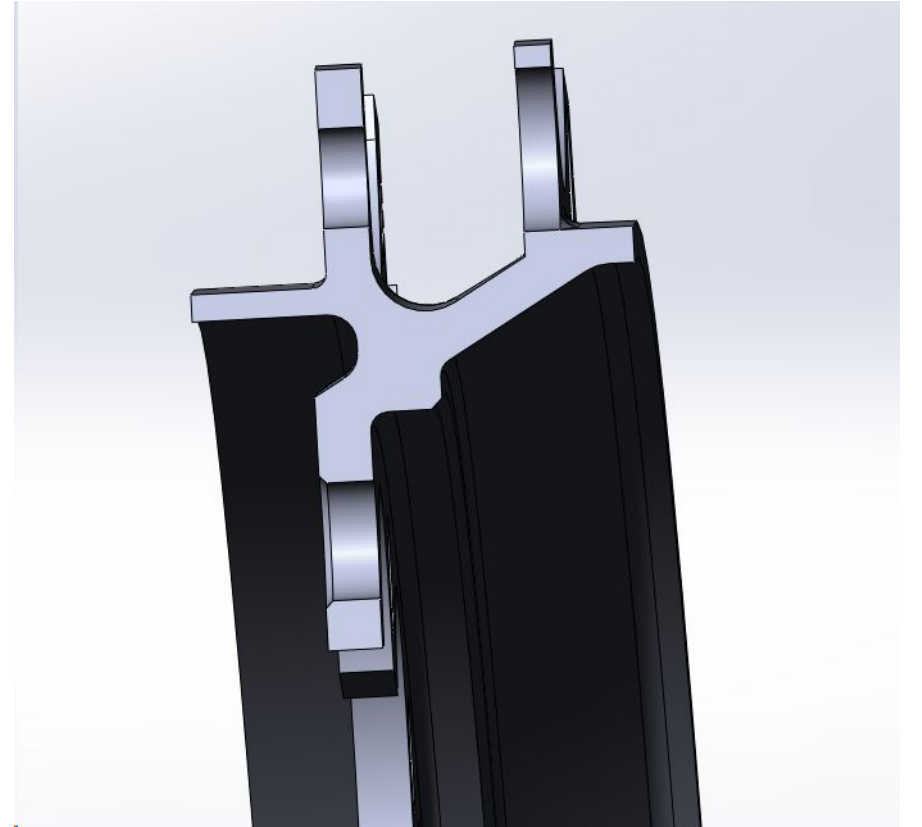


A-A (2:1) ○



- Заготовка – штамповка. Група контролю II по ОСТ 190074–72.
- НВ 269...363. Група контролю 2 по ОСТ 100021–72.
- Невказані граничні відхилення розмірів Н14, h14, ±IT14/2.
- Биття неказаних діаметральних поверхонь відносно Б та Г не більше 0,08 мм.
- Діаметральні розміри, биття та взаємне розташування поверхонь допускається контролювати у пристосованні, імітуючи установку та закріплення у збірній одиниці.
- Обвальність всіх поверхонь у вільному стані не більше 0,2 мм.
- * – Забезпечити інструментом або атестованою програмою.
- *1 – Розміри розрахункові.

Лист	№ докум.	Лист	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Разраб.	Шелуджков				0,775 кг	1:1
Пров.	Гактаджиев					
Т.контр.						
Н.контр.						
Утв.						
Фланец упорный				Лист	Листов	1
Титановый сплав ВТ3-1				ТМФК НЧЗП		
ОСТ 1 90000-70				г. КТМ-223с		
Копирован				Формат А1		



Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Фланець упорний Копіював _____ Формат A2
Розроб.		Шелудяков			
Перевір.		Тахтаджиев			
Т.контр.					
Н.контр.					
Затв.					