

Центральноукраїнський національний технічний університет

Механіко-технологічний факультет

Кафедра машинобудування, мехатроніки і робототехніки

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри ММіР

к.т.н., доцент

_____ Андрій ГРЕЧКА

« ____ » _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

на тему:

«Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі шестерня ведуча НШ32М-16-01-00-01»

Виконав здобувач вищої освіти 3-ск курсу
групи ПМ-22мб-3

ОПП «Комп'ютерний інжиніринг технологій,
робототехніка і 3D-друк»

спеціальності 131 «Прикладна механіка»

_____ Олександр НАБОЙЩИКОВ

Керівник роботи: к.т.н., ст. викладач

_____ Антон АПАРАКІН

Рецензент: к.т.н., доц.

_____ Любов ОЛІЙНИЧЕНКО

Кропивницький 2025

Центральноукраїнський національний технічний університет	
Факультет	Механіко-технологічний
Кафедра	Машинобудування, мехатроніки і робототехніки
Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітньо-професійна програма	Комп'ютерний інжиніринг технологій, робототехніка і 3D-друк

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ММР
_____ Андрій ГРЕЧКА

« _____ » _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ЗДОБУВАЧА

Набойщикова Олександра Івановича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі шестерня ведуча НШ32М-16-01-00-01

2. Керівник роботи: _____ к.т.н., ст. викл., Антон АПАРАКІН

3. Строк подання роботи до захисту _____ « _____ » червень 2025 р.

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи:

Метою роботи є вдосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі шестерня ведуча НШ32М-16-01-00-01 задля підвищення ефективності виробництва, зниження собівартості продукції, при забезпеченні вимог точності та якості.

Завдання:

- проаналізувати базовий технологічний процес обробки деталі шестерня ведуча НШ32М-16-01-00-01, запропонувати заходи по раціоналізації та підвищенню ефективності технологічного процесу;
- виконати підбір металорізального обладнання, різального інструменту, верстатних пристосувань, розрахувати припуски, режими різання та виконати нормування операцій технологічного процесу;
- розробити конструкцію та вимоги до різального інструменту та контрольно-вимірювального пристосування, із розробкою конструкторської документації.

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
РОЗДІЛ 1	Антон АПАРАКІН		
РОЗДІЛ 2	Антон АПАРАКІН		
РОЗДІЛ 3	Антон АПАРАКІН		
ДОДАТКИ	Антон АПАРАКІН		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	Травень 2025	вик.
2	РОЗДІЛ 1	Травень 2025	вик.
3	РОЗДІЛ 2	Травень 2025	вик.
4	РОЗДІЛ 3	Червень 2025	вик.
5	ВИСНОВКИ	Червень 2025	вик.
6	ДОДАТКИ	Червень 2025	вик.
7	Графічна частина та оформлення	Червень 2025	вик.

Дата видачі завдання « ____ » _____ 2025 р.

Керівник роботи _____ Антон АПАРАКІН
(підпис)

Завдання прийнято до виконання « ____ » _____ 2025 р.

Здобувач _____ Олександр НАБОЙЩИКОВ
(підпис)

АНОТАЦІЯ

Набойшиков О. І. Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі шестерня ведуча НШ32М-16-01-00-01 : кваліфікаційна бакалаврська робота : спец. 131 Прикладна механіка / наук. кер. А. Р. Апаракін ; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький : ЦНТУ, 2025. 79 с.

Кресленників – разом 3 аркуші формату А1.

Метою є вдосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі шестерня ведуча НШ32М-16-01-00-01 задля підвищення ефективності виробництва, зниження собівартості продукції, при забезпеченні вимог точності та якості.

Актуальність роботи продиктована широким застосуванням шестеренних машин, в склад яких входить деталь шестерня ведуча НШ32М-16-01-00-01, тому розробка вдосконаленого технологічного процесу механічної обробки є актуальною технічною задачею.

В роботі виконано аналіз базового технологічного процесу і визначення його недоліків, аналіз конструкції деталі та заготовки. Здійснено підбір металорізальних верстатів, інструментів, виконується розрахунок припусків та нормування операцій, розроблено конструкцію дискової фрези та контрольного пристосування.

технологічний процес, шестерня ведуча, шестеренний насос, фреза, механічна обробка

ANNOTATION

Naboyshchykov O. I. Development of a technological process for machining a part: drive gear NSh32M-16-01-00-01 : qualifying bachelor's thesis : spec. 131 Applied mechanics / scientific director A. R. Aparakin; Central Ukrainian National Technical University - Kropyvnytskyi: CUNTU, 2025. 79 p.

Drawings - a total of 3 sheets of A1 format.

The purpose of the work is to improve the technological process of machining the part of the driving gear NSh32M-16-01-00-01 in order to increase production efficiency, reduce the cost of production, while ensuring accuracy and quality requirements.

The relevance of the work is dictated by the wide use of gear machines, which include the part of the drive gear NSh32M-16-01-00-01, therefore, the development of an improved technological process of mechanical processing is an urgent technical task.

The work includes an analysis of the basic technological process and the identification of its shortcomings, an analysis of the design of the part and the workpiece. The selection of metal-cutting machines, tools, the calculation of allowances and standardization of operations, the design of a disk milling cutter and a control device are developed.

technological process, drive gear, gear pump, milling cutter, mechanical processing

Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра машинобудування, мехатроніки і робототехніки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи на тему:

**«Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі
шестерня ведуча НШ32М-16-01-00-01»**

КРБ.ПМ.25.69.23.00.00

Виконав здобувач вищої освіти 3-ск
курсу групи ПМ-22мб-3
ОПП «Комп'ютерний інжиніринг
технологій, робототехніка і 3D-друк»
спеціальності 131 «Прикладна механіка»
_____ Олександр НАБОЙЩИКОВ

Керівник роботи к.т.н., ст. викл.
_____ Антон АПАРАКІН

ЗМІСТ

Вступ	7
1 Вихідні та розрахункові данні	8
1.1 Обґрунтування типу виробництва	8
1.2 Опис об'єкта виробництва	10
1.3 Опис конструкції та технологічний аналіз заданої деталі	11
1.4 Вибір заготовки	14
2 Технологічна частина	16
2.1 Вибір методів завершальної обробки	16
2.2 Аналіз вихідного, розробка і обґрунтування нового технологічного процесу	17
2.3 Вибір технологічних баз	20
2.4 Технічна характеристика вибраного обладнання	21
2.5 Розрахунок припусків	33
2.6 Вибір різального інструмента	37
2.7 Розрахунок режимів різання та основного часу	39
2.8 Визначення норм часу	45
3 Конструкторська частина	48
3.1 Опис різального інструменту	48
3.2 Опис контрольного пристрою	50
Висновки	52
Перелік використаних джерел	53
Додатки	54

ВСТУП

Сукупність методів та прийомів виготовлення машин, які використовуються протягом довгого часу і у відповідних областях виробництва, складає технологію цієї області. У зв'язку з цим, виникли поняття: технологія лиття, технологія обробки тиском, технологія механічної обробки, технологія зборки машин. Всі ці області виробництва відносяться до технології машинобудування.

Однак під «технологією машинобудування» розуміють наукову дисципліну, яка вивчає здебільшого процеси обробки деталей і зборки машин та питання вибору заготовок і методи їх виготовлення. Це пояснюється тим, що в машинобудуванні задані форми деталей із заданою точністю та якістю поверхонь досягаються в основному механічною обробкою. Так як інші способи не завжди зможуть дати потрібні результати обробки.

В процесі механічної обробки деталей машин з'являється найбільше число проблемних питань, пов'язаних з необхідністю виконання технічних вимог, що поставлені конструкторами перед виробництвом. Процес механічної обробки пов'язаний із експлуатацією важкого обладнання – металорізальних верстатів; трудомісткість та собівартість етапу механічної обробки більша, ніж інших етапів процесу виготовлення машин.

Метою даної кваліфікаційної роботи є вдосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі шестерня ведуча НШ32М-16-01-00-01.

У роботі необхідно проаналізувати базовий технологічний процес обробки деталі шестерня ведуча та розробити раціоналізований технологічний процес - зі скороченням кількості операцій, задіяних робітників, часу на виробництво. Метою такої раціоналізації є вирішення головної мети – підвищення ефективності виробництва, тобто зниження собівартості продукції, яка виробляється, при забезпеченні вимог точності та якості.

1 Вихідні та розрахункові дані

1.1 Обґрунтування типу виробництва

Тип виробництва – це класифікаційна категорія, що залежить від широти номенклатури, регулярності, стабільності та обслуговування виробів [1, 2, 3].

Тип виробництва визначаємо розрахувавши коефіцієнт закріплення операції [2]:

$$K_{з.о.} = \frac{t_{в}}{T_{ум.ср}},$$

де $t_{в}$ – такт випуску деталей, хв;

$T_{ум.ср}$ – середній штучний час обробки деталі на операціях заводського технологічного процесу, хв.

Визначаємо такт випуску деталей $t_{в}$:

$$t_{в} = \frac{60 \cdot \Phi_{дро}}{H_{е}},$$

де $\Phi_{дро}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, при двозмінному режимі роботи $\Phi_{дро} = 4070$ год.;

$H_{е}$ – програма випуску деталей, $H_{е} = 80000$ шт.

Отже, такт випуску:

$$T_{е} = \frac{60 \cdot 4070}{80000} = 3,05 \text{ хв}$$

Визначаємо $T_{ум.ср}$ за формулою:

$$T_{ум.ср} = \sum_{i=1}^n T_{ум.}(i) / n,$$

де $\sum_{i=1}^n T_{ум.}(i)$ – сума штучних часів усіх операцій заводського технологічного процесу;

n – кількість операцій заводського технологічного процесу.

Значення штучних часів $T_{шт}$ заводського технологічного процесу наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Значення штучних часів на операціях виготовлення деталі за заводським технологічним процесом

Номер операції	Назва операції	Штучний час, хв
205	Фрезерно-центрувальна	0,73100
210	Токарно-копіювальна	1,1655
215	Токарно-копіювальна	1,2099
220	Вертикально-свердлильна	0,4104
225	Токарно-копіювальна	0,84804
230	Токарно-копіювальна	0,60051
235	Токарно-копіювальна	0,6327
240	Токарно-копіювальна	0,4995
245	Зубофрезерна	2,76675
250	Зубодовбальна	3,50455
255	Зубошевінгувальна	2,4300
265	Токарно-копіювальна	0,5994
270	Токарно-копіювальна	0,6771
275	Шліцефрезерна	1,4580
285	Горизонтально-фрезерна	3,09225
340	Круглошліфувальна	0,4536
345	Круглошліфувальна	1,3008
350	Круглошліфувальна	1,0095
355	Круглошліфувальна	0,9150
360	Шліфувальна	0,8730
365	Шліфувальна	0,9285
370	Шліфувальна	0,8460
375	Шліфувальна	0,8985
380	Плоскошліфувальна	1,49177
395	Суперфінішна	0,54945
400	Доводочна	0,87690
405	Доводочна	1,0545
Разом		32,64

Отже, середній штучний час буде рівний:

$$T_{шт\ сер} = \frac{32,64}{27} = 1,21\text{хв}.$$

Визначаємо $K_{з.о.}$ коефіцієнт закріплення операції $K_{з.о.}$:

$$K_{з.о.} = \frac{3,05}{1,21} = 2,52.$$

Так як $K_{з.о.}$ знаходиться в межах від 2 до 10, приймаємо крупносерійний тип виробництва.

Крупносерійний тип виробництва характеризується великим обсягом продукції, що безперервно виготовляється на одних і тих же робочих місцях протягом великого проміжку часу з широким використанням високопродуктивного обладнання, спеціалізованого устаткування та спорядження.

Характеризується спеціальними інструментами, механізованими, автоматичними і автоматизованим транспортуванням (типу конвеєрів) деталей в процесі їх виготовлення.

В крупносерійному виробництві невисокі вимоги до кваліфікації працівників. Кількість працівників мінімальна.

Технологічні процеси розробляються детально і добре споряджаються, що дозволяє забезпечити високу точність та взаємозамінність деталей, незначні витрати часу та невелику собівартість продукції. Устаткування розташовується в послідовності виконання операцій, використовується високопродуктивне устаткування.

1.2 Опис об'єкта виробництва

Деталь – шестерня ведуча НШ32М-16-01-00-01 входить до складу насоса НШ32М. Насос масляний призначений для нагнітання робочої рідини в гідравлічній системі трансмісії тракторів [4, 5].

Технічна характеристика насоса наведена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Технічна характеристика насосу НШ32М

Найменування показника	Значення показника
Номінальний робочий об'єм, см ³ першої секції другої секції	32 16
Тиск на виході кожної секції, Мпа мінімальний максимальний	0,08 0,15
Частота обертання, с ⁻¹ номінальна мінімальна максимальна	40 8,3 50
Номінальна об'ємна подача, л/хв, не менше першої секції другої секції	68,6 33,6
Коефіцієнт подачі, не менше: першої секції другої секції	0,94 0,92
Загальний коефіцієнт корисної дії, не менше	0,82
Номінальна потужність, кВт	40,7
Маса, кг	11,4
Габаритні розміри, мм	262 x 148 x 134
Характеристики робочої рідини	
Кінематична в'язкість, мм ² /с номінальна мінімальна	30-40 15
Короткочасно при вмиканні, не більше	1000
Температура, °С мінімальна максимальна	0 +80

1.3 Опис конструкції та технологічний аналіз заданої деталі

Шестерний насос забезпечує безперервну подачу робочої рідини до гідросистем. Насос працює за наступною схемою: ведуча шестерня знаходиться в постійному зачепленні з веденою шестернею і приводить її в обертовий рух, у об'ємі міжзубових западин відбувається утворення робочого тиску.

Ведуча вал-шестерня НШ 32М-16-01-00-01 виготовлена з легованої сталі 18ХГТ та проходить термічну обробку, а також має 11 зубів з модулем 4 мм. Шліцевий кінець валу ведучої шестерні подовжений і призначений для з'єднання з муфтою приводу, з цією метою також на валу деталі розташована кільцева канавка для гладкого стопорного кільця, в яке упирається з'єднувальна муфта.

Ведені та ведучі шестерні сортують на 4 групи. Кромки за профілем евольвенти і впадин зуба заокруглюють до R 0,06...0,015 мм по максимальному розміру.

Ведуча шестерня має такі поверхні: зовнішня циліндрична поверхня зубчастого вінця $\varnothing 54,1g7_{-0,04}^{-0,01}$ мм, торці цапф, шлицева поверхня, торці зубчастого вінця, зубчаста евольвентна поверхня, шип, зовнішня циліндрична поверхня цапф $\varnothing 25_{-0,130}^{-0,115}$ мм.

У конструкції насосу, зубчатий вінець встановлюється в напівотвори обойми, він входить в зачеплення з веденою шестернею утворюючи робочий тиск.

Сталь 18ХГТ застосовується для виготовлення деталей, працюючих при великих швидкостях; середніх і високих тисках при наявності ударних навантажень.

Хімічний склад матеріалу деталі наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Хімічний склад матеріалу

Марка матеріалу	Склад елементів, %				
	C	Cr	Mg	Ti	інші
18ХГТ	0,18	до 1,5	до 1,5	до 1,5	до 1

Механічні властивості матеріалу деталі наведено в таблиці 1.4.

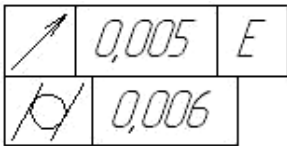

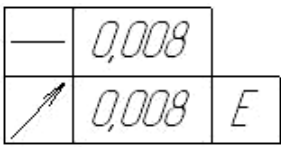

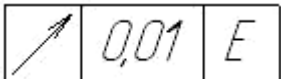
Таблиця 1.4 – Механічні властивості матеріалу

Марка матеріалу	G_T кгс/мм ²	G_B кгс/мм ²	δ %	γ %	Q_M кгс·м/см ²
18ХГТ	90	100	9	50	8

За хімічним складом, механічними властивостями та призначенням сталь 18ХГТ відповідає умовам експлуатації даної деталі.

Аналіз точності деталі наведено в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Аналіз точності деталі

Назва поверхні	Розмір, поле допуску, квалітет, відхилення, мм.	Допуск, мм.	Допуск форми або розташування поверхні, мм.	Шорсткість R_a , мкм
Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 25_{-0,130}^{-0,115}$	$\varnothing 25_{-0,130}^{-0,115}$	0,015		0,16
Шип $8_{-0,083}^{-0,025}$	$8_{-0,083}^{-0,025}$	0,058		3,2
Зубчата поверхня m=4	m=4 9-10-9-D-360	-	-	3,2
Торці зубчастого вінця $24,02_{-0,02}^{-0,02}$	$24,02_{-0,02}^{-0,02}$	0,02		0,16
Шліцьова поверхня $\varnothing 25_{-0,130}^{-0,115}$	$\varnothing 25c9_{-0,092}^{-0,040}$	0,052		2,5
Торці деталі $154_{-0,46}$	$154_{-0,46}$	0,46	В межах допуску на розмір	12,5
Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 54,1_{-0,04}^{-0,01}$	$\varnothing 54,1g7_{-0,04}^{-0,01}$	0,03		1,25

Метою аналізу технологічності [1, 2] є виявлення недоліків конструкції, знайдення можливостей для зменшення витрат матеріалу та використання високопродуктивних методів обробки деталей.

Конструкція деталі – шестерня ведуча НШ32М-16-01-00-01 не передбачає обробку на прохід, тому що деталь має великі перепади діаметрів. Замінити конструкцію неможливо, так як вона не буде виконувати своїх функцій у вузлі.

Конструкцією деталі передбачено вільний доступ інструменту до всіх оброблюваних поверхонь.

Жорсткість деталі достатня та не зменшує режимів різання.

Конструкцією деталі передбачені достатні за розмірами базові поверхні.

Висновок: деталь має взаємозв'язок точності та шорсткості. Конструкція деталі технологічна, але має не технологічні елементи, такі як великий перепад діаметрів, але замінити їх неможливо.

1.4 Вибір заготовки

Вихідні дані:

Матеріал деталі – 18ХГТ ДСТУ 7806-2015;

Габаритні розміри, мм – Ø54,1 x 154;

Маса, кг – 0,56.

Тип виробництва – крупносерійний.

На основі вихідних даних, службового призначення та умов роботи приймаємо заготовку – поковку, метод отримання заготовки: кування на горизонтально-кувальних машинах. Цей метод задовольняє умови виробництва, так як має високу продуктивність, дозволяє отримати заготовки близькі за формою та розмірами до готової деталі [1, 2, 6].

Призначаємо припуски на оброблювальні поверхні деталі згідно зі способу виготовлення заготовки.

Визначаємо розрахункові розміри на кожну поверхню, призначаємо допуски та граничні відхилення на розміри заготовки. Дані наведено в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Припуски на обробку та розміри заготовки

Назва та розмір поверхні	Загальний припуск	Допуск на розмір заготовки	Розмір заготовки
Зовнішня циліндрична поверхня Ø25 ^{-0,115} _{-0,130}	8	2,2	Ø33 ^{+1,4} _{-0,8}
Зовнішня циліндрична поверхня зубчатого вінця Ø54,1g7 ^{-0,01} _{-0,04}	4,4	2,5	Ø58,5 ^{+1,6} _{-0,9}
Торці деталі 154-0,46	5	2,9	159 ^{+2,0} _{-0,9}
Торці зубчатого вінця 24,02-0,02	5,48	1,6	29,5 ^{+1,1} _{-0,5}

Розраховуємо коефіцієнт використання заготовки:

$$K_{\text{в.з.}} = \frac{m_0}{m_3},$$

де m_0 - маса деталі, кг;

m_3 - маса заготовки, $m_3 = 1,43$ кг.

Отже, $K_{\text{в.з.}}$ буде рівний:

$$K_{\text{в.з.}} = \frac{0,56}{1,43} = 0,39.$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{m_0}{H_{\text{в.м.з}}},$$

де $H_{\text{в.м.з}}$ - норма витрат матеріалу, кг.

Визначаємо норму витрат матеріалу $H_{\text{в.м.з}}$ з врахуванням неминучих витрат за кожним видом заготовки.

$$H_{\text{в.м.з}} = m_3 + m_{\text{відх}},$$

де $m_{\text{відх}}$ - маса відходів, кг.

Масу відходів приймаємо для поковки $m_{\text{відх}} = 7\%$ від маси заготовки:

$$m_{\text{відх}} = m_3 \cdot 7\% = 1,43 \times 0,07 = 0,1 \text{ кг.}$$

Отже, визначаємо норму витрат матеріалу:

$$H_{\text{в.м.з}} = 1,43 + 0,1 = 1,53 \text{ кг.}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу $K_{\text{в.м.}}$:

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{0,56}{1,53} = 0,37.$$

Висновок: Знайдені значення коефіцієнту використання заготовки $K_{\text{в.з.}} = 0,39$ та коефіцієнту використання матеріалу $K_{\text{в.м.}} = 0,37$ відповідають крупносерійному типу виробництва, отже заготовка та метод її отримання обрані вірно.

2 Технологічна частина

2.1 Вибір методів завершальної обробки

Вибір методів завершальної обробки здійснюється з вимог до точності та шорсткості поверхні [1, 2]. Обрані методи завершальної обробки зведено до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Завершальні методи обробки

Назва поверхні	Розмір поля допуску, мм	Допуск, мм.	Шорсткість Ra, мкм	Метод завершальної обробки			Економ. точність, мм
				За точністю	За шорсткістю	Прийнятий	
Зовнішня циліндрична поверхня	$\varnothing 25 \begin{smallmatrix} -0.115 \\ -0.130 \end{smallmatrix}$	0,015	0,16	Точіння тонке	Суперфінішування	Суперфінішування	0,009
Зубчатий вінець	$\varnothing 54,1g7 \begin{smallmatrix} -0.01 \\ -0.04 \end{smallmatrix}$	0,03	1,25	Чистове	Чистове	Чистове	0,021
Торці зубчатого вінця	$24,02^{-0,02}$	0,02	0,16	Шліфування чистове	Шліфування тонке	Шліфування тонке	0,019
Шип	$\varnothing 17,2_{-0,3}$	0,3	6,3	Точіння	Точіння	Точіння	0,180
Шип	$8 \begin{smallmatrix} -0.025 \\ -0.083 \end{smallmatrix}$	0,058	3,2	Шліфування попередне	Шліфування попередне	Шліфування попередне	0,046
Шліцева поверхня	$\varnothing 25e9 \begin{smallmatrix} -0.040 \\ -0.092 \end{smallmatrix}$	0,052	2,5	Шліфування чистове	Суперфінішування	Суперфінішування	0,052
Торці	$154_{-0,46}$	0,46	12,5	Фрезерування однократне	Фрезерування однократне	Фрезерування однократне	0,46
Зубчаста поверхня $m=4$	9-10-9-D-360	-	3,2	Зубошевінгування	Зубошевінгування	Зубошевінгування	9-10-9-D-360

Висновок: Обрані методи завершальної обробки задовольняють вимоги до точності та якості поверхонь деталі [7].

2.2 Аналіз вихідного, розробка і обґрунтування нового технологічного процесу

Заводський технологічний процес є вихідним матеріалом при розробці пропонуваного варіанту технологічного процесу. Заводський технологічний процес розроблено детально. Для обробки деталі використовуються високопродуктивні верстати: токарні копіювальні напівавтомати (СА023, 1Н713), зубооброблювальні напівавтомати (ВС-12-720, 5122). Це дає змогу забезпечити концентрацію обробки поверхонь, скоротити кількість робочих місць, забезпечити високу точність та продуктивність обробки. Технологічні бази вибрані правильно, достатні за розмірами. На протязі всього технологічного процесу виконується принцип постійності та єдності баз. Для встановлення деталей на верстатах використовуються швидкодіючі пристрої, прогресивний ріжучий інструмент. Контроль деталей здійснюють швидкодіючими контрольними пристроями. В цілому технологічний процес відповідає крупносерійному типу виробництва.

З метою скорочення трудомісткості обробки пропонується на операції 085 горизонтально-фрезерна на горизонтально-фрезерному верстаті 6Р82, замінити одномісний пристрій на двомісний, це дасть можливість збільшити продуктивність праці вдвічі, та зменшити собівартість продукції, а час, при цьому, збільшиться всього на 0,36 хв.

$T_{шт} = 3,09$ одномісний, $T_{шт} = 3,45$ – двомісний пристрій.

Пропонований варіант технологічного процесу наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Технологічний процес виготовлення деталі шестерня
ведуча НШ32М-16-01-00-01

Назва та зміст операції	Тип та модель верстата	Верстатний пристрій
001 Транспортувальна Транспортувати заготовки на МСЦ 2	Автовантажувач	-
005 Фрезерно-центрувальна Позиція I Встановити і закріпити заготовку Позиція II 1. Фрезерувати торці 1, 2 одночасно Позиція III 2. Центрувати торці деталі 1, 2 одночасно	Фрезерно-центрувальний MP-76	Пристрій пневматичний 7732-4291
010 Токарно-копіювальна 3 копіювального супорта: 1. Точити поверхні 3, 5 послідовно 3 поперечного супорта: 2. Підрізати торець вінця 4	Токарно-копіювальний 1713	Патрон поводковий 7032-4291
015 Токарно-копіювальна 3 копіювального супорта: 1. Точити поверхню 6 3 поперечного супорта: 2. Підрізати торець вінця 7	Токарно-гідрокпіювальний EM288	Патрон поводковий 7032-4291
020 Вертикально-свердлильна Установ А 1. Зенкувати центрувальний отвір торця 2 Установ Б Перевстановити та закріпити деталь 2. Зенкувати центрувальний отвір 1	Вертикально-свердлильний 2Н118	Пристрій гідравлічний 7304-4004
025 Токарно-копіювальна 3 поперечного супорта: 1. Підрізати торці вінця 4, 7 одночасно 3і спеціального супорта: 2. Врізати канавки 13, 14 одночасно	Токарно-гідрокпіювальний CA023	Пристрій гідравлічний 7032-4291
030 Токарно-копіювальна 1. Точити поверхню 6	Токарно-гідрокпіювальний CA023	Пристрій гідравлічний 7032-4291
035 Токарно-копіювальна 1. Точити шийку 3 2. Врізати канавки 8, 9	Токарно-гідрокпіювальний CA023	Пристрій гідравлічний 7032-4291
040 Токарно-копіювальна 1. Врізати канавку 11	Токарно-копіювальний 1Н713	Пристрій гідравлічний 7032-4291
045 Зубофрезерна 1. Фрезерувати зубці 16	Зубофрезерний 5В312	Пристрій гідравлічний 7533-4059
050 Зубодовбальна 1. Довбати зубці 16	Зубодовбальний 5122	Пристрій гідравлічний 7520-4063
055 Зубошевінгувальна 1. Шевінгувати зубці 16	Зубошевінгувальний 5702В	Пристрій гідравлічний 7030-4081
060 Промивка Промити деталі	Мийна машина ГМ 752	-
065 Токарно-копіювальна 1. Точити поверхню 12	Токарно-копіювальний 1713	Патрон поводковий 7032-4291
070 Токарно-копіювальна 1. Точити по копіру поверхню 12	Токарно-копіювальний EM288	Патрон поводковий 7032-4291
075 Шліцефрезерна 1. Фрезерувати шліці 15	Шліцефрезерний 5350А	Хомутик 7067-4120
080 Промивка Промити деталі	Мийна машина ГМ752	-
085 Горизонтально-фрезерна 1. Фрезерувати шип 12 в двох деталях одночасно	Горизонтально-фрезерний 6Р82	Спеціальний двохмісний пристрій

Продовження таблиці 2.2

Назва та зміст операції	Тип та модель верстата	Верстатний пристрій
090 Зачистка 1.Зачистити задирки, притупити гострі кромки	-	-
095 Промивка Промити деталі	Мийна машина ГМ752	-
100 Контроль Перевірити розміри	Стіл контрольний ГМ1765	-
105 Дифузійне насичення неметалами комплексне	S122	-
110 Очищення дробоструйне	-	-
115 Промивка Промити деталі	Мийна машина ГМ752	-
120 Круглошліфувальна 1.Розкотати центрові отвори в торцях 1, 2	Круглошліфувальний 3А151	Хомутик 7304-4004
125 Круглошліфувальна 1.Шліфувати поверхню 5	Круглошліфувальний 3А151	Морзе 4 7032-0030
130 Круглошліфувальна 1.Шліфувати шліцьову шийку 6	Круглошліфувальний 3М151	Центр передній 7162-4042
135 Круглошліфувальна 1.Шліфувати шліцьову шийку 6	Круглошліфувальний 3М151	Центр передній 7162-4042
140 Шліфувальна 1.Шліфувати шийку короткої сторони 3	Торцекруглошліфувальний SASE 200/05	Центр передній 7032-0030
145 Шліфувальна 1.Шліфувати шийку довшої сторони 6 і торець вінця 7 одночасно	Торцекруглошліфувальний SASE 200/05	Центр плаваючий 7032-4159
150 Шліфувальна 1.Шліфувати шийку короткої сторони 3 і торець вінця 9	Торцекруглошліфувальний SASE 200/05	Центр передній 7032-0030
155. Шліфувальна 1.Шліфувати шийку довшої сторони 6 і торець вінця 7 одночасно	Торцекруглошліфувальний SASE 200/05	Центр плаваючий 7032-4159
160 Плоскошліфувальна Установ А 1.Шліфувати одну сторону шипа 12 попередньо Установ Б 2.Шліфувати іншу сторону шипа 12	Плоскошліфувальний 3Д722	Скребок гумовий 7890-4224
165 Відділково-зачистна електрохімічна Притупити гострі кромки за профілем зубців з двох сторін одночасно	Установка електрохімічна ГМ3203	Оправка 7885-4137
170 Промивка Промити деталі	Мийна машина ГМ752	-
175 Суперфінішна 1.Суперфінішувати дві шийки 3, 6 одночасно	Безцентрово-суперфінішний 3879	-
180 Доводочна Довести торець вінця 4	Круглошліфувальний 3Б12	Центр передній 7162-4042
185 Доводочна Довести торець вінця 7	Круглошліфувальний 3Б12	Центр передній 7162-4042
190 Заточна Заточити торець шийки під таврування	Універсально-заточний 3В642	Касета 7808-4465
195 Зачистка Протерти всі поверхні вручну	Верстак ГМ1765	Касета 7808-4465
200 Контроль Перевірити наявність фасок, відсутність гострих кромок, задилок, забоїв візуально	Верстак ГМ1765	-
205 Укомплектування Укомплектувати прийняту ведучу шестерню однієї групи і покласти попарно у візок	Верстак ГМ1765	Візок 037-027

2.3 Вибір технологічних баз

Від коректного вибору баз у значній мірі залежить одержання заданої точності деталі. Обґрунтування, вибір технологічних баз, це невід’ємна частина розробки технологічного процесу. Технологічні бази вибираємо згідно точності деталі, та для кожної операції технологічного процесу. Вибрані бази є конструкторськими поверхнями [1, 2, 7].

Вибрані технологічні бази наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Технологічні бази

Номер та назва операції	Модель верстату	Технологічні бази	Число відібраних ступенів свободи
005 Фрезерно-центрувальна	MP-76	Дві ЗЦП, торець зубчатого вінця	5
010 Токарно-копіювальна	1713	Центрові отвори, торець	5
015 Токарно-копіювальна	EM288	Центрові отвори, торець	5
020 Вертикально-свердлильна	2H118	Центровий отвір, торець	5
025 Токарно-копіювальна	CA023	Центрові отвори, торець	5
030 Токарно-копіювальна	CA023	Центрові отвори, торець	5
035 Токарно-копіювальна	CA023	Центрові отвори, торець	5
040 Токарно-копіювальна	1H713	Центрові отвори, лівий торець	5
045 Зубофрезерна	5B312	Центрові отвори, правий торець	5
050 Зубодобвальна	5122	Центрові отвори, ЗЦП	5
055 Зубошевінгувальна	5702B	Центрові отвори, ЗЦП	5
065 Токарно-копіювальна	1713	Центрові отвори, лівий торець	5
070 Токарно-копіювальна	EM288	Центрові отвори, лівий торець	5
075 Шліцефрезерна	5350A	Центрові отвори, ЗЦП	5
085 Горизонтально-фрезерна	6P82	Торець зубчатого вінця, ЗЦП	5
120 Круглошліфувальна	3A151	Зубчатий вінець, центрові отвори, торець	5
125 Круглошліфувальна	3A151	Центрові отвори, ЗЦП	5
130 Круглошліфувальна	3M151	Центрові отвори, зубці, торець	5
135 Круглошліфувальна	3M151	Центрові отвори, зубці, торець	5
140 Шліфувальна	SASE 200/05	Центрові отвори, ЗЦП	5
145 Шліфувальна	SASE 200/05	Центрові отвори, торець зубчастого вінця, ЗЦП	5
150 Шліфувальна	SASE 200/05	Центрові отвори, торець ЗЦП	5
155 Шліфувальна	SASE 200/05	Центрові отвори, торець зубчастого вінця, ЗЦП	5

Продовження таблиці 2.3

Номер та назва операції	Модель верстату	Технологічні бази	Число відібраних ступенів свободи
160 Плоскошліфувальна	ЗД722	ЗЦП, торець, лиска	6
175 Суперфінішна	3879	ЗЦП	4
180 Доводочна	ЗБ12	Центрові отвори, ЗЦП	5
185 Доводочна	ЗБ12	Центрові отвори, ЗЦП	5

2.4 Технічна характеристика вибраного обладнання

Фрезерно-центрувальний напівавтомат МР-76

Найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм	20-60
Довжина оброблюваної заготовки, мм	100...200
Число швидкостей шпинделя фрези	7
Частота обертання шпинделя фрези, об/хв	270...1250
Найбільше переміщення головки фрези, мм	160
Число швидкостей свердлувальних головок	6
Частота обертання свердлувальних головок, об/хв	250...1410
Найбільше переміщення свердлувальних головок, мм	60
Робоча подача фрези, мм/хв	20...400
Робоча подача свердлувальних головок, мм/хв	20...300
Потужність електродвигуна, кВт	
фрезерної головки	4,0
свердлувальних головок	1,1
Габаритні розміри, мм	2345x1265
Маса, кг	1700

Токарний багаторізцевий копіювальний напівавтомат 1713

Найбільші розміри оброблюваної заготовки, мм:

встановленої над станиною	400
встановленої над супортом	250

довжина	500
Найбільше переміщення супорта, мм:	
повздовжнє або вертикальне	350
поперечне або горизонтальне	200
Найбільше переміщення поперечного супорта, мм:	
поперечне або горизонтальне	200
Частота обертання шпинделя, об/хв	63...1250
Робоча подача супорту, мм/хв:	
копіювального	25...400
поперечного	25...400
Швидкість прискореного переміщення супорту, м/хв:	
копіювального	3,5
поперечного	3,5
Потужність електродвигуна головного приводу, кВт	5
Габаритні розміри (без пристрою ЧПУ), мм	2450x1250x1980
Маса, кг	4700

Вертикально-свердлильний верстат 2Н118

Найбільший умовний діаметр свердління у сталі, мм	18
Робоча поверхня столу, мм	320x360
Найбільша відстань від торцю шпинделя до робочої поверхні столу, мм	650
Виліт шпинделя, мм	200
Найбільший хід шпинделя, мм	150
Найбільше вертикальне переміщення, мм:	
свердлильної (револьверної) головки	300
столу	350
Конус Морзе отвору шпинделя	2
Число швидкостей шпинделя, об/хв	9
Частота обертання шпинделя, об/хв	180...2800

Подача шпинделя (револьверної головки)	Ручна
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	1,5
Габаритні розміри, мм	870x590x2080
Маса, кг	450

Токарний верстат СА023

Найбільший діаметр встановленого виробу, мм:	
над станиною	300
над кареткою копір овального супорту	260
над кареткою поперечного супорту	200
Найбільша довжина встановленого виробу, мм	416
Довжина оброблюваного виробу, мм	185,6
Найбільше встановлене переміщення задньої бабки, мм	320
Конус Морзе пінолі задньої бабки	4
Найбільша висота поділки встановлених різців, мм	25
Відстань від вісі центрів до передньої стінки верстата, мм	180
Відстань від низу основи до вісі центрів, мм	1060
Число обертів шпинделя, об/хв	630, 1000, 1250
Границі частоти обертання шпинделя, об/хв	160...680
Можливі границі подач копіювального супорту	0,063...1,6
Сумарна потужність всіх електродвигунів, кВт	16,65
Габаритні розміри верстата, мм	2443x1283x1980
Маса верстата, кг	4000

Токарний багаторізцевий копіювальний напівавтомат 1Н713

Найбільший отвір оброблюваної заготовки, мм:	
встановленою над станиною	400
встановленою над супортом	250
довжина	500
Найбільше переміщення супорта, мм:	

повздожнє або вертикальне	350
поперечне або горизонтальне	200
Найбільше переміщення поперечного супорта, мм:	
поперечне або горизонтальне	200
повздожнє або вертикальне	395
Частота обертання шпинделя, об/хв	63...1250
Робоча подача супорта, мм/хв:	
копіювального (в повздожньому або вертикальному напрямленні)	25...400
поперечного (в поперечному або в горизонтальному напрямленні)	25...400
Швидкість швидкого переміщення супорта, м/хв:	
копіювального (в повздожньому або вертикальному напрямленні)	3,5
поперечного (в поперечному або в горизонтальному напрямленні)	3,5
Потужність електродвигуна головного приводу, кВт	5,0
Габаритні розміри, мм	2450x1250x1980
Маса, кг	4700

Зубофрезерний напівавтомат 5B312

Найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм	320
Найбільші розміри нарізуємих коліс:	
довжина зубця прямозубих коліс, мм	180
кут нахилу зубів	± 45°
Найбільший діаметр встановлюваних черв'ячних фрез, мм	160
Відстань:	
від торцю столу до вісі фрези, мм	120...300
від вісі інструменту до вісі заготовки, мм	55...245
Найбільше осьове переміщення фрези, мм	75

Частота обертання шпинделя інструменту, об/хв	100...500
Подача заготовки:	
вертикальна або повздовжня, мм/об	2,5...100
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	7,5
Габаритні розміри, мм	1790x1000x2450
Маса, кг	5250

Зубодовбальний напівавтомат 5122

Найбільший діаметр встановлюваної заготовки, мм	200
Найбільша ширина нарізованого вінця зубчатого колеса, мм	50
Найбільший модуль нарізованого зубчатого колеса	5
Діаметр фланцю робочої поверхні столу, мм	250
Номінальний діаметр встановлюваного довбача, мм	100
Конус Морзе шпинделя для кріплення інструменту	3
Число подвійних ходів інструменту за хвилину	200...850
Колова подача, мм/подв. хід	0,16...1,6
Радіальна подача, мм/подв. хід. (або мм/хв.)	0,003...0,286
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	3,0
Габаритні розміри з виносним обладнанням, мм	2000x1450x1965
Маса, кг	4400

Зубошевінгувальний напівавтомат 5702В

Найбільші розміри оброблюваного колеса, мм:	
діаметр	320
довжина зубця	100
Модуль оброблювальних зубчастих коліс	1,5...6,0
Найбільший кут повороту шевінгувальної головки в обидві сторони від горизонтального положення	35°
Частота обертання шпинделя інструменту, об/хв	63...500
Осьова подача заготовки, мм/хв	18...300

Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	3,0
Габаритні розміри, мм	1820x1500x2120
Маса, кг	5300

Зубофрезерний напівавтомат 5350А

Найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм	500
Найбільші розміри нарізуваних коліс:	
модуль, мм	8
довжина зуба прямозубих коліс, мм	350
кут нахилу зубців	± 60°
Найбільший діаметр встановлюваних черв'ячних фрез, мм	200
Відстань:	
від торцю столу до вісі фрези, мм	195...595
від вісі інструменту до вісі шпинделя заготовки, мм	60...350
Найбільше осьове переміщення фрези, мм	180
Частота обертання шпинделя інструменту, об/хв	40...405
Подача заготовки:	
вертикальна або повздовжня, мм/об	0,75...7,5
радіальна, мм/об	0,22...2,25
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	12,5
Габаритні розміри, мм	2670x1810x2250
Маса, кг	9850

Горизонтально-фрезерний універсальний консольний верстат 6P82

Розміри робочої поверхні столу, мм	320x1250
Найбільше переміщення столу, мм:	
повздовжнє	800
поперечне	250
вертикальне	420
Відстань від осі шпинделя до поверхні столу, мм	30...450

Внутрішній конус шпинделя	5
Число швидкостей шпинделя	18
Частота обертання шпинделя, об/хв	31,5...1600
Число робочих подач столу	18
Подача столу, мм/хв:	
повздовжня	25...1250
поперечна	25...1250
вертикальна	8,3...416,6
Швидкість прискореного переміщення столу, мм/хв:	
повздовжнього	3000
поперечного	3000
вертикального	1000
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	7,5
Габаритні розміри, мм	2305x1950x1680
Маса, кг	2900

Круглошліфувальний верстат 3A151

Найбільші розміри оброблюваної заготовки, мм:	
діаметр	200
довжина	750
Конус Морзе передньої бабки	№ 4
Діаметр шліфувального круга, мм	450, 600
Число обертів шпинделя шліфувальної бабки, об/хв	1080, 1240
Швидкість переміщення столу, мм/хв	0,1...6,0
Кут повороту столу	+3°...-10°
Найбільше поперечне переміщення шліфувальної бабки, мм	200
Поперечна подача шліфувальної бабки на хід столу, мм	0,1...0,5
Число швидкостей поводкового патрону	безступінчасте
Границі чисел обертів поводкового патрону, об/хв	63...400
Потужність електродвигуна, кВт	7,5

Габарити верстата, мм 3100x2100

Круглошліфувальний верстат 3М151

Найбільший розмір встановлюваної заготовки, мм:

діаметр 200

довжина 700

Рекомендований (найбільший) діаметр шліфування, мм:

Зовнішній 60

Найбільша довжина шліфування, мм:

зовнішнього 700

Висота центрів над столом, мм 125

Найбільше повздовжнє переміщення столу, мм 705

Кут повороту столу, град:

за годинниковою стрілкою 3

проти годинникової стрілки 10

Швидкість автоматичного переміщення столу

(безступінчасте регулювання), м/хв 0,05...5

Частота обертання (шпинделя заготовки

з безступінчастим регулюванням), об/хв 50...500

Конус Морзе шпинделя передньої бабки і пінолі задньої бабки №4

Найбільший розмір шліфувального круга, мм:

зовнішній діаметр 600

висота 100

Переміщення шліфувальної бабки, мм:

найбільше 185

на одну поділку лімба 0,005

за один оберт штовхальної рукоятки 0,001

Частота обертання шпинделя шліфувального круга, об/хв:

при зовнішньому шліфуванні 1590

Швидкість врізаючої подачі шліфувальної бабки, мм/хв 0,1...4

Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	10,0
Габаритні розміри (з приставним обладнанням), мм	4605x2450x2170
Маса (з приставним обладнанням), кг	5600

Торцекруглошліфувальний верстат SASE 200-05-315

Робочий діапазон, мм:

висота центрів	140
діаметр виробу	275
довжина шліфувальна	315, 630
довжина закріплення	315, 940
шліфувальний діаметр виробу	200
маса виробу, кг	125

Шліцьова бабка виробу:

число обертів, об/хв	31,5...710
число ступенів, шт	10
конус Морзе	4
потужність електродвигуна, кВт	0,75

Задня бабка:

крок пінолі, мм	32
конус Морзе	4

Робочий стіл, мм:

шлях переміщення	353
шлях переміщення за одним обортом маховика	5
шлях переміщення за однією поділкою шкали маховика	0,05

Переміщення шліфувальної бабки, мм:

швидке переміщення	100 (125)
подача за один оберт маховика, мм/об	1,7
швидкість подачі, мм/хв	0,006...12

Діаметр шліфувального круга, мм	630, 750
---------------------------------	----------

Плоскошліфувальний верстат 3Д722

Розміри робочої поверхні столу, мм	1250x320
Найбільші розміри оброблюваних заготовок, мм	1250x320
Маса оброблюваних заготовок – не більше, кг	700
Найбільша відстань від осі шпинделя до дзеркала столу, мм	625
Найбільше переміщення столу і шліфувальної бабки, мм:	
повздовжнє	1900
поперечне	410
вертикальне	415
Розміри шліфувального круга (зовнішній діаметр x висота x внутрішній діаметр)	450x80x203
Частота обертання шпинделя шліфувального круга, об/хв	1460
Швидкість повздовжнього переміщення столу, м/хв (безступінчасте регулювання)	3...35
Потужність електродвигуна головного приводу, кВт	15,0
Габаритні розміри (з приставним обладнанням), мм	4450x2190x2360
Маса (з приставним обладнанням), кг	8000

Безцентрово-суперфінішний 3879

Найбільший діаметр встановлюваної заготовки, мм	160
Найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм	125
Рекомендований діаметр обробки, мм	8-100
Найменша довжина оброблюваної заготовки, мм	0,8
Відстань від полу довісі валів, мм	500
Найбільша кількість позицій обробки, шт	4
Відстань від полу довісі валів, мм	500
Величина зворотно-поступального руху брусків, мм	5...50
Габарити верстата, мм	2800x3000x2880

Круглошліфувальний верстат 3Б12

Найбільші розміри оброблюваної заготовки, мм:

діаметр	200
довжина	500
Конус Морзе передньої бабки -	№ 4
Діаметр шліфувального круга, мм	300
Число обертів шпинделя шліфувальної бабки, об/хв	2500
Швидкість переміщення столу, мм/хв	0,1...6
Кут повороту столу, град	± 6
Найбільше поперечне переміщення шліфувальної бабки, мм	215
Поперечна подача шліфувальної бабки на хід столу, мм	0,002...0,038
Число швидкостей поводкового патрону	безступінчасте
Границі чисел обертів поводкового патрону, об/хв	78...780
Потужність електродвигуна, кВт	3,0
Габарити верстата, мм	2600x1750

Універсальний заточний верстат 3В642

Найбільший діаметр установленого виробу, мм	250
Найбільша довжина виробу, встановленого в бабках, мм	630
Висота центрів, мм	125
Відстань між центрами універсальної і задньої бабки, мм	550
Відстань між віссю шліфувальних кругів і лінією центрів, мм:	
в горизонтальній площині:	
найменше	70
найбільше	300
в вертикальній площині:	
нижче лінії центрів	65
вище лінії центрів	165
Розміри робочої поверхні столу (довжина x ширина), мм	1900x140
Найбільше ручне переміщення, мм:	

повздовжнє	450
поперечне	230
Кут повороту стола в горизонтальній площині	90°
Поперечне переміщення на одну поділку механізма тонкої подачі, мм	0,0025
Найбільше переміщення шліфувальної головки (вертикальне), мм	250
Переміщення на один оберт лімба, мм:	
швидке	4,5
повільне	0,45
Переміщення на одну поділку лімба, мм:	
швидке	0,05
повільне	0,005
Найбільший діаметр шліфувального круга, мм:	
прямого профілю	200
фасонного профілю	150
Розмір кінця шліфувального шпінделя з внутрішнім конусом	Морзе 3
Число обертів шпінделя за хвилину	2240, 3150, 4500, 6300
Кут повороту шліфувальної головки у горизонтальній площині	350°
Кут повороту універсальної бабки в горизонтальній і вертикальній площинах	360°
Внутрішній конус пінолі задньої бабки	Морзе 2
Габаритні розміри, мм	2050x1820x1550
Вага верстата з комплектом пристрою, кг	1285

2.5 Розрахунок припусків та проміжних розмірів

Розрахунок припусків [1, 2] проводимо для зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 25 \begin{pmatrix} -0,115 \\ -0,130 \end{pmatrix}$ мм і шорсткістю Ra 0,16 мкм. Поверхня буде оброблюватись за маршрутом:

- точіння чорнове;
- точіння чистове;
- шліфування чистове;
- шліфування тонке;
- суперфінішування.

Будуємо схему розташування припусків, допусків, міжопераційних розмірів, рисунок 2.1. Вибираємо загальний припуск, мм:

$$2z = 3.5 \cdot 2 = 7.$$

Призначаємо міжопераційні припуски, мм:

- $2a_1 = 0$ на суперфінішування;
- $2a_2 = 0,1$ на шліфування тонке;
- $2a_3 = 0,5$ на шліфування чистове;
- $2a_4 = 0,9$ на точіння чистове.

Розраховуємо припуск на точіння чорнове, мм:

$$2a_5 = 2z - (2a_1 + 2a_2 + 2a_3 + 2a_4) = 7 - (0 + 0,1 + 0,5 + 0,9) = 5,5$$

Розраховуємо міжопераційні розміри, мм.

$$d_1 = 25;$$

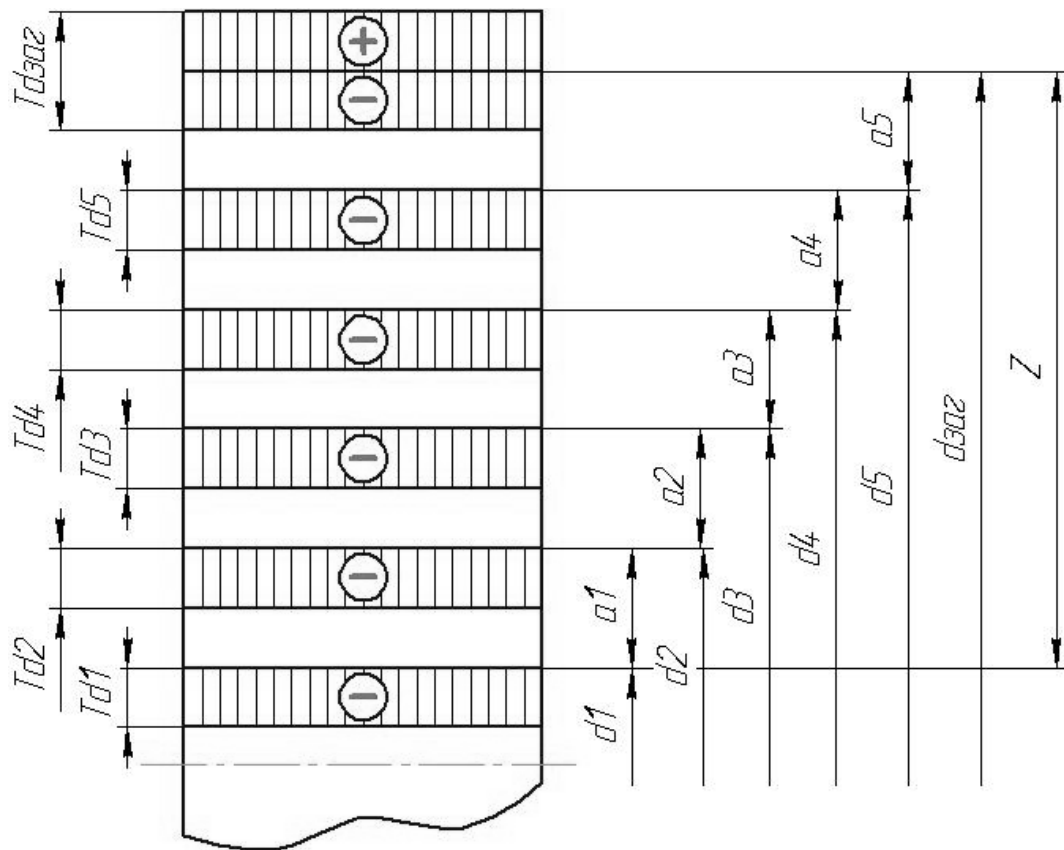
$$d_2 = d_1 + 2a_1 = 25 + 0 = 25;$$

$$d_3 = d_2 + 2a_2 = 25 + 0,1 = 25,1;$$

$$d_4 = d_3 + 2a_3 = 25,1 + 0,5 = 25,6;$$

$$d_5 = d_4 + 2a_4 = 25,6 + 0,9 = 26,5;$$

$$d_6 = d_5 + 2a_5 = 26,5 + 5,5 = 32.$$



Розміри:

- d_1 – після суперфінішування
- d_2 – після шліфування тонкого
- d_3 – після шліфування чистового
- d_4 – після точіння чистового
- d_5 – після точіння чорнового
- $d_{\text{заг}}$ – розмір заготовки

Припуски:

- $2a_1$ – на суперфінішування
- $2a_2$ – на шліфування тонке
- $2a_3$ – на шліфування чистове
- $2a_4$ – на точіння чистове
- $2a_5$ – на точіння чорнове
- $2z$ – загальний припуск

Допуски:

- Td_1 – готової деталі
- Td_2 – на шліфування тонке
- Td_3 – на шліфування чистове
- Td_4 – на точіння чистове
- Td_5 – на точіння чорнове
- $Td_{\text{заг}}$ – на заготовку

Рисунок 2.1 – Схема розташування припусків, допусків, міжопераційних розмірів

Вибираємо допуски, мм:

$$Td_1 = 0,15;$$

$$Td_2 = 0,10;$$

$$Td_3 = 0,05;$$

$$Td_4 = 0,052;$$

$$Td_5 = 0,33;$$

$$Td_6 = 2,2.$$

Записуємо проміжні та остаточні розміри, мм:

$$d_1 = 25_{-0,130}^{-0,115};$$

$$d_2 = 25_{-0,120}^{-0,110};$$

$$d_3 = 25,1_{-0,05};$$

$$d_4 = 25,6_{-0,052};$$

$$d_5 = 26,5_{-0,33};$$

$$d_6 = 32_{-0,8}^{+1,4};$$

Для інших поверхонь розраховуємо припуски і зводимо результати розрахунку в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Припуски на обробку поверхонь деталі

Назва поверхні	Маршрут обробки	Розмір до обробки, мм	Припуск на обробку, мм	Розмір після обробки, мм	Допуск на обробку, мм	Проміжний або кінцевий розмір, мм
Торці деталі	фрезерування	159 $_{-0,9}^{+2,0}$	5	154	0,46	154 $_{-0,46}$
ЗЦП зубчатого вінця	точіння	Ø58,5 $_{-0,9}^{+1,6}$	3,6	54,9	0,4	Ø54,9 $_{-0,4}$
	шліфування	Ø54,9 $_{-0,4}$	0,8	54,1	0,03	Ø54,1g7 $_{(-0,04)}^{(-0,01)}$
ЗЦП довгої сторони	точіння чорнове	Ø32 $_{-0,8}^{+1,4}$	5,5	Ø26,5	0,33	Ø26,5 $_{-0,33}$
	точіння чистове	Ø26,5 $_{-0,33}$	0,7	Ø25,8	0,62	Ø25,8 $_{-0,62}$
	точіння алмазне	Ø25,8 $_{-0,62}$	0,7	Ø25,1	0,05	Ø25,1 $_{-0,05}$
	шліфування чорнове	Ø25,1 $_{-0,05}$	0,1	Ø25	0,010	Ø25 $_{-0,120}^{-0,110}$
	шліфування чистове	Ø25 $_{-0,120}^{-0,110}$	-	Ø25	0,010	Ø25 $_{-0,127}^{-0,117}$
	суперфініш	Ø25 $_{-0,127}^{-0,117}$	-	Ø25	0,015	Ø25 $_{-0,130}^{-0,115}$

Продовження таблиці 2.4

Назва поверхні	Маршрут обробки	Розмір до обробки, мм	Припуск на обробку, мм	Розмір після обробки, мм	Допуск на обробку, мм	Проміжний або кінцевий розмір, мм
ЗЦП короткої сторони	точіння чорнове	$\varnothing 32^{+1,4}_{-0,8}$	5,5	$\varnothing 26,5$	0,33	$\varnothing 26,5_{-0,33}$
	точіння чистове	$\varnothing 26,5_{-0,33}$	0,9	$\varnothing 25,6$	0,052	$\varnothing 25,6_{-0,052}$
	шліфування попереднє	$\varnothing 25,6_{-0,052}$	0,5	$\varnothing 25,1$	0,05	$\varnothing 25,1_{-0,05}$
	шліфування тонке	$\varnothing 25,1_{-0,05}$	0,1	$\varnothing 25$	0,010	$\varnothing 25^{-0,110}_{-0,120}$
	суперфініш	$\varnothing 25^{-0,110}_{-0,120}$	-	$\varnothing 25$	0,015	$\varnothing 25^{-0,115}_{-0,130}$
Шліцева поверхня	точіння чорнове	$\varnothing 32^{+1,4}_{-0,8}$	5,1	$\varnothing 26,9$	0,15	$\varnothing 26,9_{-0,15}$
	точіння чистове	$\varnothing 26,9_{-0,15}$	1,5	$\varnothing 25,4$	0,084	$\varnothing 25,4_{-0,084}$
	шліфування	$\varnothing 25,4_{-0,084}$	0,4	$\varnothing 25$	0,034	$\varnothing 25^{-0,048}_{-0,082}$
	суперфініш	$\varnothing 25^{-0,048}_{-0,082}$	-	$\varnothing 25$	0,052	$\varnothing 25e9\left(\begin{smallmatrix} -0,040 \\ -0,092 \end{smallmatrix}\right)$
Правий торець	точіння торцеве	115	3	112	0,26	$112_{-0,26}$
	підрізка	$25,6_{-0,1}$	1	24,6	0,1	$24,6_{-0,1}$
	шліфування попереднє	$24,6_{-0,1}$	0,2	24,4	0,05	$24,4_{-0,05}$
	шліфування чистове	$24,2_{-0,05}$	0,1	24,1	0,02	$24,1_{-0,02}$
	доводка	$24,030_{-0,02}$	0,005	24,025	0,02	$24,025_{-0,02}$
Лівий торець	підрізка	$29,3_{-0,1}$	3	26,3	0,1	$26,3_{-0,1}$
	підрізка	$25,6_{-0,1}$	1	24,6	0,1	$24,6_{-0,1}$
	шліфування попереднє	$24,4_{-0,05}$	0,2	24,2	0,05	$24,2_{-0,05}$
	шліфування чистове	$24,1_{-0,02}$	0,07	24,030	0,02	$24,030_{-0,02}$
	доводка	$24,025_{-0,02}$	0,005	24,02	0,02	$24,02_{-0,02}$
ЗЦП шипа	точіння попереднє	$\varnothing 32^{+1,4}_{-0,8}$	6,2	$\varnothing 25,8$	0,062	$\varnothing 25,8_{-0,062}$
	точіння попереднє	$\varnothing 25,8_{-0,062}$	4,8	$\varnothing 21$	0,5	$\varnothing 21_{-0,5}$
	точіння чистове	$\varnothing 21_{-0,5}$	3,8	$\varnothing 17,2$	0,3	$\varnothing 17,2_{-0,3}$
Ширина шипа	фрезерування	$\varnothing 17,2_{-0,3}$	9,2	-	-	$8^{-0,040}_{-0,080}$
	шліфування	$8^{-0,040}_{-0,080}$	-	8	0,058	$8^{-0,025}_{-0,083}$

2.6 Вибір різального інструменту

У відповідності з розробленим і аналізованим технологічним процесом, вибираємо різальний інструмент для всіх операцій і переходів [1, 2]. Вибір різального інструмента виконують за:

- типом виробництва – крупносерійний;
- типом і моделлю верстата;
- формою та розміром оброблювальної поверхні;
- матеріалом деталі ;
- можливості використання уніфікованого різального інструменту.

Вибраний різальний інструмент для механічної обробки наведено у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Різальний інструмент для механічної обробки

Номер операції	Номер переходу	Назва та типорозмір інструменту	Позначення за стандартом або нормаллю	Різальна частина	
				Матеріал	Стандарт
005	1	Фреза	2214-4004	K10	ISO 513:2012
	2	Свердло R3,15	2317-0032	1,3343	EN 10204/3.1
010	1	Різець прохідний	2100-4115	P10	ISO 513:2012
	2	Різець підрізний	2110-4103	P10	ISO 513:2012
015	1	Різець прохідний	2100-4115	P10	ISO 513:2012
	2	Різець підрізний	2110-4103	P10	ISO 513:2012
020	1,2	Свердло R3,15	2317-0032	1,3343	EN 10204/3.1
025	1	Різець підрізний	2126-4146	P10	ISO 513:2012
		Різець підрізний	2126-4146	P10	ISO 513:2012
	2	Різець канавочний	2126-4093	P10	ISO 513:2012
		Різець канавочний	2126-4093	P10	ISO 513:2012
030	1	Різець підрізний	2110-4023	P10	ISO 513:2012
		Різець підрізний	2110-4075	P10	ISO 513:2012
035	1	Різець підрізний	2110-4023	P10	ISO 513:2012
		Різець підрізний	2110-4075	P10	ISO 513:2012
	2	Різець канавочний	2126-4230	P10	ISO 513:2012
		Різець канавочний	2126-4218	P10	ISO 513:2012
040	1	Різець канавочний	2126-4235	P10	ISO 513:2012
045	1	Фреза черв'ячна m=4	2570-0488	1,3343	EN 10204/3.1
050	1	Довбач дисковий M-4x100	2530-0222	1,3343	EN 10204/3.1
055	1	Шевер дисковий m=4	2570-0488	1,3355	EN 10204/3.1
065	1	Різець прохідний	2100-4115	P10	ISO 513:2012
070	1	Різець прохідний	2100-4115	P10	ISO 513:2012
075	1	Фреза шліцева	2520-4005	1,3343	EN 10204/3.1
085	1	Фреза дискова	2240-4028	1,3343	EN 10204/3.1

Продовження таблиці 2.5

Номер операції	Номер переходу	Назва та типорозмір інструменту	Позначення за стандартом або нормаллю	Різальна частина	
				Матеріал	Стандарт
120	1	Розкатник	1417-4157	150Cr14	DIN EN 4957
125	1	Круг шліфувальний 600x40x305 14A25 СТ1	2424-83	14A	2424-83
130	1	Круг шліфувальний 600x40x305 14A25 СТ1	2424-83	14A	2424-83
135	1	Круг шліфувальний 600x40x305 14A25 СТ1	2424-83	14A	2424-83
140	1	Круг шліфувальний 750x50x305 25A25П СМ1	2424-83	25A	2424-83
145	1	Круг шліфувальний 750x50x305 25A25П СМ1	2424-83	25A	2424-83
	2	Круг шліфувальний 750x63x305 25A25П СМ1	2424-83	25A	2424-83
150	1	Круг шліфувальний 750x50x305 25A25П СМ1	2424-83	25A	2424-83
	2	Круг шліфувальний 750x63x305 25A25П СМ1	2424-83	25A	2424-83
155	1	Круг шліфувальний 750x50x305 25A25П СМ1	2424-83	25A	2424-83
	2	Круг шліфувальний 750x63x305 25A25П СМ1	2424-83	25A	2424-83
160	1	Круг шліфувальний ПП 250x25x75 24A25 СМ1	2224-83	24A	2224-83
175	1	Брусок алмазний АБС 125x80x5x20 АМК 20/14	106-87	20A	2464-75
180	1	Круг алмазний АЧК 200x32x50x5x3	2-037-233-78	АС6	9206-80
185	1	Круг алмазний АЧК 200x32x50x5x3	2-037-233-78	АС6	9206-80
190	1	Круг шліфувальний 300x40x127 24A25 СМ2	2424-83	24A	2424-83

2.7 Розрахунок режимів різання та основного часу

Детальний розрахунок режимів різання та машинного часу [1, 2] проводимо на операцію 005 Фрезерно-центрувальна. Зміст операції:

Позиція I

Встановити і закріпити заготовку.

Позиція II

1. Фрезерувати торці 1, 2 одночасно.

Позиція III

2. Центрувати торці деталі 1, 2 одночасно.

Вихідні дані:

Верстат МР-76 фрезерно-центрувальний.

Різальний інструмент:

- фреза Ø60 мм з пластинами із твердого сплаву К10 ISO 513:2012;
- свердло цетровочне R3,15 мм із швидкорізальної сталі 1,3343 EN 10204/3.1.

Матеріал деталі: сталь легована 18ХГТ ДСТУ 7806-2015.

Визначаємо глибину різання:

$$t_1 = \frac{l_3 - l_\partial}{2} = \frac{159 - 154}{2} = 2,5 \text{ мм}$$

$$t_2 = \frac{d_1}{2} = \frac{6}{2} = 3 \text{ мм}$$

де l_3 - довжина заготовки, мм;

l_∂ - довжина деталі, мм;

d_1 - діаметр свердління, мм.

Визначаємо довжину робочого ходу, мм:

$$l_{p.x} = l_p + l_1 + l_2 + l_{\partial.л.},$$

де l_p - довжина різання, мм;

l_1 - довжина врізання, мм;

l_2 – довжина перебігу, мм;

$l_{б.п.}$ – довжина безпечного підводу, $l_{б.п.} = 1 \dots 5$ мм.

$$l_{p.x1} = 35 + 2 + 2 + 3 = 42 ;$$

$$l_{p.x2} = 6,2 + 2 + 0 + 3,8 = 12 .$$

Вибираємо рекомендовану подачу:

$$S_{z1} = 0,15 \dots 0,3 \text{ мм / зуб} ;$$

$$S_{o2} = 0,0315 \text{ мм / об} .$$

Корегуємо по паспорту верстата, та приймаємо:

$$S_{z\phi1} = 0,2 \text{ мм / зуб} ;$$

$$S_{o\phi2} = 0,03 \text{ мм / об} .$$

Визначаємо період стійкості фрези та свердла: $T_m = 140$ хв.

Визначаємо швидкість різання V за нормативами, м/хв:

$$V = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 ,$$

де $V_{табл}$ – табличне значення швидкості різання, м/хв;

K_1, K_2, K_3 – коефіцієнти, що враховують умови обробки.

$$V_1 = 85 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 110 \text{ м / хв},$$

$$V_2 = 16 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 0,8 = 11 \text{ м / хв}.$$

Визначимо частоту обертання шпінделя, об/хв:

$$n = \frac{1000 \cdot V_i}{\pi \cdot D} ,$$

де D – діаметр інструменту, мм.

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 110}{3,14 \cdot 60} = 584 \text{ об / хв} ;$$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 11}{3,14 \cdot 6} = 583,5 \text{ об / хв} .$$

Частоту обертання шпінделя корегуємо за паспортними даними верстата:

$$n_{\phi 1} = 582 \text{ об / хв } ;$$

$$n_{\phi 2} = 580 \text{ об / хв } .$$

Визначаємо фактичну швидкість різання, м/хв:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\phi}}{1000} ;$$

$$V_{\phi 1} = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 582}{1000} = 109,6 ;$$

$$V_{\phi 2} = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 580}{1000} = 10,9 .$$

Визначаємо величину хвилинної подачі, $S_{xв}$, мм/хв:

$$S_{xв1} = S_{z\phi 1} \cdot z \cdot n_{\phi 1} = 0,2 \cdot 4 \cdot 582 = 465,6 ;$$

$$S_{xв2} = S_{z\phi 2} \cdot n = 0,03 \cdot 580 = 17,4 ,$$

де z – кількість зубців фрези, шт.

Приймаємо:

$$S_{xв1} = 500 \text{ мм / хв } ;$$

$$S_{xв2} = 15 \text{ мм / хв } .$$

Визначаємо основний час, хв.:

$$T_o = \frac{l_{p.x.}}{S_{xв}} ;$$

$$T_{o1} = \frac{42}{500} = 0,084 ;$$

$$T_{o2} = \frac{12}{15} = 0,8 ;$$

Визначаємо подачу на зуб фрези, за прийнятими режимами різання, мм/зуб:

$$S_{z\phi} = \frac{S_{x\phi 1}}{n_{\phi 1} \cdot z} = \frac{500}{582 \cdot 4} = 0,2.$$

Визначаємо потужність різання для фрезерування:

$$N_{\text{різ1}} = E \cdot \frac{V_{\phi 1} \cdot t_1 \cdot z}{1000} \cdot k_1 \cdot k_2,$$

де E – таблична величина, $E = 0,1$;

k_1 – коефіцієнт, залежний від оброблюваного матеріалу, $k_1 = 1,25$;

k_2 – коефіцієнт, залежний від типу фрези і швидкості різання, $k_2 = 1,0$.

$$N_{\text{різ}} = 0,1 \cdot \frac{109,6 \cdot 2,5 \cdot 4}{1000} \cdot 1,25 \cdot 1,0 = 0,137 \text{ кВт}$$

Визначаємо потужність різання для свердлування:

$$N_{\text{різ}} = N_{\text{табл}} \cdot k_N \cdot \frac{n}{1000},$$

де $N_{\text{табл}}$ – потужність різання за таблицею, кВт;

k_N – коефіцієнт, залежний від оброблюваного матеріалу;

n – частота обертання інструменту, об/хв.

$$N_{\text{різ}} = 0,13 \cdot 0,9 \cdot \frac{580}{1000} = 0,07 \text{ кВт}.$$

Потужності шпінделів верстату достатньо, для здійснення обробки, згідно даних розділу 2.3.

На інші операції розрахунки проводимо аналогічно. Результати розрахунків режимів різання наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Розраховані режими різання

№ операції	№ переходу	Зміст переходу	Модель верстата	t, мм	D, мм	So, мм/об	Sхв, мм/хв	Sz, мм/зуб	n, об/хв	V, м/хв	Lріз, мм	L1, мм	L2, мм	Lб.п, мм,	Lрх. мм	Машинний час, хв		
																На перехід	На позицію	На операцію
005	1	Фрезерувати торці 1, 2 одночасно	MP-76	2,5	60	0,17	100	0,04	582	110	35	3	3	4	45	0,45	0,45	0,44
	2	Центрувати торці деталі 1, 2 одночасно		3,5	6	0,043	25	-	580	11	6,2	1	0	3,8	11	0,44	0,44	
010	1	Точити поверхні 3, 5 послідовно	1713	2,75	32	0,16	90	-	560	56,3	42	0	0	30	72	0,8	-	0,88
				1,8	58,5	0,16	90	-	560	102,8	27,5	0	2,5	0	30			
	2	Підрізати торець вінця 4		1	58,5	0,4	224	-	560	102,8	15	0	0	5	20	0,08	-	
015	1	Точити поверхню 6	EM288	2,75	32	0,2	112	-	560	56,3	85	0	0	5	90	0,8	-	0,92
	2	Підрізати торець вінця 7		1,7	58,5	0,2	112	-	560	102,8	15	0	0	1	16	0,12	-	
025	1	Підрізати торець вінця 4, 7 одночасно	CA023	1,7	58,5	0,05	40	-	800	146,9	6,6	2,4	0	5	14	0,35	-	0,594
	2	Врізати канавки 13, 14 одночасно		0,6	25	0,05	40	-	800	62,8	0,8	0	0	1,2	2	0,244	-	
030	1	Точити поверхню 6	CA023	0,7	25,8	0,3	250	-	800	64,8	85	0	0	5	0	0,361	-	0,361
035	1	Точити шийку 3	CA023	0,9	25,6	0,16	144	-	900	72,3	40	0	1	4	45	0,31	-	0,34
	2	Врізати канавку 8, 9	CA023	1,5	23,5	0,07	63	-	900	66,4	1,5	0	0	1	2,5	0,03	-	
040	1	Врізати канавку 11	1H713	1,1	23,5	0,04	35	-	800	59	1,1	0	0	0,5	1,6	0,30	-	0,30
045	1	Фрезерувати зубці 16	5B312	8,8	90	0,185	18,5	0,002	100	28,26	29,6	5	4	13,4	37	2,00	-	2,00
050	1	Довбати зубці 16	5122	0,8	125	0,3	20	-	200	26,5	24,6	5	4,4	7	41	2,05	-	3,00
				0,4	125	0,3	43	-	305	26	24,6	5	4,4	7	41	0,95	-	
055	1	Шевінгувати зубці 16	5702B	0,12	125	0,28	14	-	50	19,6	24,69	1,4	2	2	30	2,1	-	2,1
065	1	Точити поверхню 12	1713	3,5	21	0,05	31	-	560	36,9	6	0	0	6	12	0,39	-	0,39
070	1	Точити по копіру поверхню 12	EM288	3,8	17,2	0,05	26	-	560	36,9	6,1	0	0	5,9	12	0,46	-	0,46
075	1	Фрезерувати шліци 15	535A	2,9	25,8	0,2	58	0,2	224	18,1	37	0	0	27	64	1,1	-	1,1

Продовження таблиці 2.6

№ операції	№ переходу	Зміст переходу	Модель верстату	t, мм	D, мм	So, мм/об	Sхв, мм/хв	Sz, мм/зуб	n, об/хв	V, м/хв	Lріз, мм	L1, мм	L2, мм	Lб.п, мм,	Lрх, мм	Машинний час, хв		
																На пере-хід	На пози-цію	На опера-цію
085	1	Фрезерувати шип 12 в двох деталях одночасно	6P82	5,6	90	0,08	25	0,004	316	89,3	17,2	8	1,5	30,8	57,5	2,3		2,3/2
125	1	Шліфувати поверхню 5	3A151	0,4	54,9	0,2	55	-	200	34,4	24,6	0	2,4	5	35	0,636	-	0,636
130	1	Шліфувати шийку 6	3M151	0,4	25,4	0,048	150	-	180	14,3	54,5	-	-	-	54,5	0,36	-	0,51
				0,07	25,2	0,008	350	-	180	14,2	54,5	-	-	-	54,5	0,15	-	
135	1	Шліфувати шийку 6	3M151	0,12	25,4	0,032	180	-	180	14,3	54,5	-	-	-	54,5	0,30	-	0,420
				0,07	25,1	0,032	440	-	180	14,2	54,5	-	-	-	54,5	0,12	-	
140	1	Шліфувати поверхню 3, 4	SASE 200/05	0,2	25,6	0,008	200	-	180	14,4	37	-	-	-	37	0,185	-	0,38
				0,1	25,6	0,002	370	-	180	14,4	37	-	-	-	37	0,1	-	
				0,03	58,5	0,3	550	-	180	33	50	-	-	-	50	0,095	-	
145	1	Шліфувати шийку 3	SASE 200/05	0,2	25,6	0,008	200	-	180	14,4	25	-	-	-	25	0,195	-	0,39
				0,1	25,6	0,002	370	-	180	14,4	37	-	-	-	37	0,1	-	
				0,03	58,5	0,3	550	-	180	33	50	-	-	-	50	0,096	-	
150	1	Шліфувати поверхню 3, 9	SASE 200/05	0,1	25,1	0,002	350	-	180	14,4	37	-	-	-	37	0,1	-	0,24
				0,1	25,1	0,002	350	-	180	14,4	37	-	-	-	37	0,1	-	
				0,03	58,5	0,3	110	-	180	33	50	-	-	-	50	0,04	-	
155	1	Шліфувати поверхню 6, 7	SASE 200/05	0,1	25,1	0,002	350	-	180	14,4	37	-	-	-	37	0,1	-	0,29
				0,1	25,1	0,002	350	-	180	14,4	37	-	-	-	37	0,1	-	
				0,03	58,5	0,3	180	-	180	33	50	-	-	-	50	0,09	-	
160	1	Шліфувати шип 12	3Д722	0,05	8	0,1	30	-	180	4,5	18	-	-	-	18	0,6	-	0,6
175	1	Суперфінішувати шийки 3, 6	3879	0,005	25	0,005	1,5	-	300	23,5	79,5	-	-	-	79,5	0,3	-	0,3

2.8 Визначення норм часу

Визначаємо штучний час для операції 030 Спеціальна токарна.

Вихідні дані:

- деталь – шестерня ведуча НШ32М-16-01-00-01;
- верстат токарно-копіювальний СА 023;
- Маса деталі – 0,56 кг;
- контроль діаметрів шийок здійснюється калібр-скобами;
- контроль довжини здійснюється спеціальними шаблонами;
- основний час на обробку $T_o = 0,345$ хв.

Розраховуємо допоміжний час [1, 2], результати зводимо в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 – Допоміжний час

Номер та зміст переходів допоміжного часу	Допоміжний час ,хв		Джерело
	що перекривається	що не перекривається	
1.Встановити та зняти деталь		0,1	ОНВ, карта 5, п.4
2. Закріпити та відкріпити деталь		0,015	ОНВ, к.13, л.4, п.91
3. Підвід та відвід копіювального супорту		0,005	Паспорт верстата
4.Підвід та відвід поперечного супорту		0,005	Паспорт верстата
5. Ввімкнути цикл		0,015	Паспорт верстата
6. Очистити пристрій від стружки		0,03	ОНВ, к.13, л.6, п.121
7. Контроль деталей	$0,07 \cdot 2 + 0,07 \cdot 3 = 0,35$		ОНВ, к.74, л.2, п.23; к.74, л.1, п.5
Разом	0,35	0,17	

Визначаємо оперативний час, хв.

$$T_{on} = T_o + T_{дон.}$$

$$T_{on} = 0,361 + 0,17 = 0,531.$$

Визначаємо відсоток часу на обслуговування робочого місця, $\alpha = 6\%$.

Визначаємо час на обслуговування, хв:

$$T_{обсл} = \frac{T_{он} \cdot \alpha}{100};$$

$$T_{обсл} = \frac{0,531 \cdot 6}{100} = 0,0319.$$

Визначаємо відсоток основного часу в оперативному:

$$\frac{T_o}{T_{он}} \cdot 100 = \frac{0,361}{0,531} \cdot 100 = 68.$$

Визначаємо відсоток часу на відпочинок, $\beta = 7\%$.

Визначаємо час на відпочинок, хв:

$$T_{відп} = \frac{T_{он} \cdot \beta}{100};$$

$$T_{відп} = \frac{0,531 \cdot 7}{100} = 0,0372.$$

Визначаємо штучний час, хв:

$$T_{шт} = T_{он} + T_{обсл} + T_{відп};$$

$$T_{шт} = 0,531 + 0,0319 + 0,0372 = 0,6.$$

Визначаємо норму виробітку, шт:

$$H_s = \frac{T_{зм}}{T_{шт}},$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, $T_{зм} = 480$ хв.

$$H_s = \frac{480}{0,6} = 800.$$

На інші операції техпроцесу розрахунки проводимо аналогічно [1, 2], дані розрахунків наведені в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Норми часу та виробітку

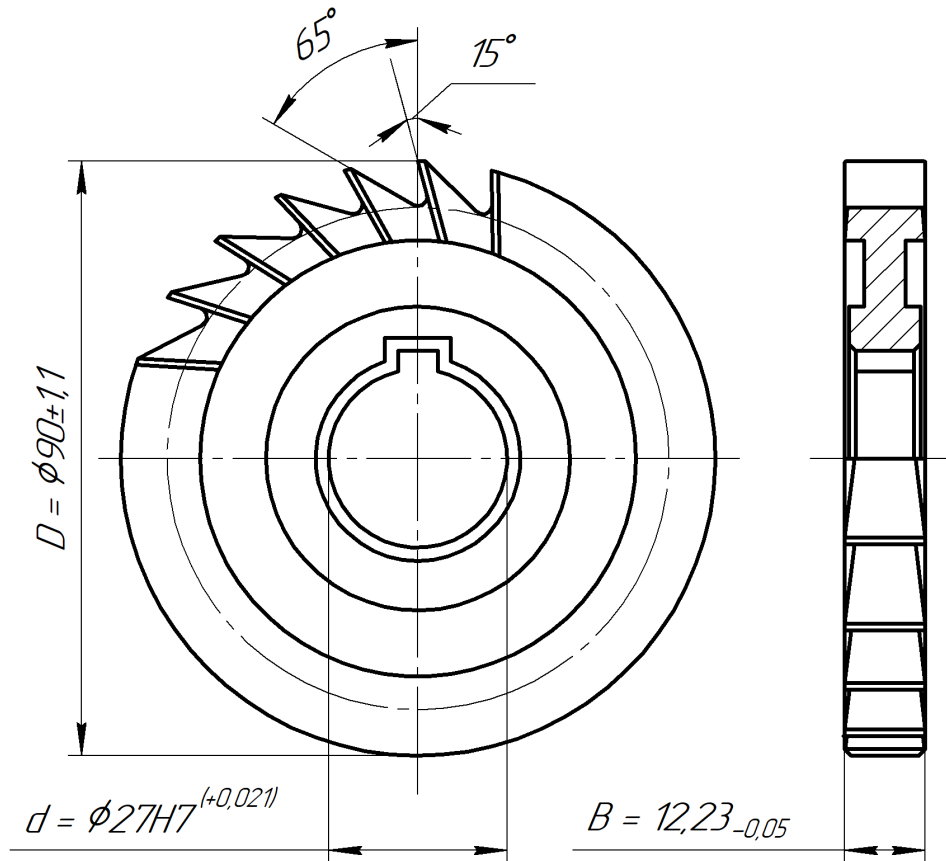
Номер операції	Основний час T_o , хв.	Допоміжний час $T_{доп}$, хв.	Оперативний час $T_{оп}$, хв.	Відсоток основного часу в оперативному, %	α , %	Час на обслуговування $T_{обсл}$, хв.	β , %	Час на відпочинок $T_{відп}$, хв.	Штучний час $T_{шт}$, хв.	Норма виробітку H_v , шт.
005	0,45	0,22	0,67	67	3	0,0201	6	0,0402	0,7310	657
010	0,88	0,1606	1,0406	85	6	0,0624	6	0,0624	1,1655	412
015	0,92	0,1603	1,0803	85	6	0,0648	6	0,0648	1,2099	397
025	0,594	0,163	0,757	79	6	0,0454	6	0,0454	0,8480	567
030	0,361	0,17	0,531	68	6	0,0319	7	0,0372	0,600	800
035	0,34	0,22	0,56	61	6	0,0336	7	0,0413	0,6327	759
040	0,3	0,142	0,442	68	6	0,0265	7	0,0309	0,4995	961
045	2,0	0,5384	2,5384	79	3	0,0762	6	0,1523	2,7668	174
050	3,0	0,245	3,245	92	3	0,0974	5	0,1623	3,5046	137
055	2,1	0,1294	2,2294	94	3	0,0669	6	0,1338	2,4300	198
065	0,39	0,1404	0,5304	74	6	0,0318	7	0,0371	0,5994	801
070	0,46	0,1392	0,5992	77	6	0,036	7	0,0419	0,6771	709
075	1,1	0,2315	1,3315	83	3,5	0,0466	6	0,0799	1,4580	329
085	2,3/2	1,0/2	3,3	70	3	0,050	6	0,100	3,450	280
125	0,636	0,5574	1,1934	53	3	0,0358	6	0,0716	1,3008	370
130	0,51	0,4162	0,9262	55	3	0,0278	6	0,0555	1,0095	476
135	0,42	0,4194	0,8394	50	3	0,2518	6	0,0504	0,9150	525
140	0,38	0,4209	0,8009	48	3	0,024	6	0,048	0,8730	550
145	0,39	0,4618	0,8518	46	3	0,0256	6	0,0511	0,9285	517
150	0,24	0,5362	0,7762	31	3	0,0233	6	0,0466	0,8460	568
155	0,29	0,5343	0,8243	35	3	0,0247	6	0,0495	0,8985	535
160	0,6	0,7686	1,3686	44	3	0,0411	6	0,0821	1,4918	322
175	0,3	0,1994	0,4994	60	3	0,0150	7	0,035	0,5494	874

3 Конструкторська частина

3.1 Опис різального інструменту

У розділі розглядається дискова фреза, яка призначена для фрезерування лиски $8_{-0,08}^{-0,04}$ в деталі шестерня ведуча НШ32М-16-01-00-01 на горизонтально-фрезерному верстаті 6Р82.

Фреза, рисунок 3.1, має 20 зубців, які виконані у вигляді вставних елементів зі швидкоріжучої сталі 1,3343 EN 10204/3.1 (Р6М5). Допускається виготовлення суцільної фрези з цього ж матеріалу.



D – зовнішній діаметр; d – посадковий отвір; B – ширина фрези

Рисунок 3.1 – Дискова фреза

Дискова трьохстороння фреза має різальну частину не тільки на циліндричній поверхні, а також на обох торцевих поверхнях.

Фреза має посадковий отвір $\varnothing 27H7^{+0,021}$ для встановлення на шпинделі верстата. У отворі виконано шпоночний паз для передачі крутного моменту від верстату до інструменту [8].

Геометрія фрези:

- зовнішній діаметр $D = 90 \pm 1,1$ мм;
- ширина $B = 12,23_{-0,05}$ мм;
- по циліндру: передній кут $\alpha = 20^\circ$, задній кут $\gamma = 15^\circ$;
- по торцям: передній кут $\alpha = 0^\circ$, задній кут $\gamma = 5^\circ$.

Приймаємо герметричні параметри заточування інструменту [8].

Діаметр під оправку розраховується за формулою, мм:

$$d = \sqrt{\frac{M_{\text{сум}}}{0,1 \cdot G_{\text{иг}}}},$$

де $M_{\text{сум}}$ – сумарний момент під час вигину і кручення оправки, Нм;

$G_{\text{иг}}$ – допустима напруга на згин оправки, $G_{\text{иг}} = (180 \dots 250) \cdot 10^6$ МПа.

Сумарний момент під час вигину і кручення оправки визначається за формулою, Нм:

$$M_{\text{сум}} = \sqrt{\left(\frac{3}{16} \cdot R \cdot l\right)^2 + \left(\frac{P_z \cdot D}{2}\right)^2};$$

де R – рівнодіюча сил P_z і P_y , для розрахунків задаємось $R = 1,441 \cdot P_z$;

l – відстань між опорами фрезерної оправки, мм;

P_z – головна складова сила різання, $P_z = 146$ Н;

D – зовнішній діаметр фрези, мм.

$$M_{\text{сум}} = \sqrt{\left(\frac{3}{16} \cdot 307 \cdot 125\right)^2 + \left(\frac{213 \cdot 90}{2}\right)^2} = \sqrt{51750000 + 91870000} = 119800.$$

Отже, діаметр посадкового отвору фрези під шпіндельну оправку, мм:

$$d = \sqrt{\frac{119800}{0,1 \cdot 180}} = 25,8.$$

Приймаємо уніфіковане значення, $d = 27$ мм.

3.2 Опис контрольного пристрою

Контрольний пристрій 8532-4050 призначений для контролю похибки напрямку зубців шестерні НШ32М-16-01-00-01.

Ескіз контрольного пристрою наведено на рисунку 3.2.

Коротка технічна характеристика:

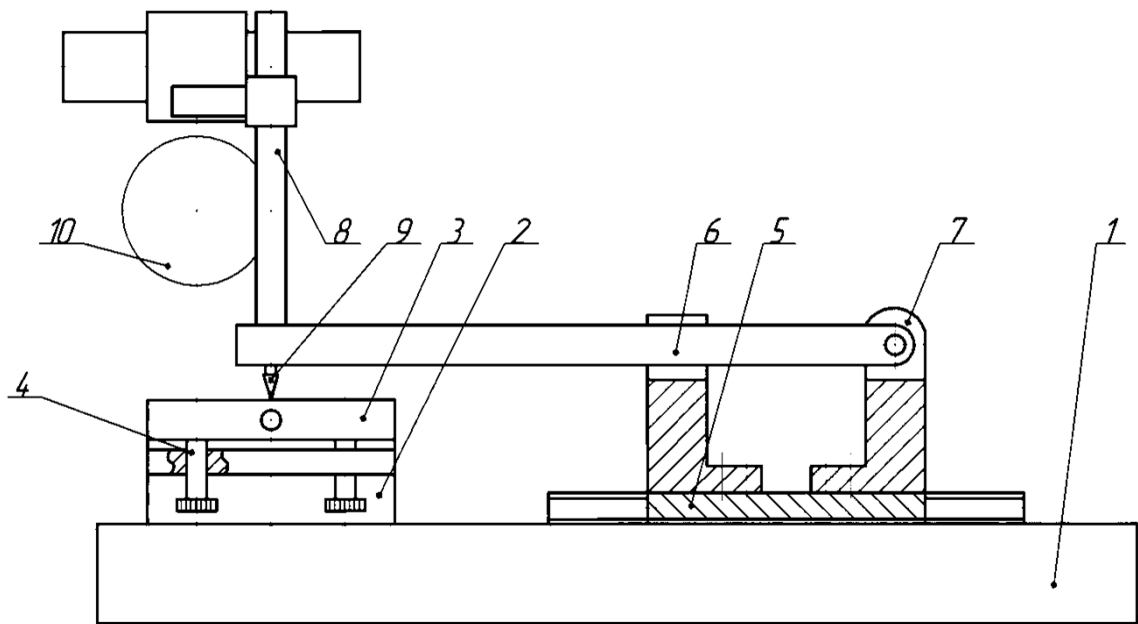
- границі вимірювання – 0...1 мм;
- похибка по всій границі вимірювання – 0,007 мм;
- варіація – 0,0005 мм;
- вимірювальне зусилля – 2 Н;
- габаритні розміри – 370x200x250 мм;

Склад пристрою:

- контрольний вимірювальний пристрій у зборі – 1 шт.;
- індикатор 1 МИГ – 1 шт.

Будова та принцип роботи:

Контрольний пристрій складається з основи, поз. 1, на якій прикріплена стійка, поз. 2, з копіром, поз. 3. На плиті, поз. 5, яка переміщується в кулькових напрямних, закріплена стійка, поз. 7, в центрах якої хитається важіль, поз. 6. На важелі встановлена стійка, поз. 8, з індикатором і вимірювальним наконечником, поз. 9, який переміщується по копіру. Паралельність копіру вісі центрів, в яких встановлена контрольована деталь, регулюється гвинтом, поз. 4.



1 – основа; 2 – стійка; 3 – копір; 4 – гвинт; 5 – плита; 6 – важіль; 7 – стійка; 8 – стійка;
9 – вимірювальний наконечник; 10 – вимірювана деталь

Рисунок 3.2 – Ескіз контрольного пристрою

Принцип виміру заснований на одночасному переміщенні вимірювальних наконечників по боковій поверхні зубця деталі і по копіру.

Порядок роботи:

Перед початком роботи з пристроєм ретельно протерти робочі поверхні пристрою, провести візуальний огляд та перевірити працездатність. Виставити робочу поверхню копіра паралельно осі центрів за допомогою гвинтів, поз. 4. При цьому використовувати контрольний зразок 8533-4028-00-13, або еталонну деталь, виміряну на координатно-вимірювальній машині. Індикатор налаштовується на 0. Очищена від стружки і масла деталь встановлюються в центрах пристрою, після цього важіль переміщують вздовж вісі центрів. При цьому один наконечник рухається по боковій поверхні зубця деталі, а другий – по копіру. Індикатор показує відхилення від паралельності. Деталь вважається годною при значеннях індикатора $\pm 0,01$ мм.

ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи була досліджена та проаналізована конструкція деталі, метод отримання заготовки, заводський технологічний процес виготовлення шестерні ведучої НШ32М-16-01-00-01. Також було розраховано припуски та міжопераційні розміри, режими різання на операції механічної обробки.

Запропоновано раціоналізацію технологічного процесу. З метою зменшення трудомісткості обробки, було замінено верстатний пристрій з одномісного на двомісний на операції 085 горизонтально-фрезерна. Завдяки цьому збільшено продуктивність праці вдвічі на операції, та зменшено собівартість продукції, при збільшенні штучного часу всього на 10%.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Методичні рекомендації до кваліфікаційної роботи / Укл.: І.І. Павленко, В.А. Мажара, К.К. Щербина, О.І. Скібінський. – Кроп-цький: ЦНТУ, 2021 – 42 с.
2. Технологія машинобудування. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з технології машинобудування для студентів спеціальностей «Прикладна механіка», «Галузеве машинобудування» денної та заочної форм навчання / Укл.: І.І. Павленко, А.М. Артюхов, М.М. Підгасцький, В.А. Мажара, М.О. Сторожук. – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 68 с.
3. Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування, – Львів: Магнолія, 2006.
4. Шестеренна гідромашина [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Шестеренна_гідромашина.
5. Гідроприводи та гідропневмоавтоматика: Підручник / В. О. Федорець, М. Н. Педченко, В. Б. Струтинський та ін. ; За ред. В. О. Федорця. – Київ: Вища школа, 1995. – 463 с.
6. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок, - Львів: Світ, 1996 – 368с.
7. Методичні рекомендації до виконання самостійних робіт з дисципліни: «Технологія обробки типових деталей та складання машин». Для здобувачів спеціальностей: 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування / Укл.: О.І. Скібінський, В.М. Селехова. – Кропивницький: ЦНТУ, 2023. – 93 с.
8. Методичні вказівки до дипломного проектування зі спеціальності 8.090202 “Технологія машинобудування” – Кіровоград: КДТУ, 2002.

ДОДАТОК А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра «Машинобудування, мехатроніки і робототехніки»

КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Виконав здобувач вищої освіти
гр. ПМ-22мб-3

Олександр НАБОЙЩИКОВ

Керівник роботи

Антон АПАРАКІН

Завідувач кафедри

Андрій ГРЕЧКА

форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

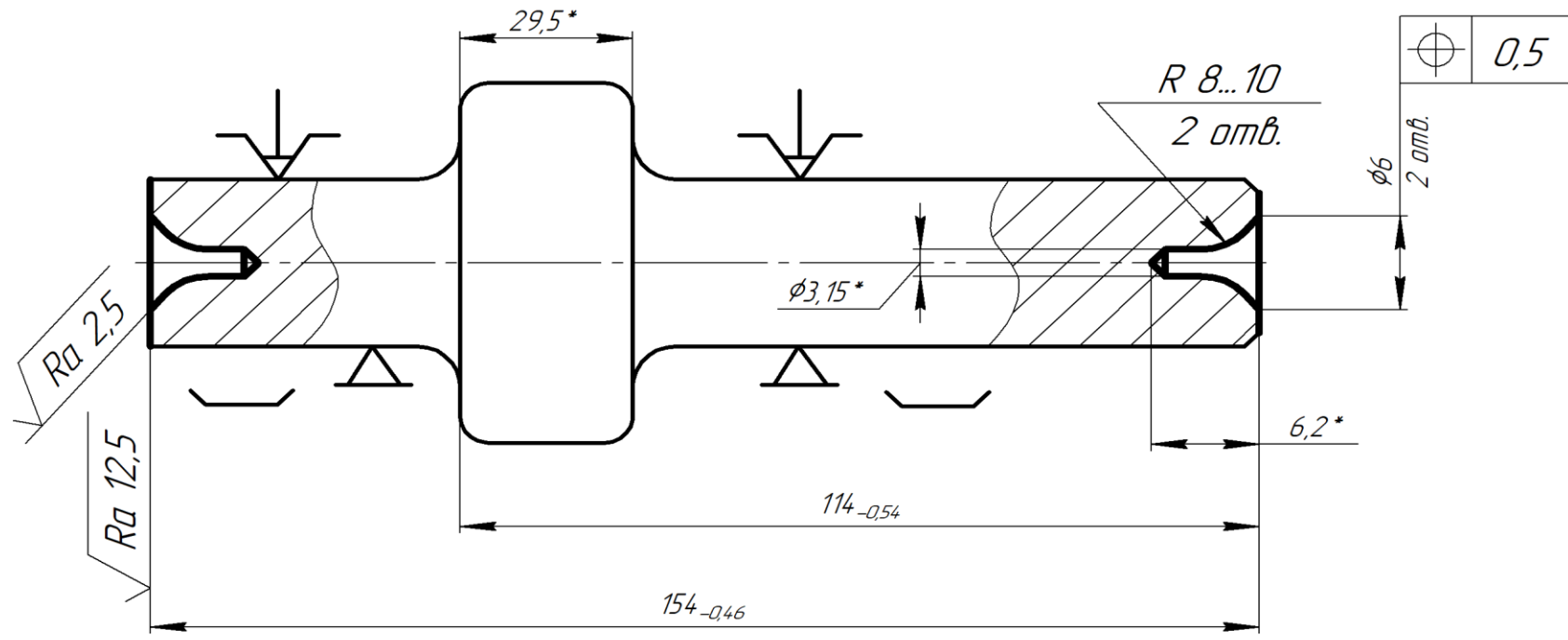
НШ 32М-16-3Л

Розробив	Набойщиков О.І.		
Перевірів	Апаракін А.Р.		
Н.контр.			

НШ 32М-16-01-00-01

Шестерня ведуча

КРБ - - 005



* Розміри для довідок

КЕ

Карта ескізів

форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

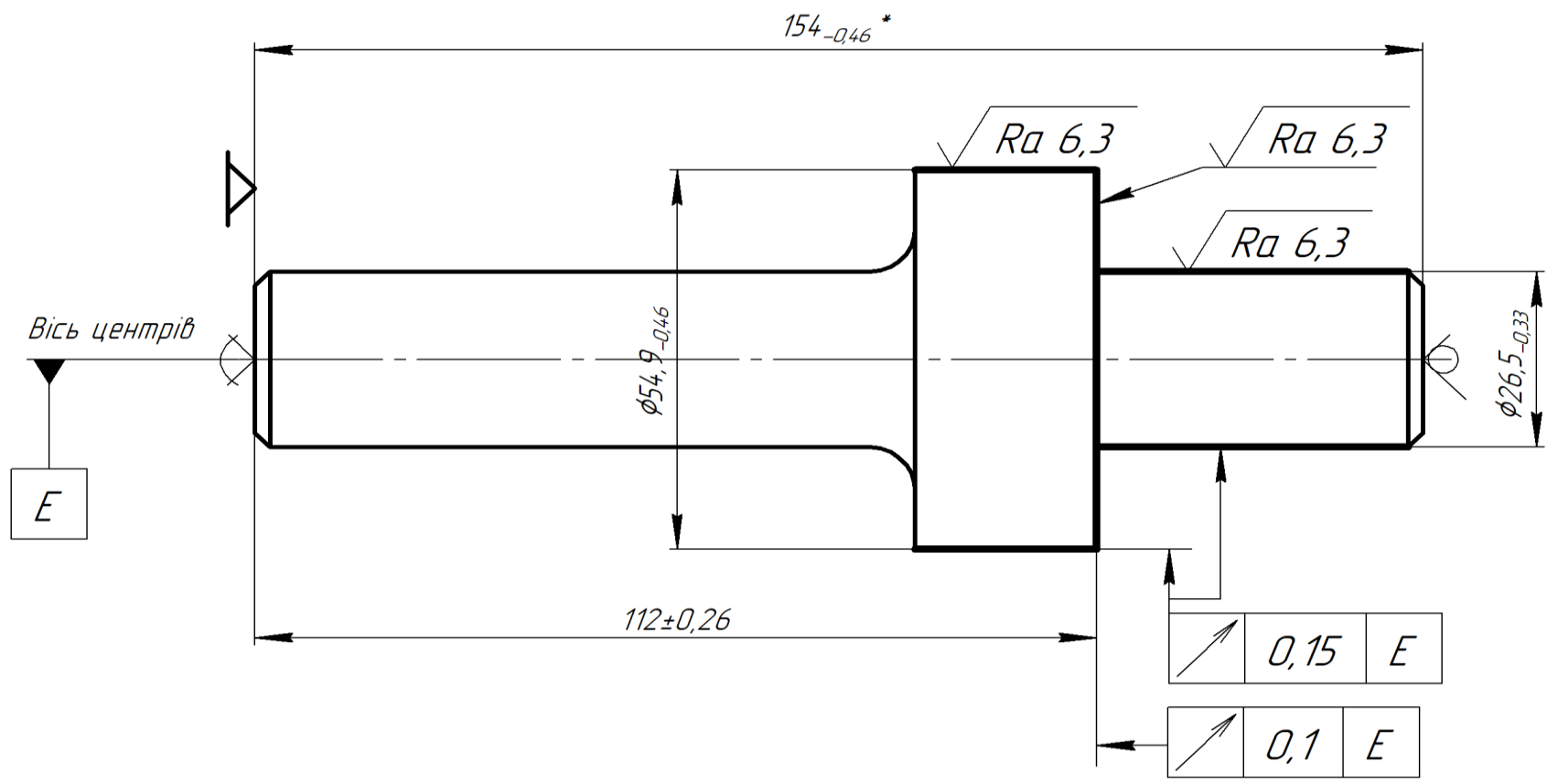
НШ 32М-16-3Л

Розробив	Набойщиков О.І.		
Перевірів	Апаракин А.Р.		
Н.контр.			

НШ 32М-16-01-00-01

Шестерня ведущая

КРБ - - 010



* Розміри для довідок

KE

Карта ескізів

форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

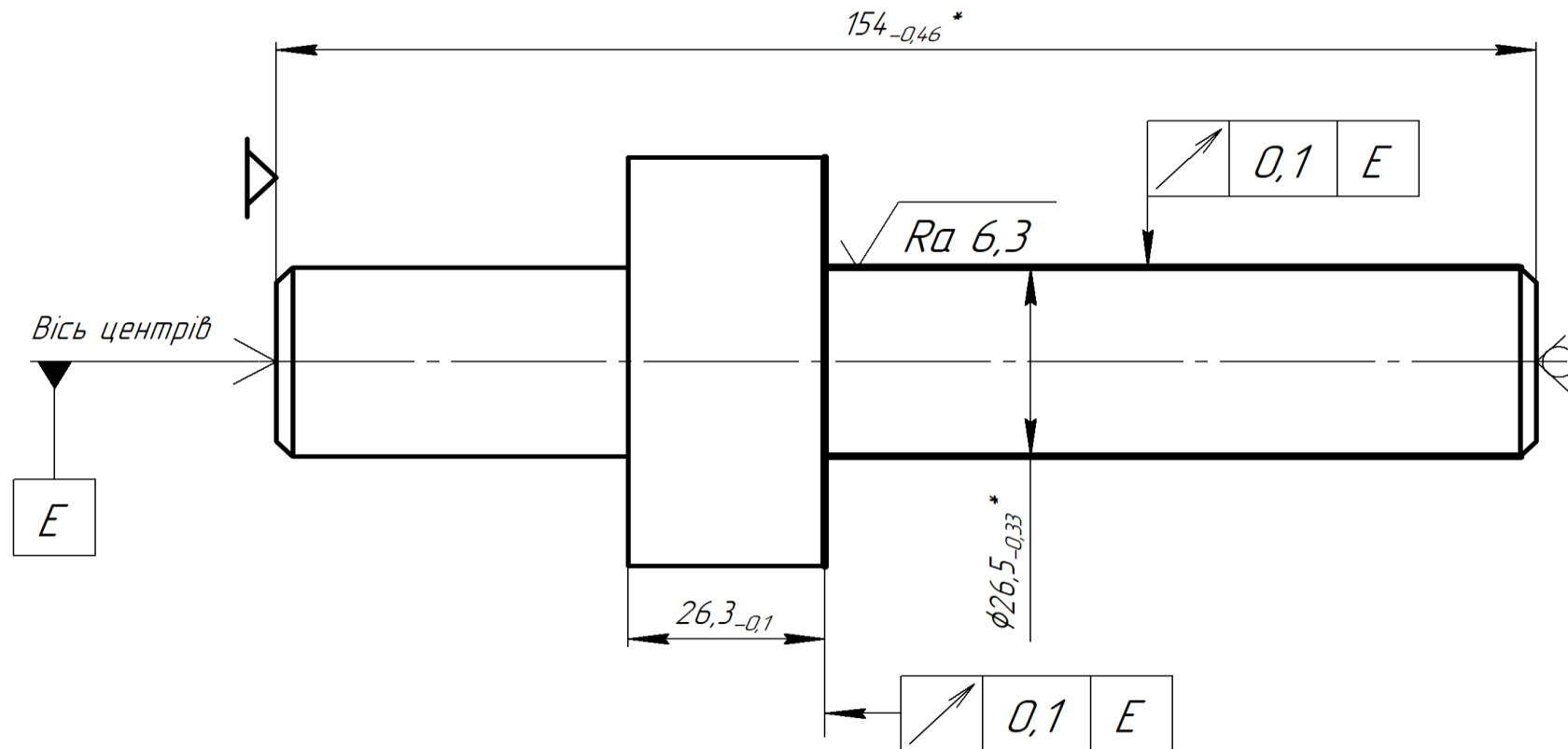
НШ 32М-16-3Л

Розробив	Набойщиков О.І.		
Перевірів	Апаракін А.Р.		
Н.контр.			

НШ 32М-16-01-00-01

Шестерня ведуча

КРБ - - 015



* Розміри для довідок

KE

Карта ескізів

форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

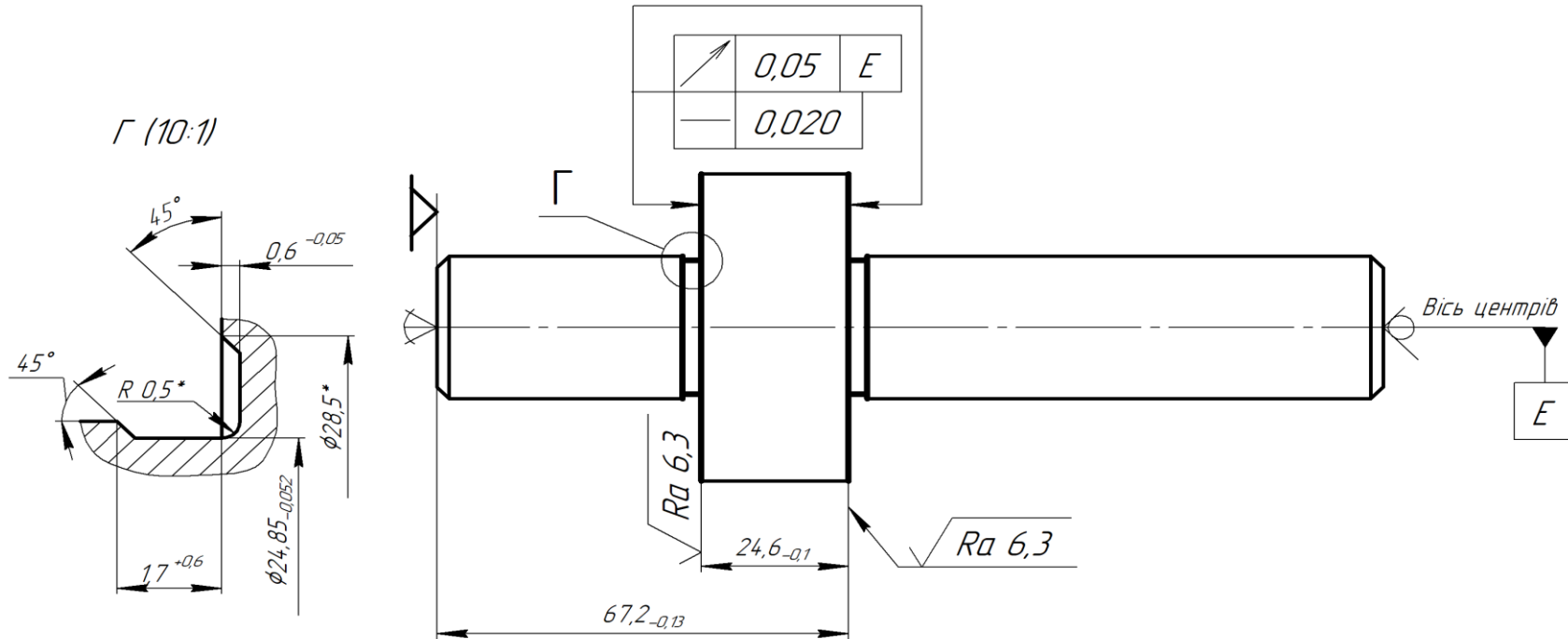
НШ 32М-16-3Л

Розробив	Набойщиков О.І.		
Перевірів	Апаракін А.Р.		
Н.контр.			

НШ 32М-16-01-00-01

Шестерня ведуча

КРБ - - 025



* Розміри забезпечуються технологічно

KE

Карта ескізів

форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

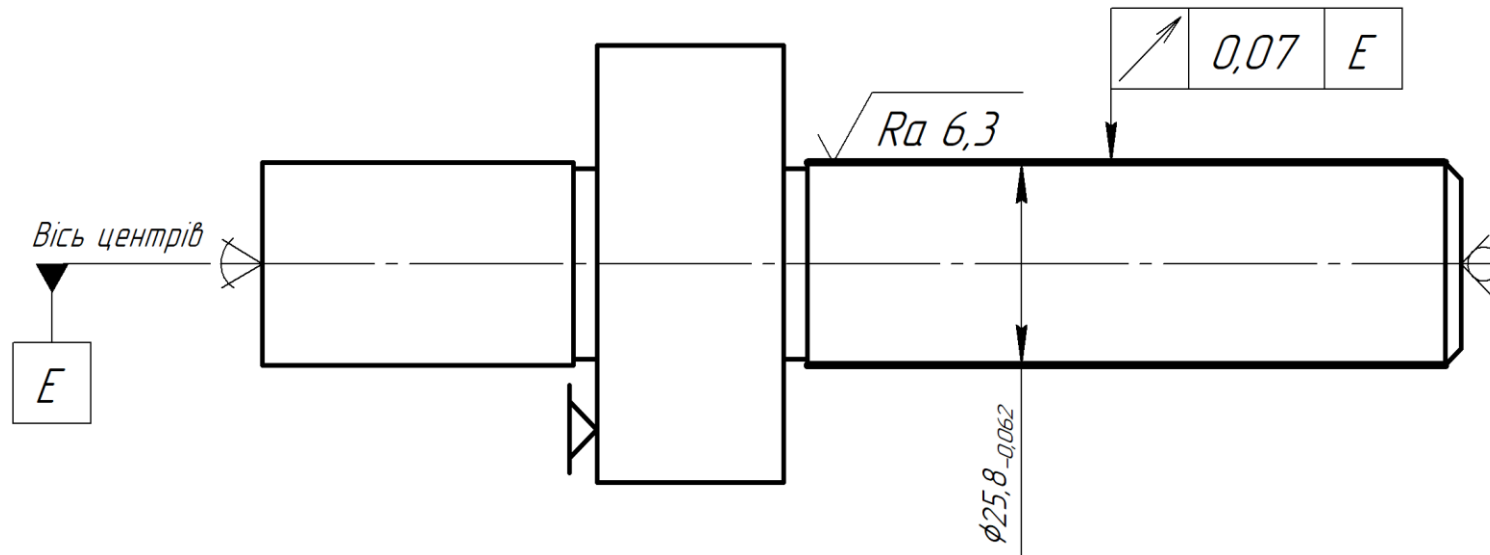
НШ 32М-16-3Л

Розробив	Набойщikov O.I.		
Перевірів	Апаракін A.P.		
Н.контр.			

НШ 32М-16-01-00-01

Шестерня ведуча

КРБ - - 030



KE

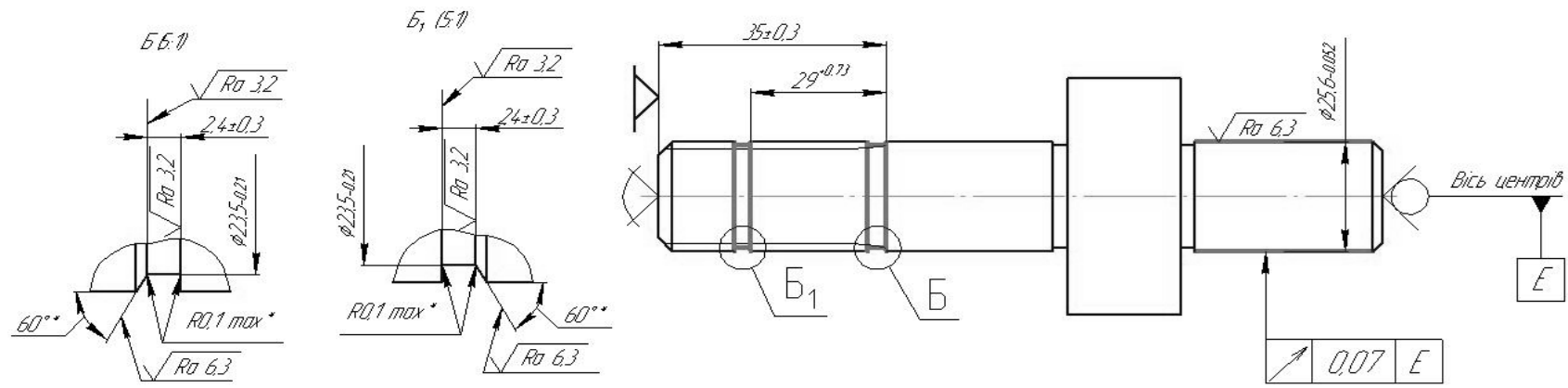
Карта ескізів

форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

НШ 32М-16-3Л

Розробив	Набойщиков О.І.									
Перевірів	Апаракін А.Р.					НШ 32М-16-01-00-01				
Н.контр.						Шестерня ведуча	КРБ	-	-	035



* Розмір для довідок

KE

Карта ескізів

форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

НШ 32М-16-3Л

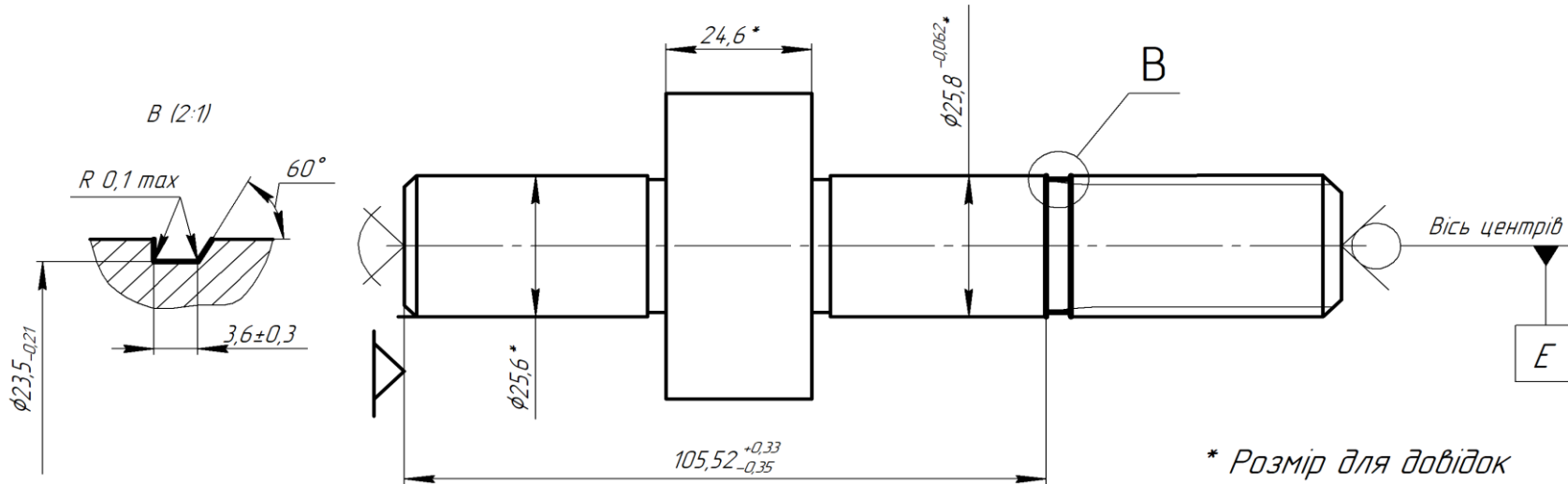
Розробив Набойщиков О.І.
Перевірив Апаракін А.Р.

НШ 32М-16-01-00-01

Н.контр.

Шестерня ведуча

КРБ - - 040



KE

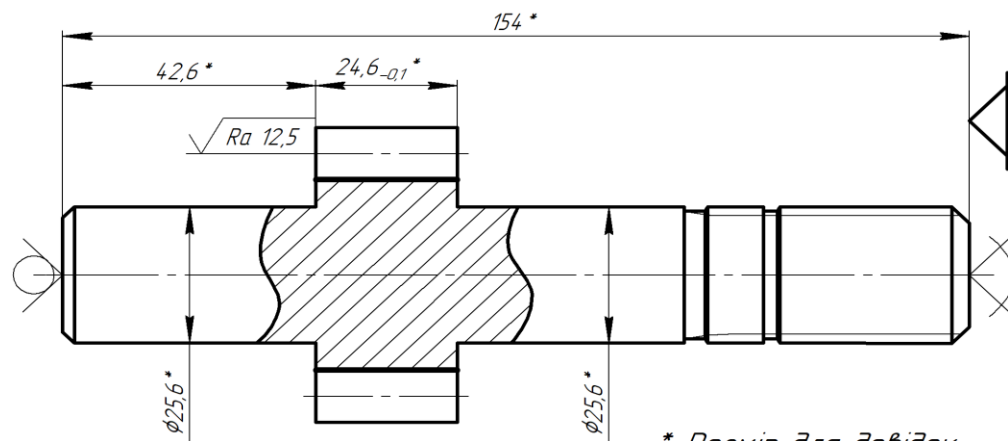
Карта ескізів

форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

НШ 32М-16-3Л

Розробив	Набойщиков О.І.								
Перевірів	Апаракін А.Р.					НШ 32М-16-01-00-01			
Н.контр.						Шестерня ведуча	КРБ	-	-
									045



* Розмір для довідок

Модуль	<i>m</i>	4
Кількість зубів	<i>z</i>	11
Вихідний контур	-	ГОСТ 13755-81
Коефіцієнт зміщення	<i>x</i>	+0,135
Допуск на похибку направлення зуба	<i>F_β</i>	0,1
Основний діаметр	<i>w</i>	20,3 _{-0,2}
Границі відхилення вимрювальної міжосьової відстані		
верхнє	<i>E_{αs}'</i>	-
нижнє	<i>E_{αn}'</i>	-
Допуск на коливання вимрювальної міжосьової відстані за оберт колеса на одному зубі	<i>F_r'</i> <i>f_r'</i>	0,3 0,1

KE

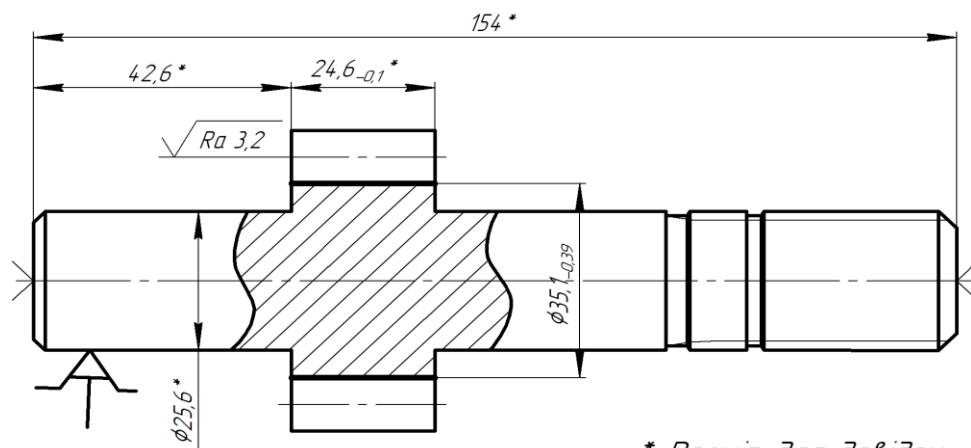
Карта ескізів

форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

НШ 32М-16-3Л

Розробив	Набойщиков О.І.									
Перевірів	Апаракін А.Р.					НШ 32М-16-01-00-01				
Н.контр.						Шестерня ведуча	КРБ	-	-	050



* Розмір для довідок

Модуль	<i>m</i>	4
Кількість зубів	<i>z</i>	11
Вихідний контур	-	ГОСТ 13755-81
Коефіцієнт зміщення	<i>x</i>	+0,135
Допуск на похибку направлення зуба	F_{β}	0,02
Основний діаметр	<i>w</i>	18,62
Границі відхилення вимірювальної міжосьової відстані		
верхнє	$E_{a_1}^{//}$	+0,140
нижнє	$E_{a_1}^{//}$	-0,015
Допуск на коливання вимірювальної міжосьової відстані за оберт колеса на одному зубі	$F_{i_1}^{//}$ $f_{i_1}^{//}$	0,085 0,045
Колівання довжини загальної нормалі (для налашки)	V_w	0,05

KE

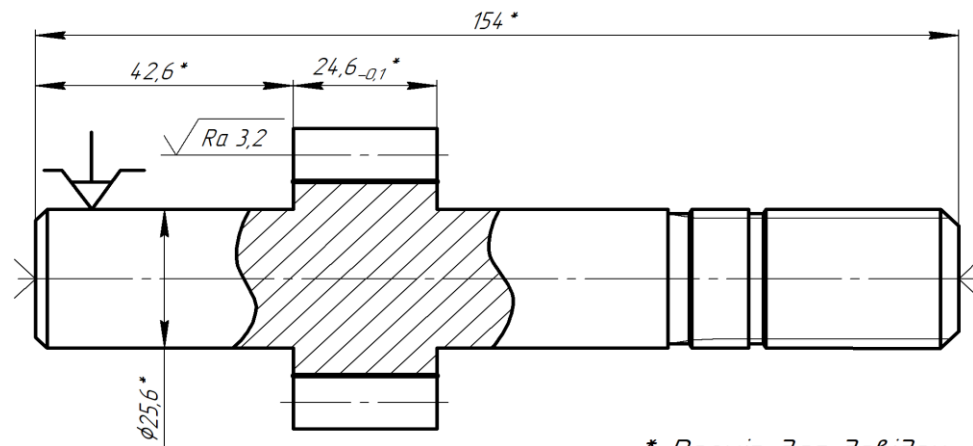
Карта ескізів

форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

НШ 32М-16-3Л

Розробив	Набойщиков О.І.									
Перевірив	Апаракін А.Р.					НШ 32М-16-01-00-01				
Н.контр.						Шестерня ведуча	КРБ	-	-	055



* Розмір для довідок

Модуль	<i>m</i>	4
Кількість зубів	<i>z</i>	11
Вихідний контур	-	ГОСТ 13755-81
Коефіцієнт зміщення	<i>x</i>	+0,135
Допуск на похибку направлення зуба	<i>F_β</i>	0,015
Основний діаметр	<i>w</i>	18,698 ^{-0,228} _{-0,324}
Границі відхилення вимірювальної міжосьової відстані	<i>E_{вс}</i> <i>E_а</i>	+0,056 -0,140
Допуск на коливання вимірювальної міжосьової відстані за одерт колеса на одному зубі	<i>F_i</i> <i>f_i</i>	0,112 0,056

KE

Карта ескізів

форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

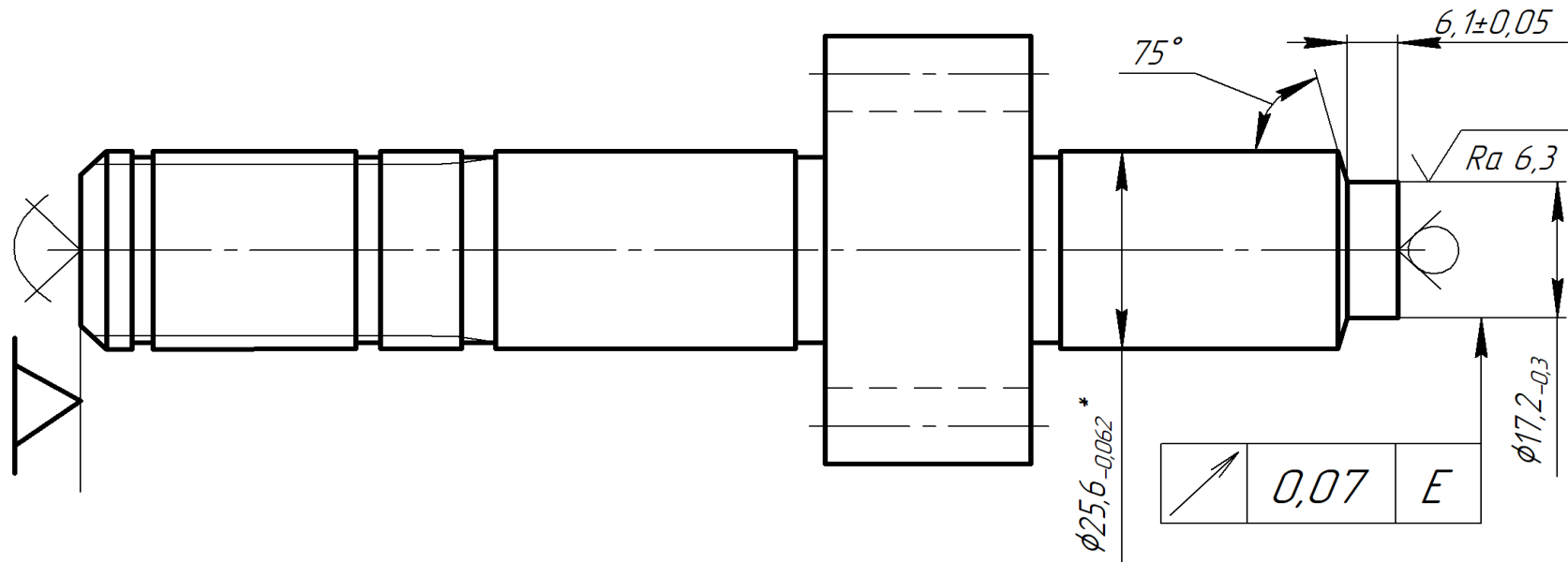
НШ 32М-16-3Л

Розробив	Набойщиков О.І.		
Перевірів	Апаракін А.Р.		
Н.контр.			

НШ 32М-16-01-00-01

Шестерня ведуча

КРБ - - 070



* Розмір для довідок

KE

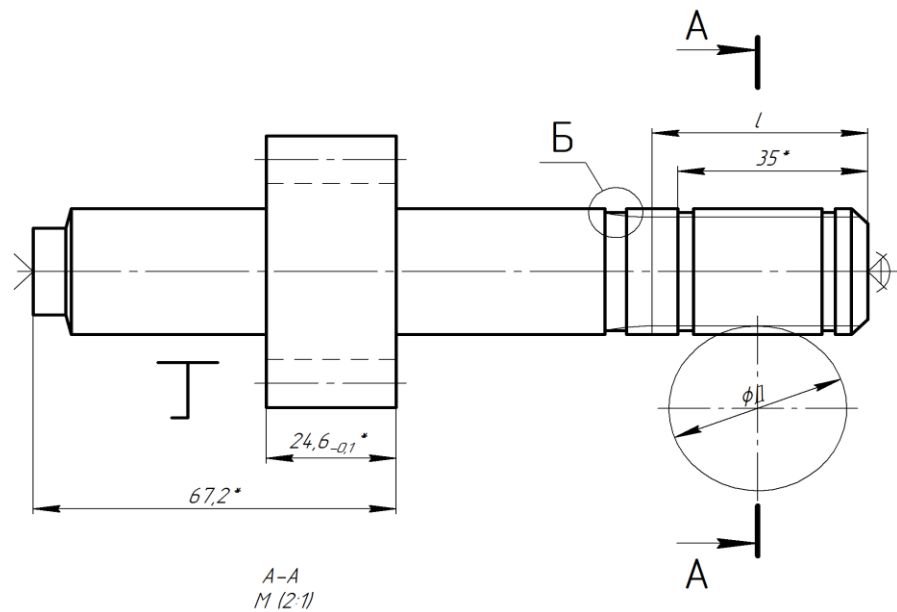
Карта ескізів

форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

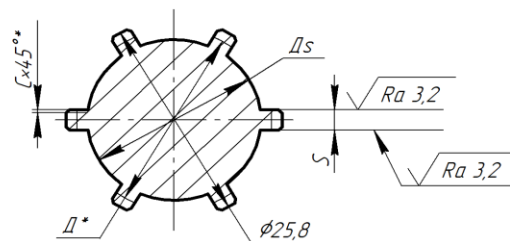
НШ 32М-16-3Л

Розробив	Набойщиков О.І.									
Перевірів	Апаракін А.Р.					НШ 32М-16-01-00-01				
Н.контр.						Шестерня ведуча	КРБ	-	-	075



$\sqrt{Ra\ 12,5}$ (\surd)

Число шліців	<i>z</i>	6
Тип шліця	-	прямоічний
Довжина шліців з повною глибиною	<i>l</i>	37 mm
Сумарна довжина шліців	<i>L</i>	-
Діаметр впадин	<i>D_s</i>	20,1_{-0,7}
Середній діаметр	<i>D</i>	21
Товщина шліця	<i>S</i>	5_{-0,150}^{-0,080}
Діаметр фрези	<i>D</i>	70
Величина фаски	<i>C</i>	0,3^{+0,2}



- * Розміри для довідок.
- Вихід інструменту при нарізуванні шліців за границі канавки "Б" не допускається.
- Допускається зниження розміру "S" до 4,75 мм на двох шліцях в місці змикання зімкнення інструменту.

KE

Карта ескізів

форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

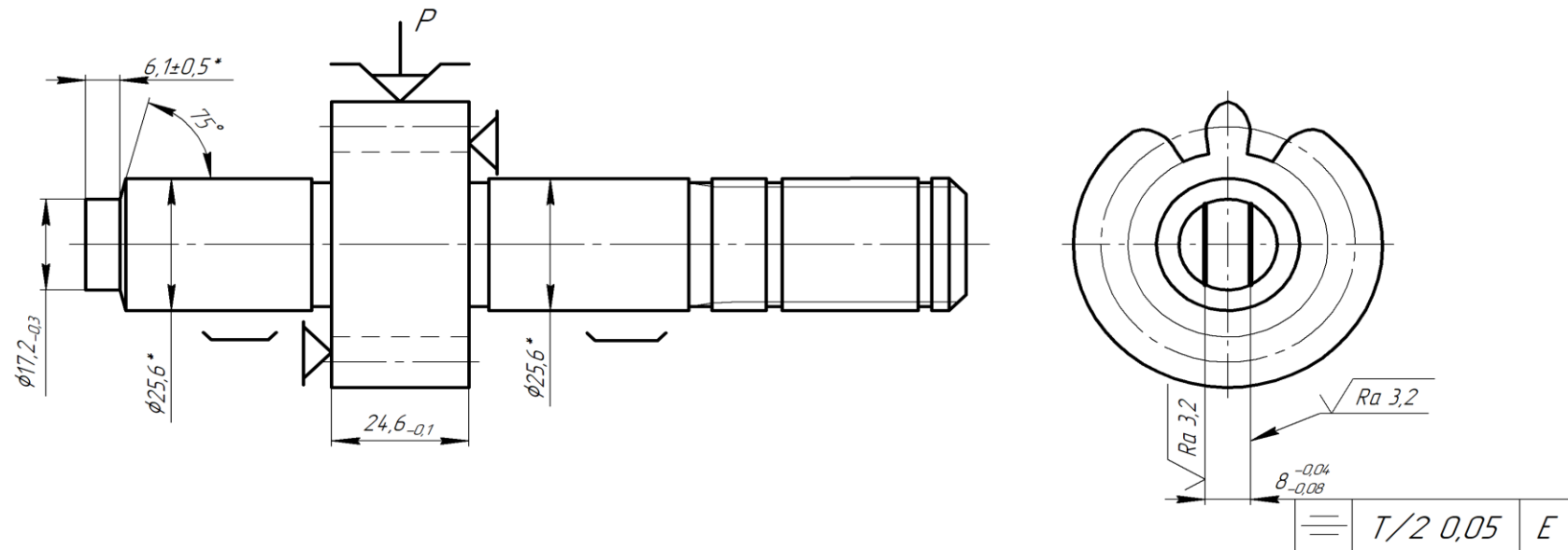
НШ 32М-16-3Л

Розробив	Набойщikov O.I.		
Перевірів	Апаракин A.P.		
Н.контр.			

НШ 32М-16-01-00-01

Шестерня ведуча

КРБ - - 085



KE

Карта ескізів

форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

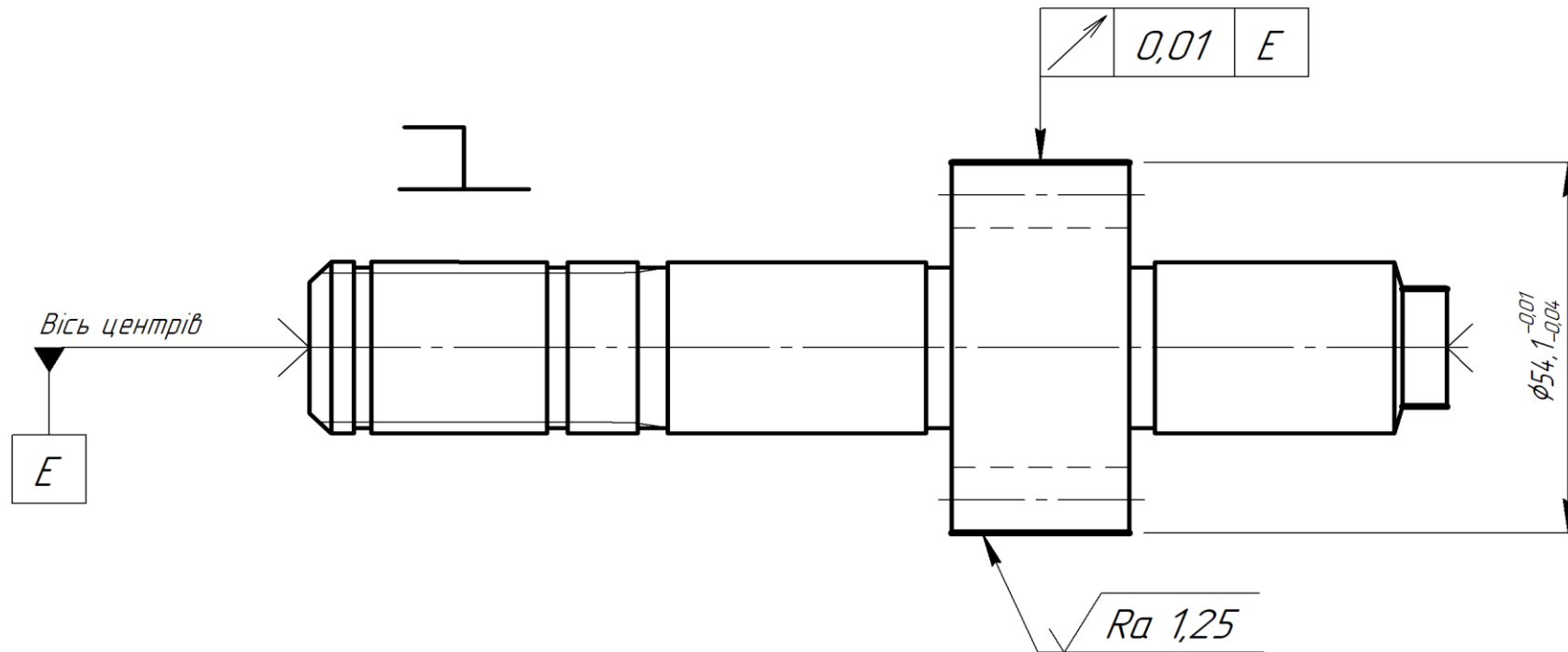
НШ 32М-16-3Л

Розробив	Набойщиков О.І.		
Перевірив	Апаракін А.Р.		
Н.контр.			

НШ 32М-16-01-00-01

Шестерня ведуча

КРБ - - 125



KE

Карта ескізів

форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

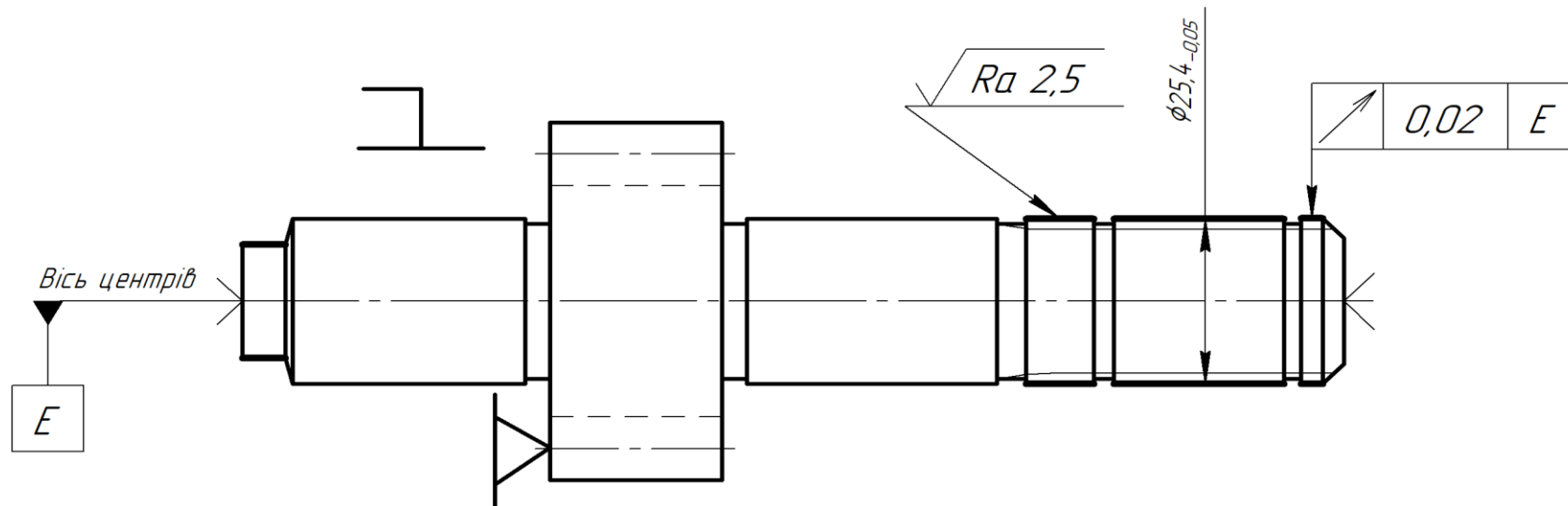
НШ 32М-16-3Л

Розробив	Набойщиков О.І.		
Перевірів	Апаракін А.Р.		
Н.контр.			

НШ 32М-16-01-00-01

Шестерня ведуча

КРБ - - 130



KE

Карта ескізів

форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

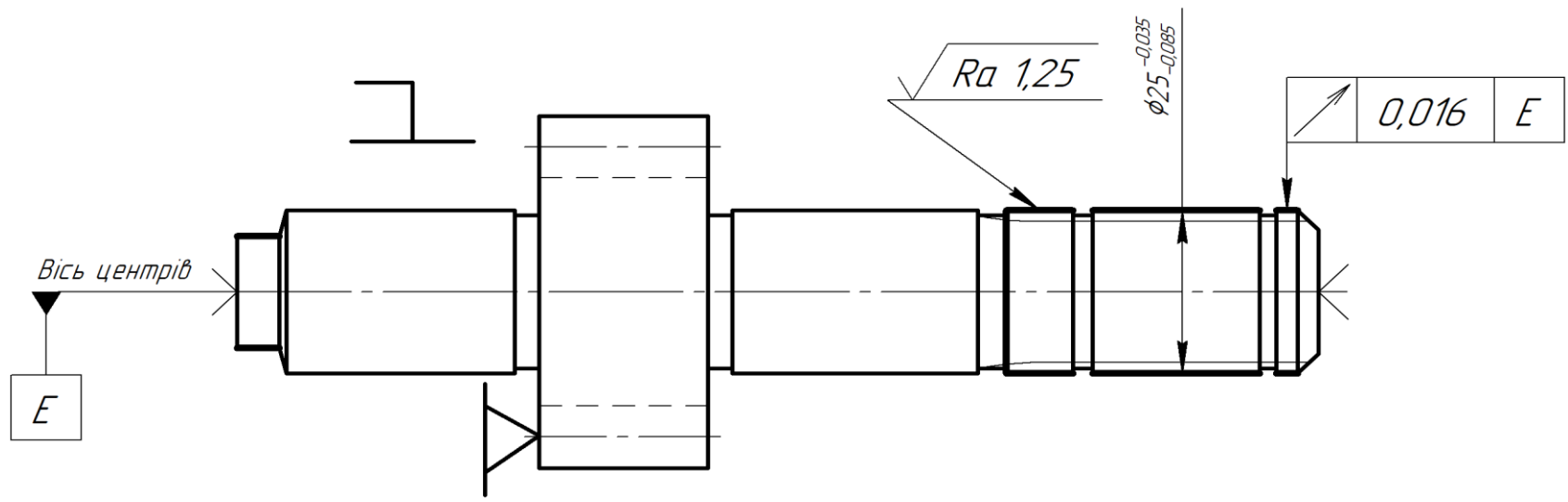
НШ 32М-16-3Л

Розробив	Набойщиков О.І.		
Перевірив	Апаракін А.Р.		
Н.контр.			

НШ 32М-16-01-00-01

Шестерня ведуча

КРБ - - 135



KE

Карта ескізів

форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

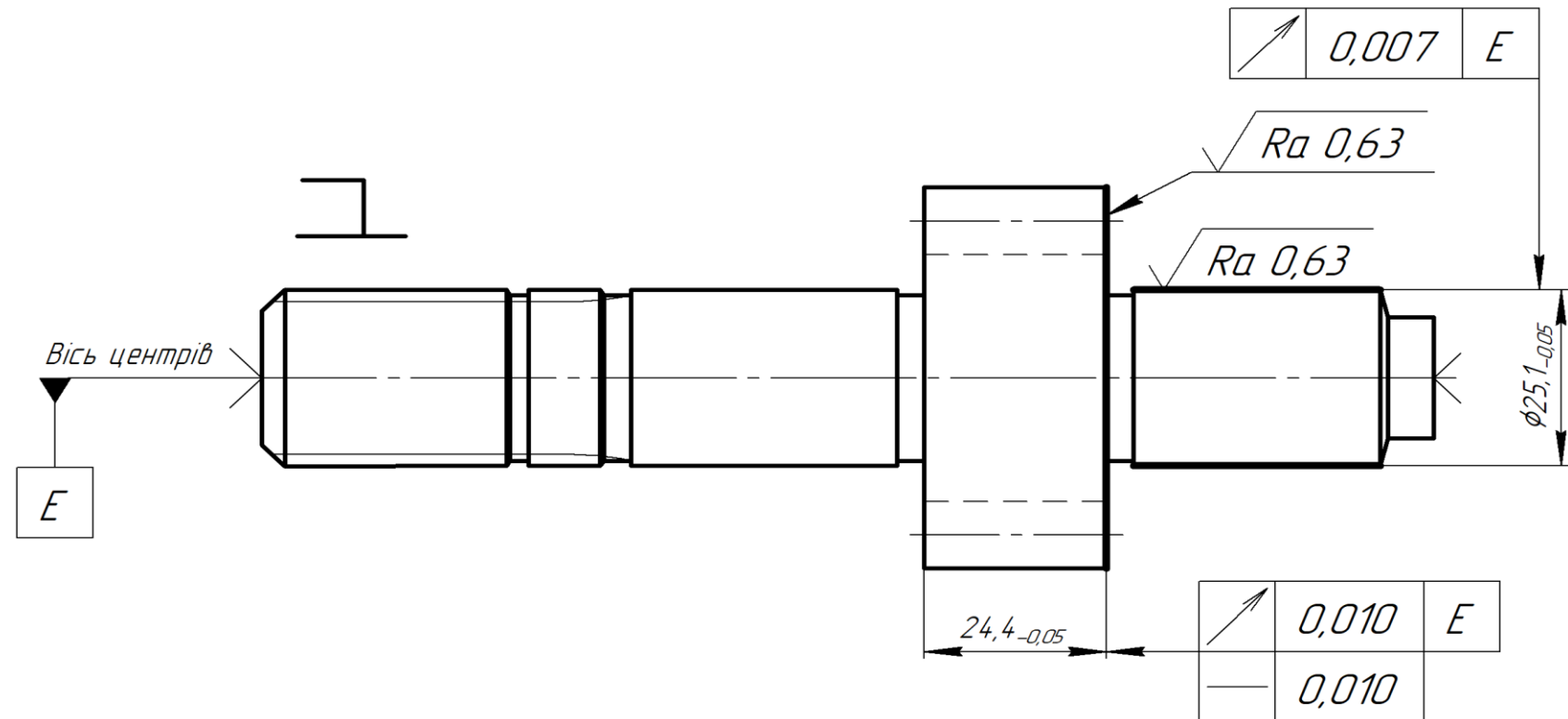
НШ 32М-16-3Л

Розробив	Набойщиков О.І.		
Перевірів	Апаракін А.Р.		
Н.контр.			

НШ 32М-16-01-00-01

Шестерня ведуча

КРБ - - 140



KE

Карта ескізів

форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

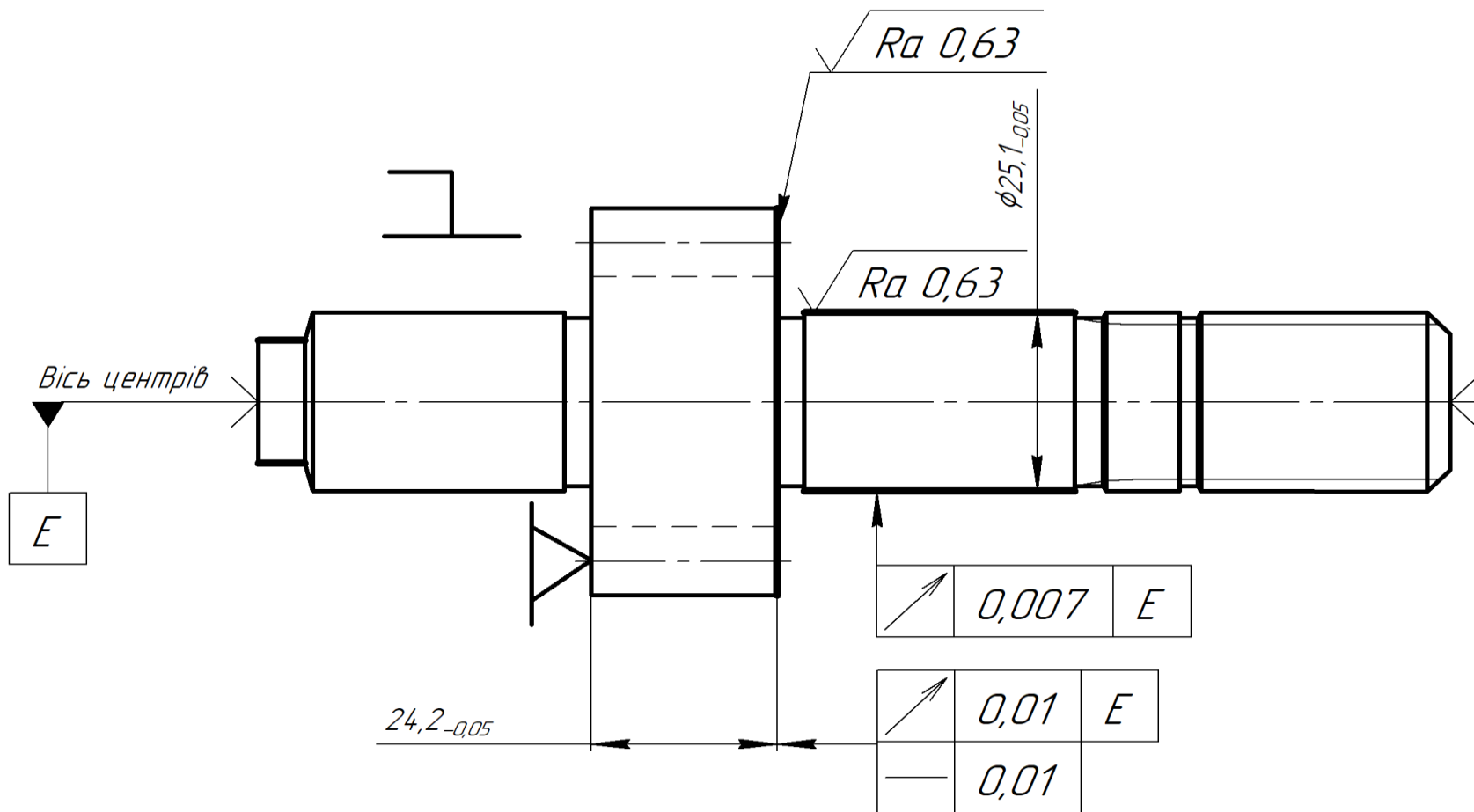
НШ 32М-16-3Л

Розробив	Набойщиков О.І.		
Перевірів	Апаракін А.Р.		
Н.контр.			

НШ 32М-16-01-00-01

Шестерня ведуча

КРБ - - 145



KE

Карта ескізів

форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

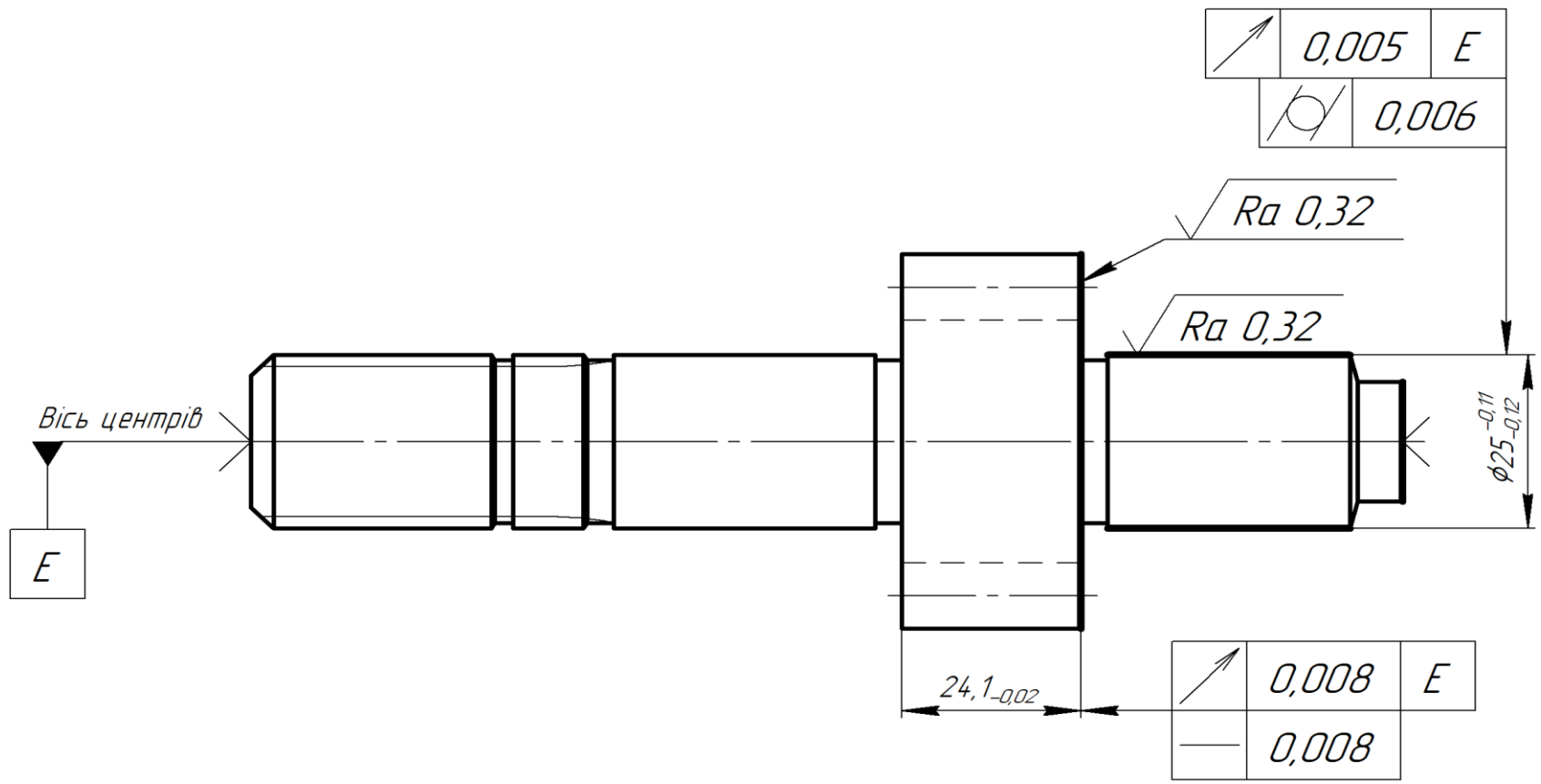
НШ 32М-16-3Л

Розробив	Набойщиков О.І.		
Перевірив	Апаракін А.Р.		
Н.контр.			

НШ 32М-16-01-00-01

Шестерня ведуча

КРБ - - 150



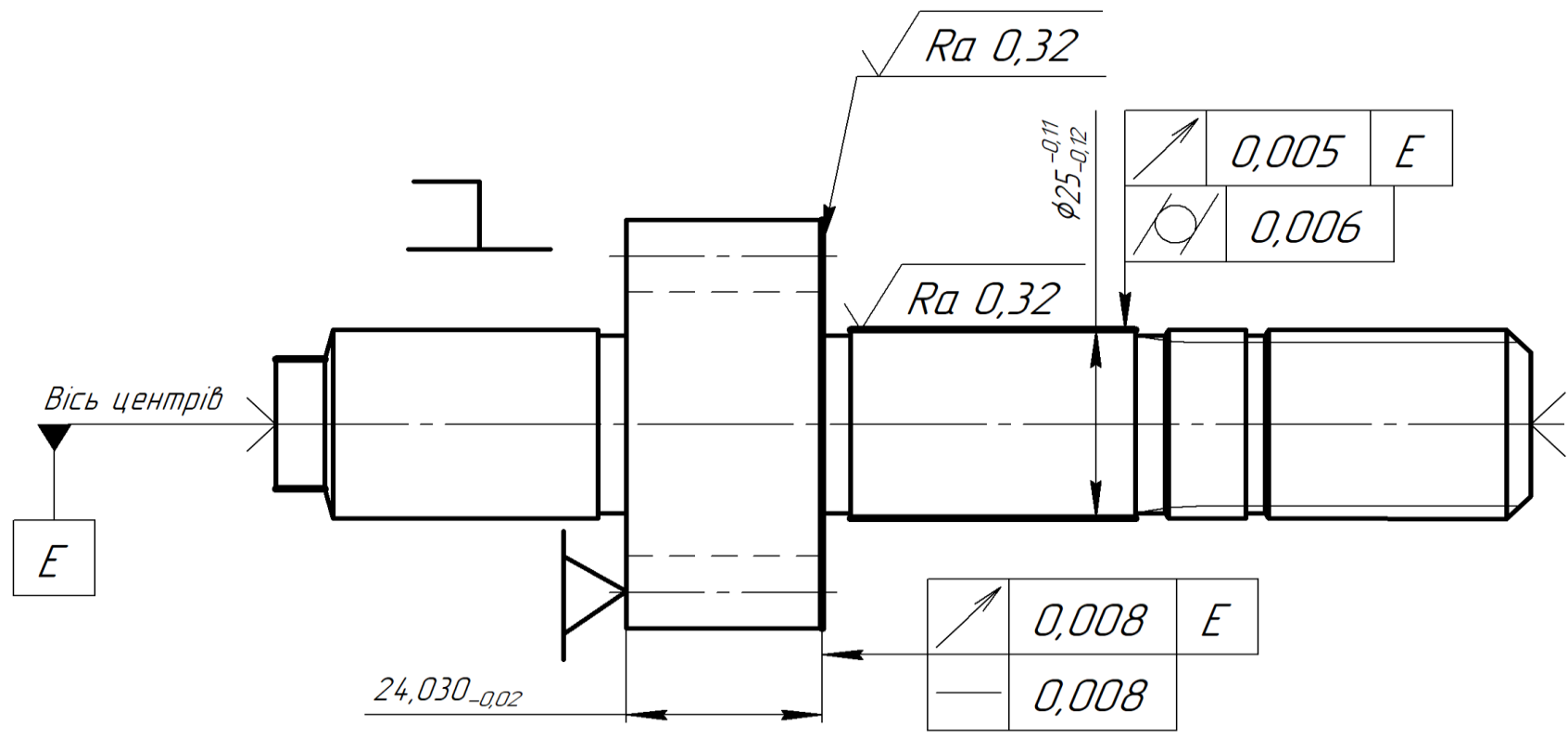
KE

Карта ескізів

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

НШ 32М-16-3Л

Розробив	Набойщikov О.І.									
Перевірів	Апаракін А.Р.					НШ 32М-16-01-00-01				
Н.контр.						Шестерня ведуча	КРБ	-	-	155



форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

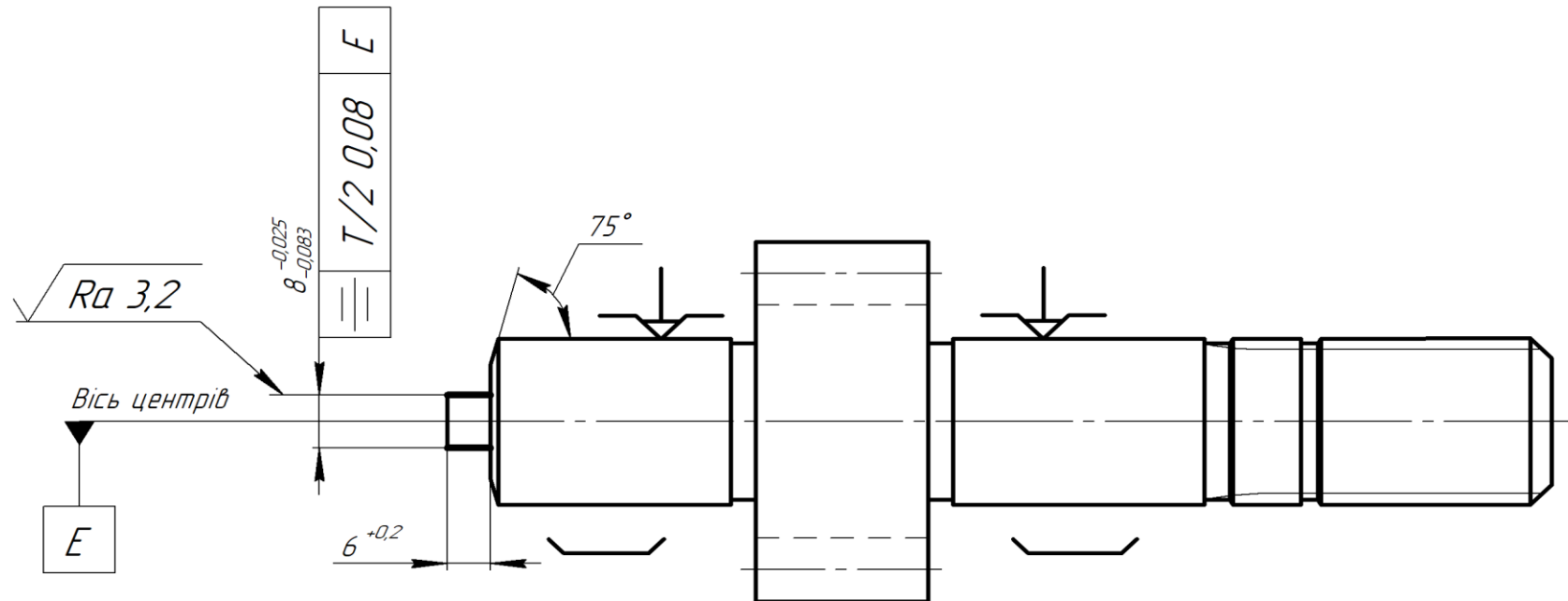
НШ 32М-16-3Л

Розробив	Набойщиков О.І.		
Перевірив	Апаракін А.Р.		
Н.контр.			

НШ 32М-16-01-00-01

Шестерня ведуча

КРБ - - 160



KE

Карта ескізів

форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

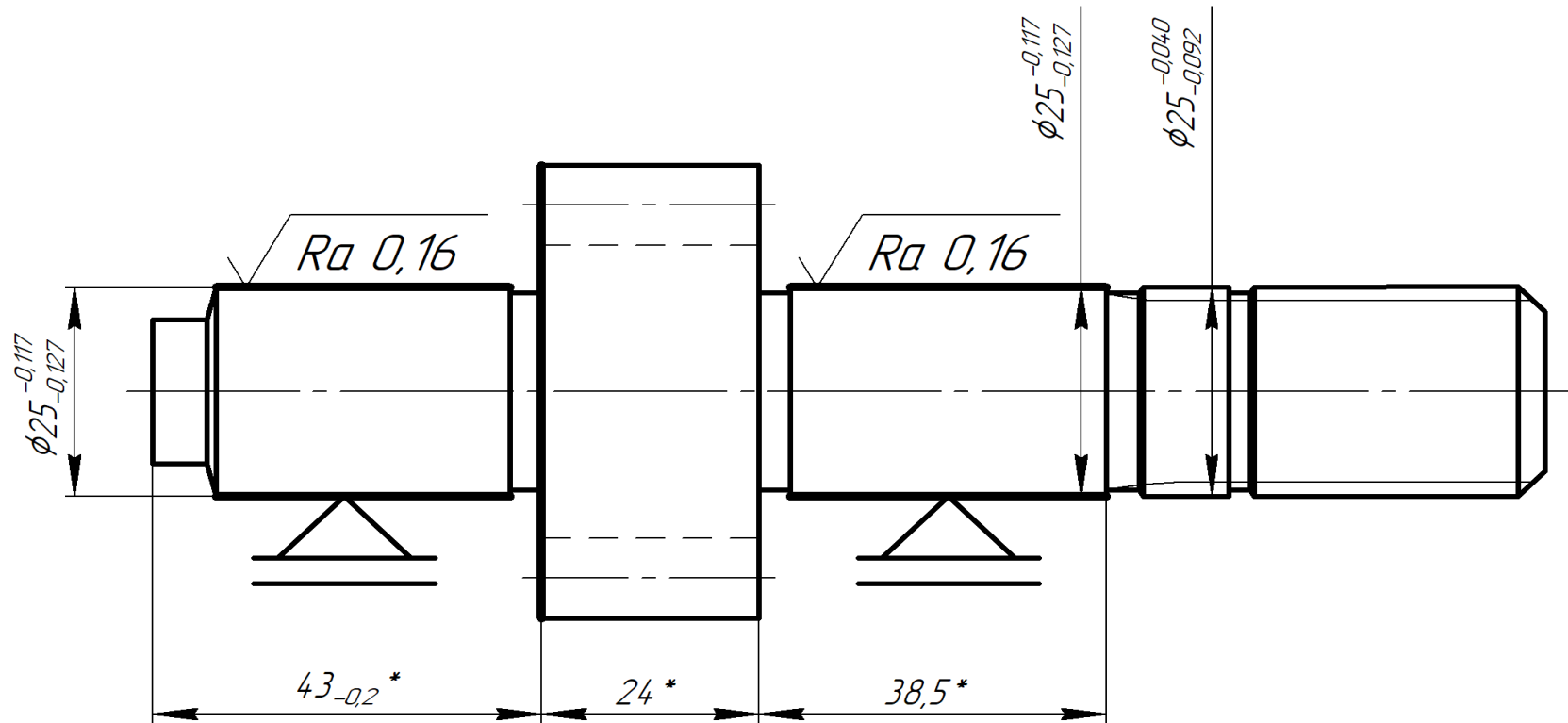
НШ 32М-16-3Л

Розробив	Набойщиков О.І.		
Перевірів	Апаракін А.Р.		
Н.контр.			

НШ 32М-16-01-00-01

Шестерня ведуча

КРБ - - 175



* Розміри для довідок

КЕ

Карта ескізів

форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

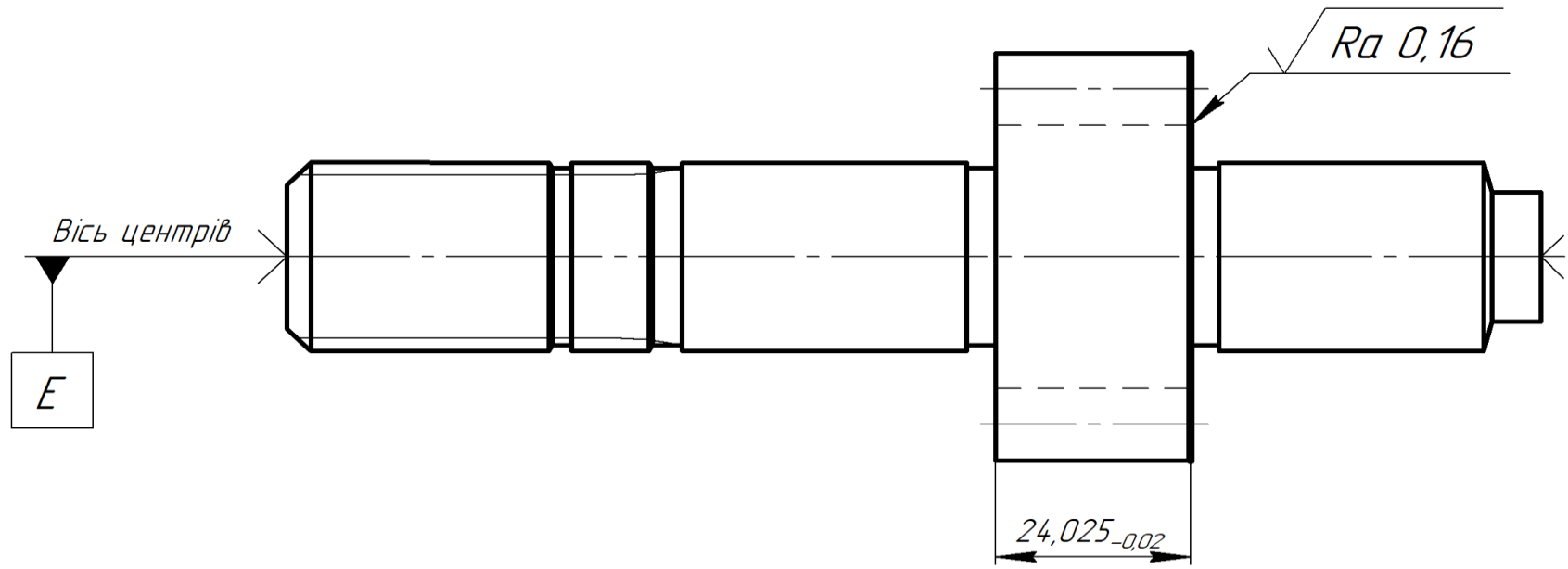
НШ 32М-16-3Л

Розробив	Набойщikov O.I.		
Перевірів	Апаракин A.P.		
Н.контр.			

НШ 32М-16-01-00-01

Шестерня ведуча

КРБ - - 180



KE

Карта ескізів

форма 7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

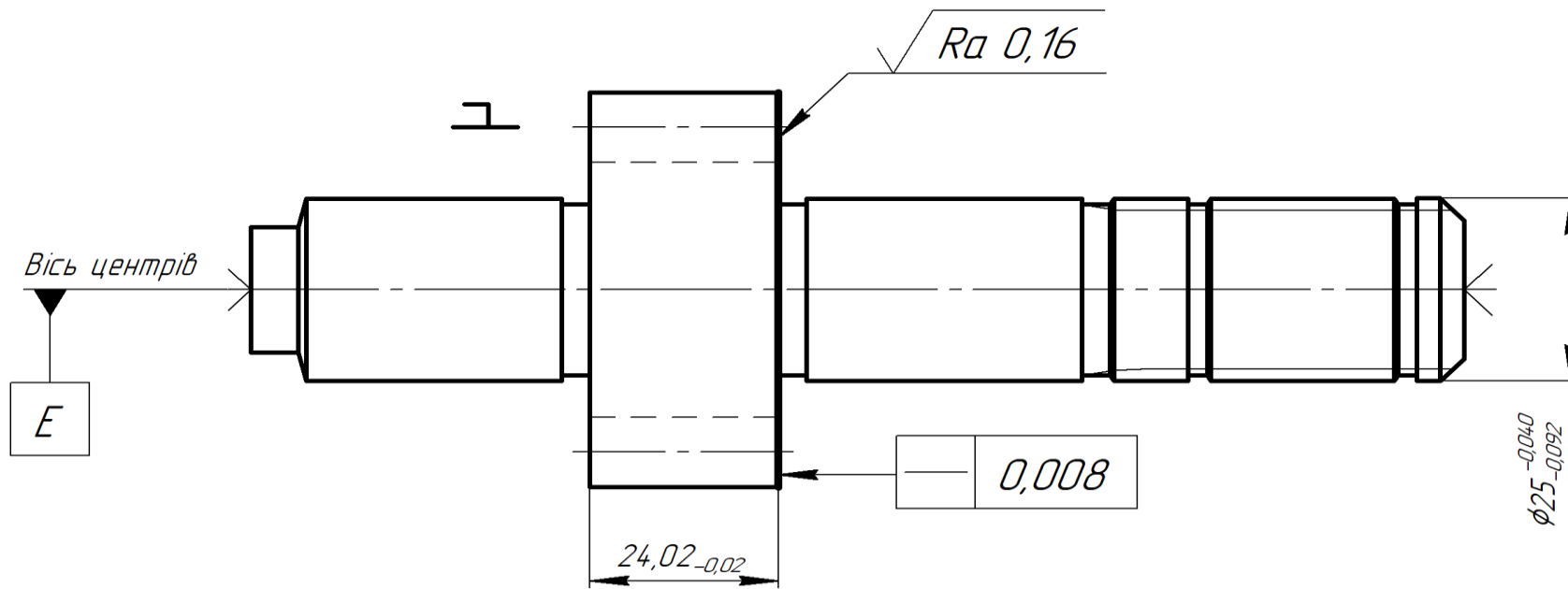
НШ 32М-16-3Л

Розробив	Набойщиков О.І.		
Перевірів	Апаракін А.Р.		
Н.контр.			

НШ 32М-16-01-00-01

Шестерня ведуча

КРБ - - 185



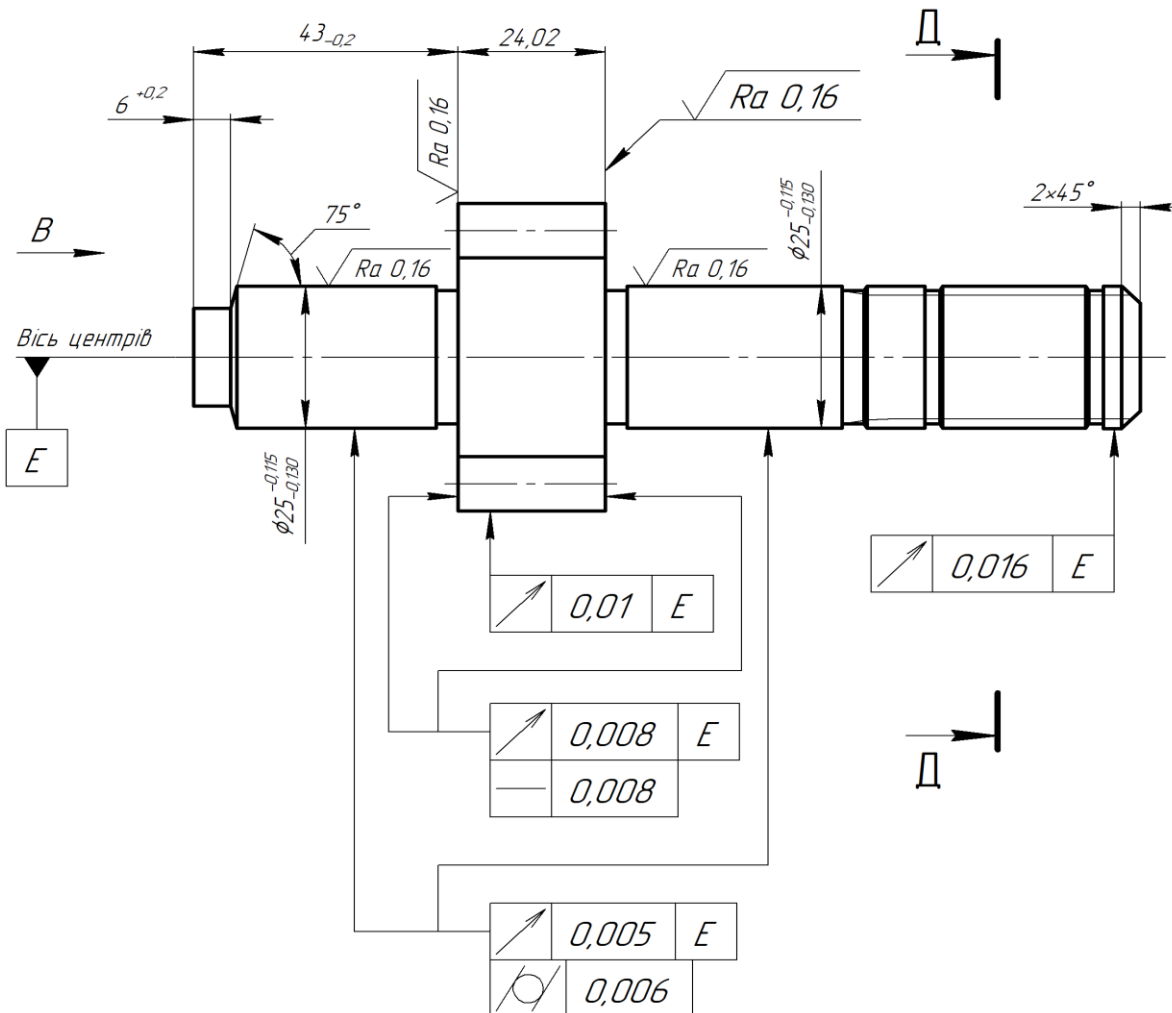
KE

Карта ескізів

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

НШ 32М-16-3Л

Розробив	Набойщиков О.І.									
Перевірив	Апаракін А.Р.					НШ 32М-16-01-00-01				
Н.контр.						Шестерня ведуча	КРБ	-	-	200



Модуль	<i>m</i>	4
Кількість зубів	<i>z</i>	11
Вихідний контур	-	ГОСТ 13755-81
Коефіцієнт зміщення	<i>x</i>	+0,135
Діаметр ділительного кола	<i>d</i>	44
Основний діаметр	<i>d_o</i>	41,346
Границі відхилення виміральної міжосьової відстані		
верхнє	$E_{a_s}^{//}$	+0,056
нижнє	$E_{a_s}^{//}$	-0,140
Допуск на коливання виміральної міжосьової відстані за одерт колеса на одному зубі	$F_i^{//}$ $f_i^{//}$	0,112 0,056