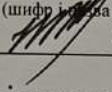


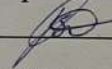
Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет машинобудування та транспорту
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))
Кафедра технологій та автоматизації машинобудування
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Бакалаврська дипломна робота на тему:
«ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗАГОТОВКИ
ДЕТАЛІ ТИПУ «ВАЛ 01.11»

Виконав: студент 4 курсу, групи 1ПМ-206
спеціальності 131 – Прикладна механіка
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

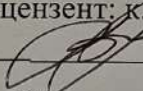
 Олександр ЧЕРНИШ
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц., доцент каф. ТАМ

 Віктор САВУЛЯК
(прізвище та ініціали)

« 06 » 06 2024 р.

Рецензент: к.т.н., доц. каф. АТМ

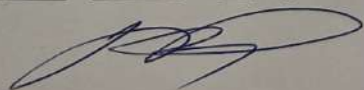
 Кашканов В.А.
(прізвище та ініціали)

« 12 » 06 2024 р.

Допущено до захисту

Зав. кафедри _____

« 07 » 06 2024 р.



Вінниця ВНТУ - 2024 рік

Вінницький національний технічний університет
 Факультет машинобудування та транспорту
 Кафедра технологій та автоматизації машинобудування
 Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
 Галузь знань – 13 Механічна інженерія
 Спеціальність – 131 – «Прикладна механіка»
 Освітньо - професійна програма – Комп'ютеризовані технології та механотронні системи в машинобудуванні

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

д.т.н., професор Козлов Л.Г.

« 11 » 03 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Чернишу Олександру Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологічний процес механічної обробки деталі типу «Вал 01.11»

Керівник роботи Савуляк Віктор Валерійович, к.т.н., доцент,

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від « 11 » 03 2024 року №80

2. Термін подання студентом роботи 12.06.24р.

3. Вихідні дані до роботи Креслення деталі: Вал 01.11

Матеріал: Сталь 40Х ГОСТ 2590-88. Програма випуску: 16000 шт.

4. Зміст текстової частини

вступ, анотації, визначення типу виробництва і форми організації роботи;

аналіз конструкції і технологічності деталі;

вибір способу виготовлення заготовки;

розробка маршруту механічної обробки;

розрахунок елементів ділянки механічної обробки;

охорона праці; список використаних джерел

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

робоче креслення деталі;

робоче креслення заготовки;

маршрут механічної обробки деталі;

розмірний аналіз технологічного процесу;

карта налагоджень

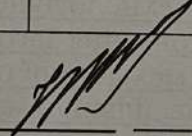
6. Консультанти розділів роботи

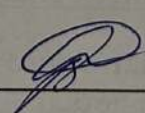
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
Спеціальна частина	Віктор САВУЛЯК, доцент кафедри ТАМ	 11.03.24р	 06.06.24р
Охорона праці	Інна ВІШТАК, доцент кафедри БЖД ПБ	 27.05.24р	 06.06.24р

7. Дата видачі завдання « 11 » 03 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва та зміст етапу	Термін виконання		Пр
		початок	закінчення	
	Формування та затвердження теми бакалаврської дипломної роботи (БДР)	11.03.24р	20.03.24р	
	Виконання спеціальної частини БДР. Перший рубіжний контроль виконання БДР	23.04.24р	26.04.24р	
	Виконання спеціальної частини БДР. Другий рубіжний контроль виконання БДР	27.05.24р	29.05.24р	
	Виконання розділу «Охорона праці»	27.05.24р	06.06.24р	
	Перевірка на антиплагіат	06.06.24р	07.06.24р	
	Нормоконтроль БДР	06.06.24р	07.06.24р	
	Попередній захист БДР	10.06.24р	11.06.24р	
	Рецензування БДР	11.06.24р	12.06.24р	
	Захист БДР	18.06.24р.	21.06.24р.	

Студент  Олександр ЧЕРНИШ

Керівник роботи  Віктор САВУЛЯК

Анотація

Бакалаврська дипломна робота складається з 79 сторінок формату А4, на яких є 11 рисунків, 26 таблиць, список використаних джерел містить 15 найменувань.

Метою даною бакалаврської кваліфікаційної роботи є проектування технологічного процесу механічної обробки деталі типу «Вал 01.11».

В роботі представлений аналіз технологічності конструкції деталі, вибраний метод отримання заготовки з урахуванням техніко-економічного порівняння варіантів, проведені розрахунки припусків на обробку, спроектований технологічний процес, виконано розмірний аналіз технологічного процесу.

У графічній частині представлено робоче креслення деталі, заготовки, графічне зображення маршруту механічної обробки деталі та схеми з таблицями, що пояснюють розмірний аналіз технологічного процесу.

У розділі охорони праці опрацьовано такі питання, як причини виникнення, дія на організм людини та нормування шкідливих та небезпечних виробничих факторів у виробничому приміщенні, наведені рекомендації щодо поліпшення умов праці, а також розглянуто норми пожежної безпеки.

Ключові слова: вал, маршрут механічної обробки, штампування КГШП, розмірний аналіз, приведена програма.

Abstract

The bachelor's thesis consists of 79 A4 pages, which have 11 figures, 26 tables, the list of sources used contains 15 items.

The purpose of the work is designing of the technological process of mechanical machining of a part «Shaft 01.11».

The paper presents an analysis of the manufacturability of the design of the part, the selected method of obtaining the workpiece taking into account the technical and economic comparison of options, calculations of processing allowances, designed process, performed dimensional analysis of the process.

The graphic part presents a working drawing of the part, the workpiece, a graphical representation of the route of machining of the part and a diagram with tables explaining the dimensional analysis of the technological process.

In the chapter of labour protection such questions are processed as the reasons of occurrence, influence on a human organism and rationing of harmful and dangerous production factors in a production facility; a map of working conditions; recommendations on improvement of working conditions, and also the norms of fire safety are considered.

Keywords: shaft, machining route, die casting, dimensional analysis, program of production.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА І ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ	10
1.1 Визначення типу виробництва.....	10
1.2 Визначення форми виробництва.....	14
2 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ І ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ДЕТАЛІ	16
2.1 Якісний аналіз технологічності деталі.....	16
2.2 Кількісний аналіз технологічності деталі.....	17
3 ВИБІР СПОСОБУ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ	21
3.1 Якісний аналіз способів отримання заготовки.....	21
3.2 Кількісний аналіз способів отримання заготовки.....	22
4 РОЗРОБКА МАРШРУТУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ	28
4.1 Аналітичний огляд існуючих технологічних процесів обробки деталі типу «Вал».....	28
4.2 Вибір методів, послідовності та числа переходів для обробки окремих поверхонь.....	30
4.3 Вибір чистових і чорнових технологічних баз	32
4.4 Проектування маршруту механічної обробки.....	33
4.5 Аналіз техніко-економічних показників варіантів технологічних процесів по мінімуму приведених витрат.....	34
4.6 Розмірний аналіз технологічного процесу	46
4.7 Розрахунок припусків та міжопераційних розмірів	51
4.8 Визначення режимів різання	53
4.9 Розрахунок технічних норм часу.....	57
5 РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ ДІЛЬНИЦІ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ	61
5.1 Розрахунок проведеної програми	61
5.2 Визначення кількості верстатів	64
5.3 Розрахунок кількості робітників на дільниці	67

6	ОХОРОНА ПРАЦІ.....	70
6.1	Аналіз умов праці.....	70
6.2	Техніка безпеки.....	70
6.3	Виробнича санітарія.....	72
6.4	Пожежна безпека.....	73
6.5	Розрахунок загальної вентиляції.....	74
	ВИСНОВКИ.....	76
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	77
	ДОДАТКИ	78
	ДОДАТОК А (обов'язковий). Графічна частина.....	79

ВСТУП

Актуальність теми. Проектування технологічних процесів механічної обробки деталей машин – один із самих відповідальних етапів, що пов'язаний з виробництвом виробів в машинобудівній промисловості. В розвитку технології механічної обробки за останні роки проходять принципові зміни. Інтенсифікація технологічних процесів на основі застосування різальних інструментів із нових інструментальних матеріалів, розширення області застосування верстатів з ЧПК, створення роботизованих верстатних комплексів з мікропроцесорним керуванням дозволяє підвищити розмірну та геометричну точність обробки, скоротити витрати часу та знизити собівартість продукції машинобудування.

Побудований з використанням прогресивних підходів та рішень, технологічний процес забезпечує можливість одержання якісної продукції, високої продуктивності праці та низької собівартості виробів. Використання засобів автоматизації дозволяє полегшити працю робітників, зробити її більш ефективною.

Мета і завдання роботи. Метою бакалаврської роботи є проектування технологічного процесу механічної обробки деталі типу “Гільза».

Для досягнення поставленої мети повинні бути вирішені наступні задачі:

- встановити тип виробництва та форму організації роботи;
- на основі робочого креслення деталі виконати якісний та кількісний аналіз технологічності конструкції деталі;
- вибрати метод та оптимальний спосіб виготовлення заготовки, виконавши відповідне техніко-економічне обґрунтування;
- вибрати методи обробки поверхонь деталі;
- обґрунтувати вибір чистових та чорнових технологічних баз;
- спроектувати маршрут механічної обробки деталі;
- провести розмірний аналіз технологічного процесу механічної обробки деталі;
- розрахувати аналітичним способом припуски на вказану поверхню;

- розрахувати режими різання;
- виконати нормування операцій технологічного процесу;
- встановити приведену програму виробів;
- розрахувати кількість обладнання та працюючих, що необхідні для забезпечення механічної обробки деталі.

1 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА І ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ

1.1 Визначення типу виробництва

Тип виробництва згідно ГОСТ 3.1121-84 визначається за коефіцієнтом закріплення операцій:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O_i}{\sum P_i}; \quad (1.1)$$

де $\sum O_i$ – кількість операцій, які виконуються на дільниці;

$\sum P_i$ – кількість робочих місць на дільниці.

Прийняті такі коефіцієнти закріплення операцій:

$K_{з.о.} \leq 1$ – масове виробництво;

$1 < K_{з.о.} \leq 10$ – великосерійне виробництво;

$10 < K_{з.о.} \leq 20$ – 10в.10 середньосерійне виробництво;

$20 < K_{з.о.} \leq 40$ – дрібносерійне виробництво;

$40 < K_{з.о.}$ – одиничне виробництво.

Вихідними даними для визначення $K_{з.о.}$, а значить і типу виробництва, є робоче креслення і річна програма випуску деталей.

Розрахунок основного та штучно-калькуляційного часу на призначені переходи здійснюють за формулами наближеного нормування, наприклад:

$$T_{осн} = 0,17dl \cdot 10^{-3}, [\text{хв.}]; \quad (1.2)$$

$$T_{шт-к} = T_{осн} \cdot \phi_k, [\text{хв.}]; \quad (1.3)$$

де d, l – діаметр, довжина оброблюваної поверхні, мм;

ϕ_k – коефіцієнт, що залежить від типу виробництва та типу верстатів, що використовуються для обробки даної партії деталей.

Для переходів механічної обробки наближено розрахуємо основний час механічної обробки $T_{осн}$:

$$\begin{aligned}
 T_{осн1} &= 0,17 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,17 \cdot 50 \cdot 41 \cdot 10^{-3} = 0,3485(\text{хв}); \\
 T_{осн2} &= 0,18 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,18 \cdot 50 \cdot 41 \cdot 10^{-3} = 0,369(\text{хв}); \\
 T_{осн3} &= 0,2 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,2 \cdot 50 \cdot 41 \cdot 10^{-3} = 0,410(\text{хв}); \\
 T_{осн4} &= 0,2 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,2 \cdot 50 \cdot 41 \cdot 10^{-3} = 0,410(\text{хв}); \\
 T_{осн5} &= 0,15 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,15 \cdot 50 \cdot 41 \cdot 10^{-3} = 0,308(\text{хв}); \\
 T_{осн6} &= 0,17 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,17 \cdot 40 \cdot 43 \cdot 10^{-3} = 0,292(\text{хв}); \\
 T_{осн7} &= 0,18 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,18 \cdot 40 \cdot 43 \cdot 10^{-3} = 0,310(\text{хв}); \\
 T_{осн8} &= 0,2 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,2 \cdot 40 \cdot 43 \cdot 10^{-3} = 0,344(\text{хв}); \\
 T_{осн9} &= 0,19 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,19 \cdot 40 \cdot 43 \cdot 10^{-3} = 0,327(\text{хв});
 \end{aligned}$$

Розрахуємо штучно-калькуляційний час $T_{шт-к}$:

$$\begin{aligned}
 T_{шк1} &= T_{осн1} \cdot \varphi = 0,349 \cdot 2,14 = 0,747(\text{хв}); \\
 T_{шк2} &= T_{осн2} \cdot \varphi = 0,369 \cdot 2,14 = 0,790(\text{хв}); \\
 T_{шк3} &= T_{осн3} \cdot \varphi = 0,410 \cdot 2,14 = 0,877(\text{хв}); \\
 T_{шк4} &= T_{осн4} \cdot \varphi = 0,41 \cdot 2,14 = 0,877(\text{хв}); \\
 T_{шк5} &= T_{осн5} \cdot \varphi = 0,308 \cdot 2,1 = 0,647(\text{хв}); \\
 T_{шк6} &= T_{осн6} \cdot \varphi = 0,292 \cdot 2,14 = 0,625(\text{хв}); \\
 T_{шк7} &= T_{осн7} \cdot \varphi = 0,310 \cdot 2,14 = 0,663(\text{хв}); \\
 T_{шк8} &= T_{осн8} \cdot \varphi = 0,344 \cdot 2,14 = 0,736(\text{хв}); \\
 T_{шк9} &= T_{осн9} \cdot \varphi = 0,327 \cdot 2,14 = 0,70(\text{хв}).
 \end{aligned}$$

Для кожного переходу механічної обробки необхідна кількість верстатів може бути визначена за виразом:

$$C_{pi} = \frac{N \cdot T_{шт.к.}}{60 F_{\partial} \cdot \eta_{з.н.}} [\text{шт}]; \quad (1.4)$$

де $N = 16000$ шт. – річна програма випуску деталі «Вал 01.11» ;

$T_{\text{шт.к.}}$ – штучно-калькуляційний час, 12в.;

F_d – дійсний фонд роботи обладнання ($F_d = 3890$ год.);

$\eta_{\text{з.н.}}$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання (за умов серійного виробництва $\eta_{\text{з.н.}} = 0,75 \dots 0,85$).

$$C_{p1} = \frac{16000 \cdot 0,747}{60 \cdot 3890 \cdot 0,75} = 0,068;$$

$$C_{p2} = \frac{16000 \cdot 0,79}{60 \cdot 3890 \cdot 0,75} = 0,072;$$

$$C_{p3} = \frac{16000 \cdot 0,877}{60 \cdot 3890 \cdot 0,75} = 0,08;$$

$$C_{p4} = \frac{16000 \cdot 0,877}{60 \cdot 3890 \cdot 0,75} = 0,08;$$

$$C_{p5} = \frac{16000 \cdot 0,647}{60 \cdot 3890 \cdot 0,75} = 0,0592;$$

$$C_{p6} = \frac{16000 \cdot 0,625}{60 \cdot 3890 \cdot 0,75} = 0,0576;$$

$$C_{p7} = \frac{16000 \cdot 0,663}{60 \cdot 3890 \cdot 0,75} = 0,0608;$$

$$C_{p8} = \frac{16000 \cdot 0,736}{60 \cdot 3890 \cdot 0,75} = 0,0672;$$

$$C_{p9} = \frac{16000 \cdot 0,70}{60 \cdot 3890 \cdot 0,75} = 0,064;$$

Одержану розрахункову кількість верстатів заокруглюємо до найближчого більшого числа і отримуємо прийняту кількість верстатів P – для усіх переходів приймаємо кількість верстатів рівною 1.

Визначаємо фактичний коефіцієнт завантаження обладнання:

$$\eta_{\text{з.ф.}} = \frac{C_p}{P}; \quad (1.5)$$

$$\eta_{3.\phi.1} = \frac{C_{p1}}{P_1} = \frac{0,068}{1} = 0,068;$$

$$\eta_{3.\phi.2} = \frac{C_{p1}}{P_1} = \frac{0,072}{1} = 0,072;$$

$$\eta_{3.\phi.3} = \frac{C_{p1}}{P_1} = \frac{0,08}{1} = 0,08;$$

$$\eta_{3.\phi.4} = \frac{C_{p1}}{P_1} = \frac{0,08}{1} = 0,08;$$

$$\eta_{3.\phi.5} = \frac{C_{p1}}{P_1} = \frac{0,0592}{1} = 0,0592;$$

$$\eta_{3.\phi.6} = \frac{C_{p1}}{P_1} = \frac{0,0576}{1} = 0,0576;$$

$$\eta_{3.\phi.7} = \frac{C_{p1}}{P_1} = \frac{0,0608}{1} = 0,0608;$$

$$\eta_{3.\phi.8} = \frac{C_{p1}}{P_1} = \frac{0,0672}{1} = 0,0672;$$

$$\eta_{3.\phi.9} = \frac{C_{p1}}{P_1} = \frac{0,064}{1} = 0,064;$$

Визначаємо кількість операцій, які виконуються на i -му місці:

$$O = \frac{\eta_{3.H}}{\eta_{3.\phi}} \quad (1.6)$$

$$O_1 = \frac{\eta_{3.H}}{\eta_{3.\phi_1}} = \frac{0,75}{0,068} = 11,03 \approx 11;$$

$$O_2 = \frac{\eta_{3.H}}{\eta_{3.\phi_2}} = \frac{0,75}{0,072} = 10,42 \approx 11;$$

$$O_3 = \frac{\eta_{3.H}}{\eta_{3.\phi_3}} = \frac{0,75}{0,08} = 9,38 \approx 10;$$

$$O_4 = \frac{\eta_{3.H}}{\eta_{3.\phi_4}} = \frac{0,75}{0,08} = 9,38 \approx 10;$$

$$O_5 = \frac{\eta_{3.H}}{\eta_{3.\phi_5}} = \frac{0,75}{0,0592} = 12,67 \approx 13;$$

$$O_6 = \frac{\eta_{3.H}}{\eta_{3.\phi_6}} = \frac{0,75}{0,0576} = 13,02 \approx 13;$$

$$O_7 = \frac{\eta_{3.H}}{\eta_{3.\phi_7}} = \frac{0,75}{0,0608} = 12,36 \approx 13;$$

$$O_8 = \frac{\eta_{3.H}}{\eta_{3.\phi_8}} = \frac{0,75}{0,0672} = 11,16 \approx 12;$$

$$O_9 = \frac{\eta_{3.H}}{\eta_{3.\phi_9}} = \frac{0,75}{0,064} = 11,72 \approx 12;$$

$$K_{3.o.} = \frac{11+11+10+10+13+13+13+12+12}{9} = \frac{105}{9} = 11,67 \approx 12;$$

$$10 \leq K_{3.o} \leq 20$$

Отже, виробництво серійне.

1.2 Визначення форми виробництва

Заданий добовий випуск виробів:

$$N_d = \frac{N}{254} = \frac{16000}{254} = 62,99 \approx 63(\text{шт}).$$

Добова продуктивність потокової лінії:

$$Q = \frac{F_d}{T_{\text{шт}} - \kappa_{\text{сер}}} = \frac{952}{0,74} = 1286,5 \approx 1287(\text{шт}).$$

Оскільки потрібний добовий випуск виробів менший добової продуктивності потокової лінії, то, відповідно, обираємо групову форму організації роботи.

Кількість деталей в партії для одночасного запуску допускається визначати спрощеним способом за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{16000 \cdot 6}{254} = 378 \text{ (шт.)}.$$

Розрахункове число змін на обробку всієї партії деталей на основних робочих місцях визначається за формулою:

$$c = \frac{T_{\text{шт-к.ср}} \cdot n}{476 \cdot 0,75} = \frac{0,74 \cdot 378}{476 \cdot 0,75} = 0,78.$$

Визначаємо кількість деталей у партії, які необхідні для завантаження обладнання на основних операціях протягом цілого числа змін:

$$n_{np} = \frac{476 \cdot 0,75 \cdot c_{np}}{T_{\text{шт-к.ср}}} = \frac{476 \cdot 0,75 \cdot 1}{0,74} = 483 \text{ (шт.)}.$$

Приймаємо кількість деталей у партії 483 шт.

2 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ І ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ДЕТАЛІ

2.1 Якісний аналіз технологічності деталі

Деталь «Вал 01.11» виготовляється з легованої сталі Сталь 40Х і використовується для передачі крутного моменту і сприйняття навантажень. Дана деталь містить ряд точних поверхонь, зокрема поверхні $\varnothing 45h6$, $\varnothing 46n6$, $\varnothing 50n6$, $M40 \times 1.5-8g$. До точних поверхонь стоять вимоги перпендикулярності і циліндричності, для шпоночних пазів – вимоги паралельності і симетричності. Проте всі норми точності можуть бути отримані в результаті обробки з одного установа поверхонь та виконання принципу суміщення вимірювальної і технологічних баз.

Основні конструкторські бази – $\varnothing 45h6$.

Допоміжні конструкторські бази - це $\varnothing 50n6$, торець правий $\varnothing 62$, торець лівий $\varnothing 55$, $\varnothing 46n6$, шпонкові пази, $M40 \times 1.5-8g$.

Вільна поверхня – $\varnothing 62$, $\varnothing 55$, $\varnothing 40$ в результаті механічної обробки повинна мати точність 12 квалітету та шорсткість $R_a = 6,3$ мкм.

Суміщення технологічної і вимірюваної баз можливе.

На креслені деталі допустимі відхилення розмірів відповідають шорсткості (більш точні поверхні мають меншу шорсткість) їх можна забезпечити на верстатах підвищеної точності.

Більшість розмірів на кресленні можна виміряти безпосередньо вимірювальним приладом.

Специфічні вимоги забезпечуються завдяки обробці деталі за один установ або базуючи деталь в спеціальне пристосування.

Враховуючі тип виробництва – середньосерійне і матеріал заготовки (Сталь 40Х) вибираємо метод круглого прокату.

В даній деталі поверхні піддаються термообробці для забезпечення потрібної твердості. Для зменшення жолоблення не потрібно передбачати

конструктивні елементи, так як деталь є тілом обертання з достатніми діаметральними розмірами.

За своєю формою, конструкцією та технологічними ознаками дана деталь відноситься до класу типових деталей «Вал». Геометрична форма деталі не дуже складана – в основному, це невеликий перехід діаметральних поверхонь.

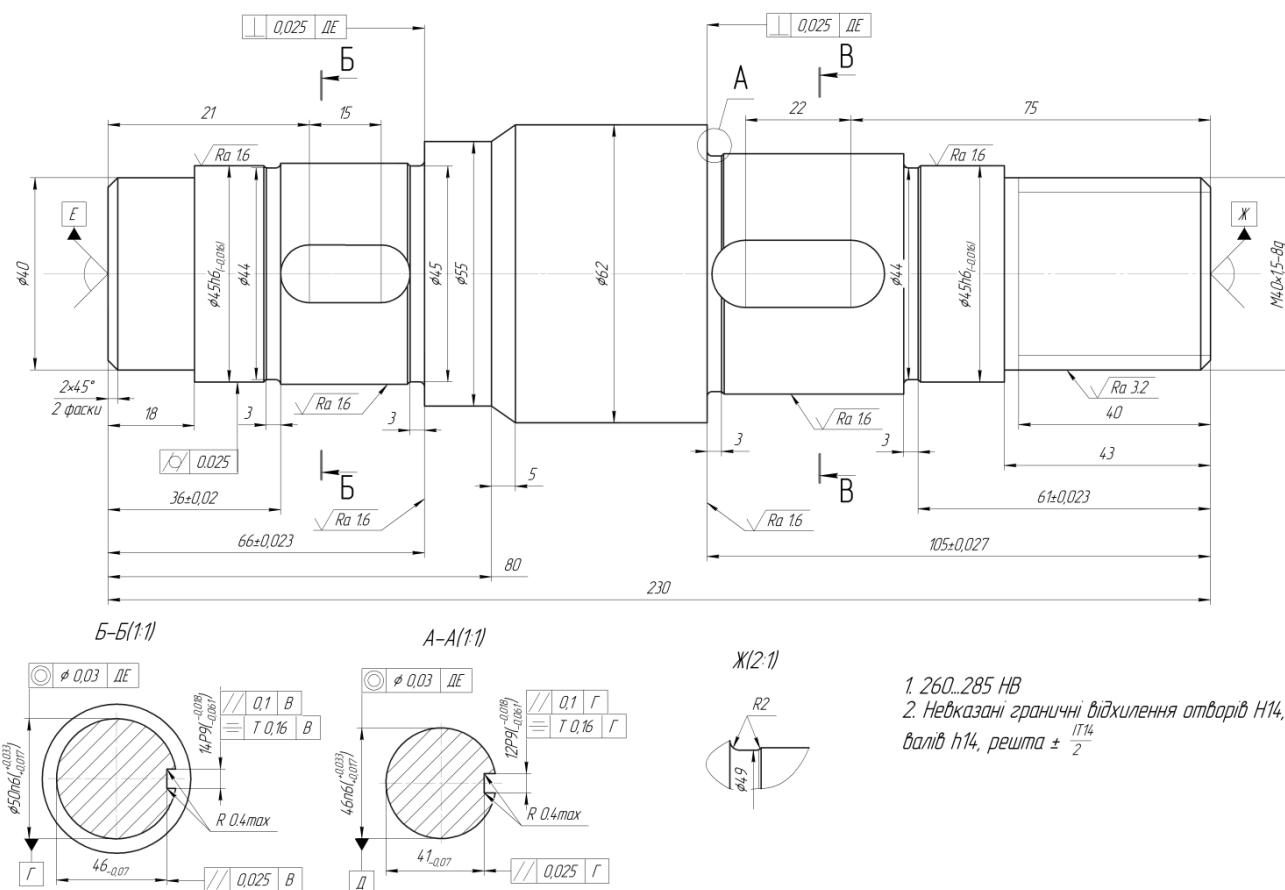


Рисунок 2.1 – Креслення деталі «Вал 01.11»

2.2 Кількісний аналіз технологічності деталі

Кількісний аналіз технологічності деталі проводиться за трьома показниками: коефіцієнтом уніфікації, коефіцієнтом точності та коефіцієнтом шорсткості. У випадку, коли всі три показники досягають необхідних значень деталь вважається технологічною.

Вихідні дані для визначення коефіцієнта уніфікації вказані в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Дані для розрахунку коефіцієнта уніфікації

Розміри						Шорсткість Ra, мкм	
Лінійні, мм		Діаметральні, мм		Різі, мм			
P _л	P _{л.у.}	P _д	P _{д.у.}	P _р	P _{р.у.}	Ш	Ш _у
230		62		M40		1,6(6пов.)	1,6
105	105	55	55			3,2(7пов.)	3,2
80	80	50	50			6,3(6пов.)	6,3
75	75	46					
66		45	45				
44,5		45	45				
43		40	40				
41		40	40				
40	40						
36	36						
22	22						
18	18						
18	18						
14	14						
12	12						
10	10						
5	5						
3	3						
3	3						
Σ19	Σ14	Σ8	Σ6	Σ1	Σ0	Σ19	Σ19
$K_y = \frac{\sum P_y}{\sum P} = \frac{14 + 6 + 19}{19 + 8 + 1 + 19} = \frac{39}{47} = 0,83 > 0,6$							

Отже, за показником уніфікації деталь є технологічною.

Коефіцієнт точності деталі розраховується за виразами (2.1) і (2.2).

$$K_T = 1 - \frac{1}{T_{cp}}; \quad (2.1)$$

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{n_i}; \quad (2.2)$$

де T_i – квалітет точності i -го розміру;

n_i – кількість розмірів з квалітетом T_i .

Таблиця 2.2 – Дані для розрахунку коефіцієнта точності обробки

Квалітет	Кількість поверхонь	Розрахунок
6 (Ø46n6, Ø50n6, Ø45h6, Ø45h6,)	4	6×4=24
8 (36,66,105,51,M40)	5	8×5=40
9 (14,12)	6	9×2=18
14(Ø40, Ø55, Ø62,18,2,3,80,5,40,43,230)	13	14×13=182
	Σ28	Σ264

$$T_{cp} = \frac{264}{28} = 9,43$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - 0,106 = 0,894 > 0,8.$$

Отже, за точністю обробки деталь є технологічною.

Коефіцієнт шорсткості розраховується за (2.3) і (2.4).

$$K_{Ш} = \frac{1}{Ш_{cp}}; \quad (2.3)$$

$$Ш_{cp} = \frac{\sum Ш_i \cdot n_i}{n_i}; \quad (2.4)$$

де $Ш_i$ – шорсткість i -ї поверхні;

n_i – кількість поверхонь з шорсткістю $Ш_i$.

Таблиця 2.3 – Дані для розрахунку коефіцієнта шорсткості

Шорскість R_a , мкм	Кількість поверхонь	Розрахунок
1,6 (Ø45, Ø45, Ø46, Ø50, 105, 66)	6	$1,6 \times 6 = 9,6$
3,2 (3, 12, 14, M40)	7	$3,2 \times 7 = 22,4$
6,3 (230, Ø40, 18, Ø55, Ø62,5)	15	$6,3 \times 15 = 94,5$
	$\Sigma 28$	$\Sigma 126,5$

$$III_{cp} = \frac{126,5}{28} = 4,52;$$

$$K_{III} = \frac{1}{III_{cp}} = \frac{1}{4,52} = 0,22 < 0,32.$$

Отже, за даним показником деталь є технологічною.

Таким чином, за показниками точності, шорсткості і уніфікованості деталь технологічна.

3 ВИБІР СПОСОБУ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

3.1 Якісний аналіз способів отримання заготовки

Орієнтуючись на робоче креслення деталі, масу та серійність виробництва встановлюємо метод одержання заготовки – штампування, кування, так як деталь виготовляється з матеріалу Сталь 40Х. Також методом одержання заготовки може бути прокат.

Можливі способи одержання поковки:

- штампування на кривошипних гарячоштампувальних пресах;
- кування на ГKM;
- штампування на гвинтових, гідравлічних пресах;
- прокат.

Таблиця 3.1 – Кількісний аналіз способів виготовлення заготовки

Спосіб виготовлення	Серійність	Матеріал поковок, штамповок	Маса заготовки	Припуски на сторону	Точність поковок, квалітет	Шорсткість поверхні
КГШП	С,М	Сталі, кольорові матеріали	0,5...100	1,5...3,25	13-17	160...20
ГKM	С,М	Сталі, кольорові матеріали	0,5...100	1,5...3,25	13-17	160...20
Гвинтові, гідравлічні преси	С,М	Сталі, кольорові матеріали	0,5...100	1,5...3,25	13-17	160...20
Прокат	С,М	Сталі, кольорові матеріали			12-14	160...20

Проаналізувавши різні способи отримання заготовок і врахувавши серійність виробництва деталі, її форму обираємо такі способи отримання поковки на горизонтально-кувальних машинах та прокат.

3.2. Розрахунок розмірів штампованої заготовки

Клас точності вибирається в залежності від обладнання і типу виробництва: для ГKM– T4-T5, приймаємо T4;

Група сталі призначається по заданому матеріалу деталі і легуючих елементів в її складі: ГKM – M2;

Ступінь складності призначається в залежності від співвідношення маси поковки, яка рахується попередньо, і маси найменшої простої геометричної фігури, яка описує деталь. Цією фігурою є циліндр, розміри якого дорівнюють габаритним розмірам деталі.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot H = \frac{3,14 \cdot 62^2}{4} \cdot 230 = 694,034(\text{см}^3);$$

$$G_{\phi} = V_{\phi} \cdot \rho = 694,034 \cdot 7,8 = 5,413(\text{кг});$$

$$G_{\phi} = G_o \cdot K_p = 3,454 \cdot 1,5 = 5,181(\text{кг});$$

де K_p – коефіцієнт, що залежить від конфігурації деталі $K_p = 1,3...1,5$;

$$C = \frac{G_n}{G_{\phi}} = \frac{5,181}{5,413} = 0,957$$

Отримали ступінь складності для ГKM – C1;

Оскільки деталь є простої конфігурації, без вигинів, то поверхня роз'єму буде плоскою П.

Вихідний індекс визначимо в залежності від маси, марки сталі, ступеня складності та класу точності поковки, необхідний для наступного призначення основних припусків, допусків та допустимих відхилень. Отримали для ГKM – 12;

Основні припуски вибираються в залежності від розміру, шорсткості і індексу, причому якщо розмір пов'язує поверхні з різною шорсткістю, то необхідно на ці поверхні призначити різні припуски.

Додаткові припуски призначаються для врахування знімання по площині роз'єму штамп і врахування вигнутості, відхилення від площинності і прямолінійності.

Допуски розмірів вибираються в залежності від розміру і індексу.

Для конструювання штамп і призначення його допустимого зносу вибираються допуски зміщення, залишкового облою, заусенцю, відхилення від концентричності пробитого отвору, вигнутості, міжосьової відстані, кутових елементів, радіусів закруглень. Ці допуски вибираються в залежності від класу точності і маси поковки.

Розрахунок розмірів заготовки, яка кується на ГKM:

$$\begin{aligned} & \varnothing 40 + (1,4 + 0,5 + 0,3) \cdot 2 = 44,4 \text{ (мм);} \\ & 18 + (1,7 + 0,5 + 0,3) - (1,3 + 0,5 + 0,3) = 18,4 \text{ (мм);} \\ & \varnothing 45 + (1,9 + 0,5 + 0,3) \cdot 2 = 50,4 \text{ (мм);} \\ & 66 + (1,7 + 0,5 + 0,3) - (1,7 + 0,5 + 0,3) = 66 \text{ (мм);} \\ & \varnothing 55 + (1,4 + 0,5 + 0,3) \cdot 2 = 59,4 \text{ (мм);} \\ & 80 + (1,7 + 0,5 + 0,3) - (1,4 + 0,5 + 0,3) = 80,3 \text{ (мм);} \\ & \varnothing 62 + (1,4 + 0,5 + 0,3) \cdot 2 = 66,4 \text{ (мм);} \\ & \varnothing 50 + (1,7 + 0,5 + 0,3) \cdot 2 = 55 \text{ (мм);} \\ & 105 + (1,7 + 0,5 + 0,3) - (1,8 + 0,5 + 0,3) = 104,9 \text{ (мм);} \\ & M40 + (1,9 + 0,5 + 0,3) \cdot 2 = 45,4 \text{ (мм);} \\ & 43 + (1,7 + 0,5 + 0,3) - (1,4 + 0,5 + 0,3) = 43,3 \text{ (мм);} \\ & 230 + (1,7 + 0,5) \cdot 2 = 234,4 \text{ (мм).} \end{aligned}$$

Результати розрахунків та вибору параметрів кування на ГKM звели до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Визначення параметрів, допусків і розмірів заготовки при куванні на ГKM

Вхідні дані							ГКМ						
Клас точності							Т4						
Марка матеріалу							М2						
Ступінь складності							С1						
Індекс							12						
Конфігурація поверхні роз'єму штамп							П						
	Розрахункові розміри, мм												
Розміри	Ø40	18	Ø45h6	66	Ø55	80	Ø62	Ø50h6	105	M40	43	230	
Припуски:													
Основні	1,4	1,3	1,9	1,7	1,4	1,4	1,4	1,7	1,8	1,9	1,4	1,7	
Додаткові: на зміщення по поверхні роз'єму штампа	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
для врахування вигнутості і відхилення від площинності, прямолінійності	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
	Розміри заготовок, мм												
	44,4	22	50,4	70,4	59,4	84,4	66,4	55,4	109,8	45,4	47,4	235,4	
Допуски: розмірів	+1,4 -0,8	+1,3 -0,7	+1,4 -0,8	+1,4 -0,8	+1,4 -0,8	+1,4 -0,8	+1,4 -0,8	+1,4 -0,8	+1,6 -0,9	+1,4 -0,8	+1,4 -0,8	+1,8 -1,0	
зміщення по поверхні роз'єму штампа	0,7												

Продовження таблиці 3.2

по вигнутості від площинності і прямолінійності адіусів заокруглен	1,0
величина замкнутого облою	0,9
висоти заусенцю	4,0
по вигнутості поковки	1,0

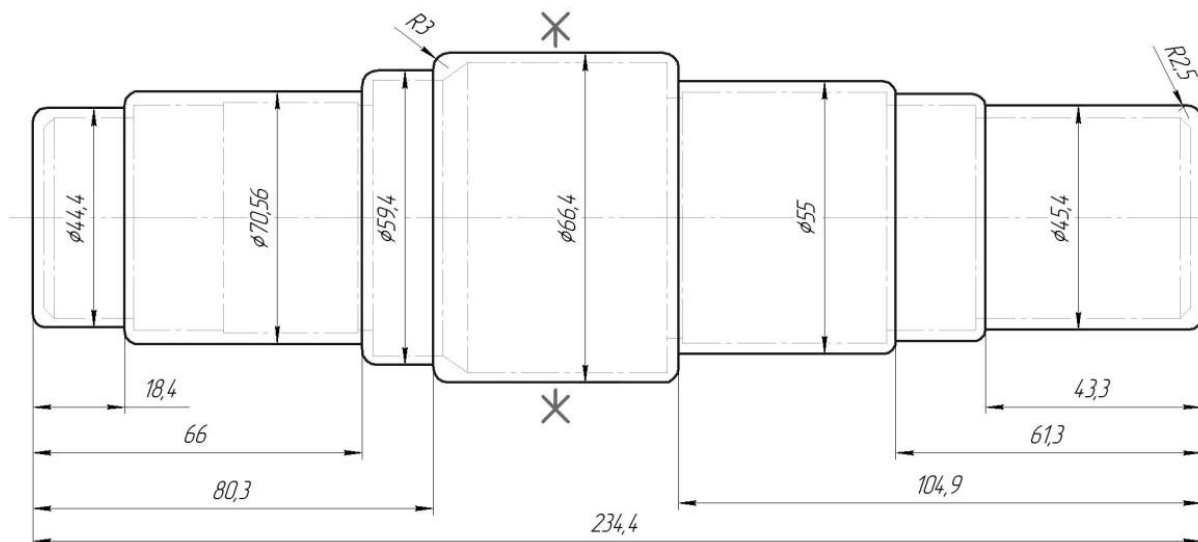


Рисунок 3.1– Ескіз заготовки для кування на ГKM

3.3 Розрахунок параметрів заготовки з прокату

Заготовки з прокату вибираємо по ГОСТ 2590-88 діаметром $65^{+0,5}_{-1,1}$ мм довжиною прутка 6 м. З даного прутка можна отримати 25 заготовок. Відходи після розрізання матимуть довжину 150 мм.

Розрахунок маси і коефіцієнтів використання матеріалу для обох варіантів заготовки

Маса заготовки визначається за формулою:

$$Q = V_{заг} \cdot \rho [\text{кг}]; \quad (3.1)$$

Щоб розрахувати загальний об'єм заготовки, розбиваємо її на прості геометричні фігури, об'єм яких знаходимо окремо. Даний спосіб є громіздким, а враховуючи рівень комп'ютеризації сучасного виробництва використовуємо для розрахунків маси заготовок САПР «SolidWorks».

Для штамповки на ГKM

Матеріал Сталь 40X ГОСТ 1050-88

Густина матеріалу $\rho = 0.007820 \text{ г/мм}^3$

Розрахункові параметри

Маса $M = 4208.950652 \text{ г}$

Об'єм $V = 538228.983638 \text{ мм}^3$

Для прокату

$$Q = V_{заг} \cdot \rho = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \rho = 776461 \cdot 7,8 = 6,06(\text{кг}).$$

Отримали:

для ГKM $Q_{заг} = 4,209 \text{ (кг)}$,

Коефіцієнт використання матеріалу заготовки:

для ГKM $\gamma = Q_{дет}/Q_{заг} = 3,454 / 4,209 = 0,82$;

для Прокату $\gamma = Q_{дет}/Q_{заг} = 3,454 / 6,06 = 0,57$.

Тобто за цим показником ГKM краще.

3.4 Техніко-економічне порівняння варіантів виготовлення заготовки

Вартість заготовки визначаємо за формулою:

$$C_{заг.} = \left(\frac{G_{заг}}{1000} \cdot C_{шт} \cdot K_T \cdot K_M \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_{II} \right) - \left(\frac{G_{заг} - G_{дем}}{1000} \right) \cdot C_{відх} [\text{Грн}]; \quad (3.2)$$

де $C_{шт}$ – базова вартість 1т штамповки;

K_T – коефіцієнт, що враховує клас точності заготовок;

K_M – коефіцієнт, що враховує матеріал заготовки;

K_C – коефіцієнт, що враховує групу складності заготовки;

K_B – коефіцієнт, що враховує масу заготовки, вибираємо згідно;

K_{II} – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва;

$C_{відх}$ – вартість 1 т стружки, для сталі $C_{відх} = 600$.

Призначаємо коефіцієнти:

$C_{шт} = 15730$, $K_T = 1$, $K_M = 1$, $K_C = 0,84$, $K_B = 1,0$, $K_{II} = 1,0$.

– для штампування на ГKM:

$$\begin{aligned} C_{заг.шт} &= \frac{4,209}{1000} \cdot 15730 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,84 \cdot 1 \cdot 1 - \frac{(4,209 - 3,454)}{1000} \cdot 600 = \\ &= 55,61 - 0,453 = 55,16(\text{грн}); \end{aligned}$$

– для прокату:

$$\begin{aligned} C_{заг.пр} &= - \frac{L \cdot m_{ног.} - n \cdot m_{дем}}{n \cdot 1000} \cdot C_{стр.} + \left(\frac{G_{заг}}{1000} \cdot C_{шт} \cdot K_T \cdot K_M \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_{II} \right) = \\ &= - \frac{6 \cdot 26,05 - 25 \cdot 3,454}{25 \cdot 1000} \cdot 600 + \left(\frac{6,06}{1000} \cdot 7940 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,84 \cdot 1 \cdot 1 \right) \\ &= 38,74(\text{грн}); \end{aligned}$$

Знайдемо економічний ефект:

$$E = (C_{заг2} - C_{заг1}) \cdot N = (38,74 - 55,16) \cdot 16000 = 262720(\text{грн}).$$

Отже, за коефіцієнтом використання кращим способом є кування на ГKM. За собівартістю дешевшим є прокат. Тому найоптимальнішим способом отримання заготовки є прокат.

технологічні бази приймають поверхні, за допомогою яких, заготовку можна закріпити в трьохкулачковий патрон або центри, що дозволяє обробляти майже всі зовнішні поверхні вала.

Таблиця 4.1 – Типовий технологічний процес обробки заготовки деталі «Вал»

№ операції	Зміст або найменування операції	Верстат, обладнання	Оснастка
005	1. Підрізати і центрувати торець, точити шийку під різь M16×1,5-8g, шийку Ø20js6 під шліфування, Ø26, шийку Ø20js6 під шліфування, проточити 3 канавки b=3; 2. Точити фаски; 3. Нарізати різь M16×1,5-8g; 4. Відрізати деталь, витримуючи розмір 88.	Токарний автомат 16Б240-6К	Наладка, цанговий патрон
010	1. Підрізати другий торець, витримуючи розмір 12,8 ^{-0,1} , центрувати і точити фаску.	Токарний автомат 16Б240-6К	Цанговий патрон
015	1. Фрезерувати шпоночний паз b=5 остаточно.	Шпонково-фрезерний 6930	Верстатні тиски
020	1. Шліфувати шийку Ø20js6; 2. Шліфувати торець Ø26 витримуючи розмір 30.	Кругло-торцешліфувальний	Центри, хомут
025	1. Шліфувати шийку Ø20js6; 2. Шліфувати торець Ø26 витримуючи розмір 13.	Кругло-торцешліфувальний	Центри, хомут
030	Промити деталь	Миюча машина	
035	Технічний контроль		

В базовому технологічному процесі використовується універсальне обладнання на токарних, фрезерних і шліфувальних верстатах, що призводить до

значних затрат часу на налагодження верстатів, для їх обслуговування необхідно використовувати робітників високих розрядів, тоді як використавши верстат з ЧПУ, можна зменшити кількість верстатів, які будуть виконувати ці переходи, а відповідно і площі, що зайняті обладнанням. Крім того зменшиться необхідна кваліфікація робітників, а отже буде економія на заробітну плату. У даному технологічному процесі верстати не забезпечуватимуть необхідної точності згідно нових вимог. Ефективніше буде використати сучасне обладнання.

4.2 Вибір методів, послідовності та числа переходів для обробки окремих поверхонь

Визначення кількості ступенів механічної обробки виконується на основі розрахунків за формулою:

$$\varepsilon_{\Sigma} = \frac{T_3}{T_D} = \frac{T_3}{T_1} \cdot \frac{T_1}{T_2} \cdot \dots \cdot \frac{T_i}{T_{i-1}} \cdot \dots \cdot \frac{T_n}{T_D} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \dots \cdot \varepsilon_i = \prod_{i=1}^n \varepsilon_i \quad (4.1)$$

де ε – загальне уточнення;

ε_i – окремі ступені уточнення;

n – число ступенів обробки;

T_D – допуск деталі;

T_3 – допуск заготовки;

T_i – окремого ступеня обробки.

Але оскільки в даному випадку заготовкою є прокат, то визначаємо кількість переходів механічної обробки за точністю та шорсткістю поверхонь, які потрібно отримати, припуски при цьому визначаються за [3]. Вихідні дані для розрахунку такі: вихідна заготовка – пруток діаметром $65^{+0,5}_{-1,1}$ мм згідно з ГОСТ 2590-88; допуск діаметрального розміру у вихідній заготовці складає 1,4 мм; допуск діаметрального розміру у деталі – 16 мкм.

Визначаємо загальне уточнення:

$$\varepsilon_{\Sigma} = \frac{T_{\text{заг}}}{T_{\text{дет}}} = \frac{1600}{16} = 100.$$

Припустимо, що таке уточнення може бути досягнуто за п'ять переходів механічної обробки. Приймаємо: $\varepsilon_1 = 6$; $\varepsilon_2 = 4$; $\varepsilon_3 = 2,5$; $\varepsilon_4 = 1,5$.

Знайдемо уточнення, яке має бути забезпечене на четвертому (останньому) переході

$$\varepsilon_4 = \frac{\varepsilon_{\Sigma}}{\varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_3} = \frac{100}{6 \cdot 4 \cdot 2,5 \cdot 1,5} = 1,1.$$

Визначимо розрахункові значення допусків технологічних розмірів

$$T_1 = \frac{T_{\text{заг}}}{\varepsilon_1} = \frac{1600}{6} = 267(\text{мкм});$$

$$T_2 = \frac{T_1}{\varepsilon_2} = \frac{267}{4} = 67(\text{мкм});$$

$$T_3 = \frac{T_2}{\varepsilon_3} = \frac{67}{2,5} = 27(\text{мкм});$$

$$T_4 = \frac{T_3}{\varepsilon_4} = \frac{27}{1,5} = 18(\text{мкм});$$

$$T_5 = T_{\text{дет}} = \frac{T_4}{\varepsilon_5} = \frac{18}{1,1} = 16(\text{мкм}).$$

Отримані розрахункові значення допусків технологічних розмірів, що мають забезпечуватись на першому і другому переходах, змінимо до найближчих нормативних значень. Таким чином, прийmemo остаточно такі допуски на переходах: $T_1 = 390\text{мкм(IT13)}$; $T_2 = 100\text{мкм(IT10)}$; $T_3 = 39\text{мкм(IT8)}$; $T_4 = 25\text{мкм(IT7)}$.

Вибираємо як спосіб механічної обробки для перших трьох переходів точіння (чорнове, напівчистове, чистове), для двох останніх - шліфування зовнішнє. Відповідно чистове шліфування забезпечує як необхідну точність діаметрального розміру (IT6), так і вимоги до шорсткості поверхні ($Ra = 1,6 \text{ мкм}$).

Методи обробки і кількість ступенів механічної обробки інших поверхонь визначаються аналогічно. Всі результати заносяться до таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Визначення способів і кількості ступенів механічної обробки

Поверхневий розмір	Квалітет точності	Шорсткість	Вид механічної обробки
Ø46	6	1,6	Точіння попереднє, точіння попереднє, точіння остаточне, шліфування
Ø45	6	1,6	Точіння попереднє, точіння попереднє, точіння остаточне, шліфування
105	8	1,6	Точіння попереднє, точіння остаточне, шліфування
66	8	1,6	Точіння попереднє, точіння остаточне, шліфування
M40	8	3,2	Точіння попереднє, точіння остаточне
14	9	3,2	Фрезерування однократне
12	9	3,2	Фрезерування однократне

Інші поверхні мають 14 квалітет точності, шорсткість $R_a = 6,3 \text{ мкм}$ і обробляються за один перехід.

4.3 Вибір чистових та чорнових технологічних баз

Оскільки, на кресленні деталі вказані вимоги щодо перпендикулярності поверхонь 66, 105 конструкторським базам В і Г, висока точність поверхонь Ø45, Ø46, Ø50, 105, 66, які забезпечуватимуть орієнтацію деталі у вузлі та орієнтацію деталей з'єднаних з даною, найдоцільніше обробляти ці поверхні за один установ і збазувати деталь в центрах, тому чистовими технологічними базами будуть торці вала і центрувальні отвори (рисунки 4.2). Аналіз похибок базування отримуваних під час обробки наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 — Аналіз похибок базування при базування в центрових отворах

Назва операції	Розмір чи вимога точності	Відсутність чи наявність похибки базування	Фактор, який забезпечує відсутність чи зумовлює наявність похибки базування
Токарно-револьверна з ЧПК	Розмір B_1	відсутня	Виконання принципу суміщення баз
	Розмір B_2	відсутня	Виконання принципу суміщення баз
	Розмір B_3	відсутня	Виконання принципу суміщення баз
	Розмір B_4	відсутня	Виконання принципу суміщення баз
	Розмір B_5	відсутня	Обробка з одного установу
	Розмір B_6	відсутня	Обробка з одного установу
	Розмір B_7	відсутня	Обробка з одного установу

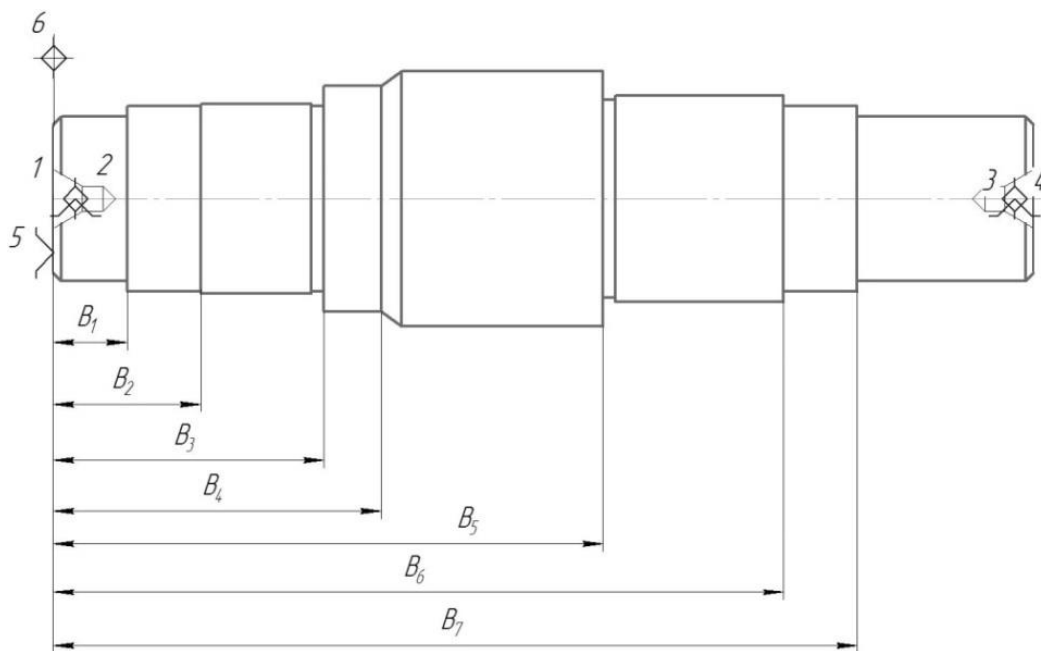


Рисунок 4.2 – Ескіз механічної обробки зі схемою базування (чистові бази)

Для забезпечення обробки чистових технологічних баз, чорновими технологічними базами вибираємо циліндричну поверхню $\varnothing 65$ і встановлюємо заготовку по упору (рисунок 4.3).

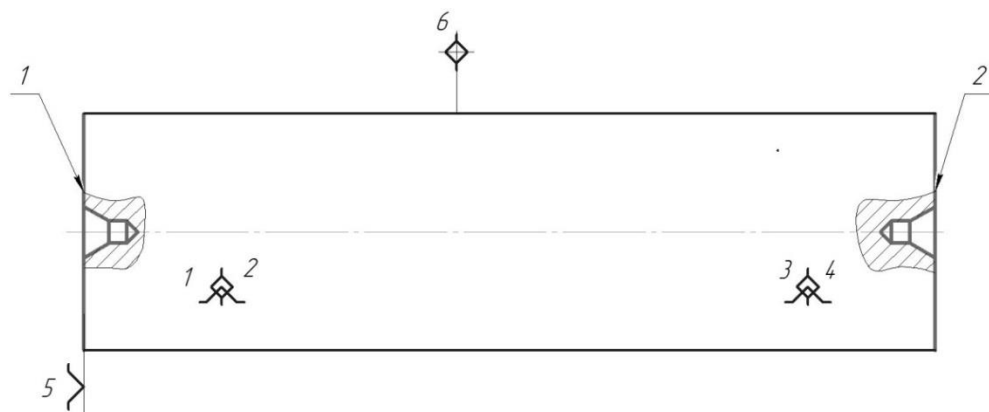


Рисунок 4.3 – Ескіз зі схемою базування по чорновим технологічним базам

Дана схема базування забезпечує розв’язання задачі зрізання мінімального рівномірного припуску під час чорнової обробки торців деталі на першій операції.

4.4 Розробка варіантів маршруту механічної обробки заготовки деталі «Вал 01.11»

Схеми базування, операції та переходи для обробки заготовки деталі «Вал 01.11» зводимо в таблиці 4.4 і 4.5 у вигляді альтернативних маршрутних технологій механічної обробки.

4.5 Аналіз техніко-економічних показників варіантів технологічних процесів по мінімуму приведених витрат

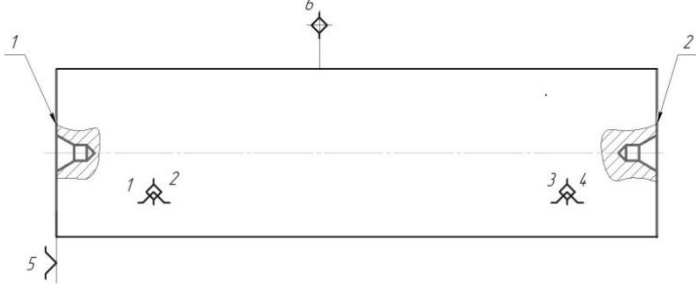
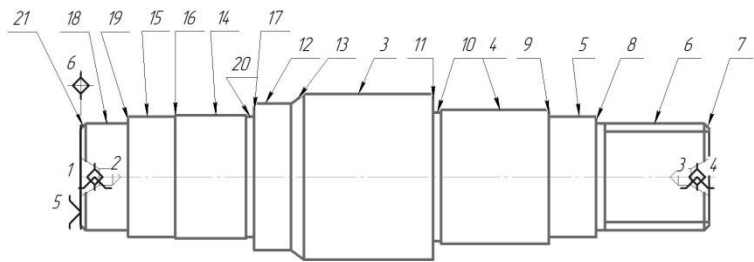
Технологічна собівартість операцій механічної обробки визначається за формулою:

$$C_o = \frac{C_{н.з.} \cdot t_{шт}}{60 \cdot K_v}, [\text{грн.}]; \quad (4.2)$$

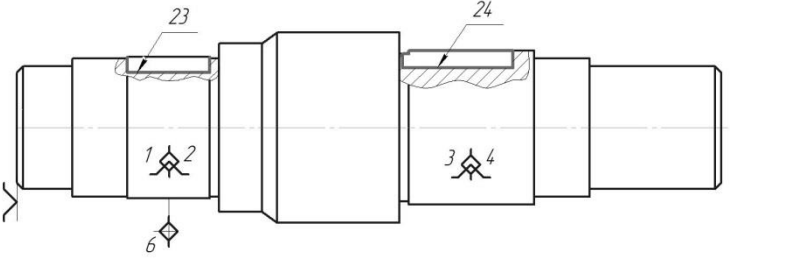
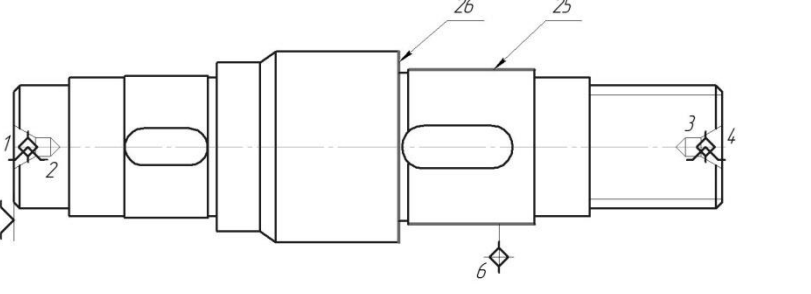
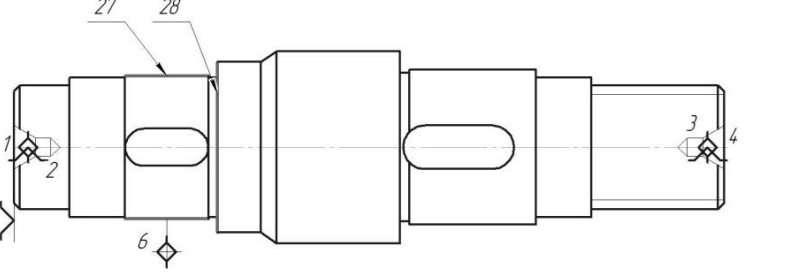
де K_v – коефіцієнт виконання норм, що приймається рівним 1,3;

$t_{шт}$ – штучно – калькуляційний час на виконання операції.

Таблиця 4.4 – Маршрут механічної обробки деталі «Вал 01.11» (варіант 1)

№	Зміст переходів та найменування операцій	Ескіз обробки та схема базування	Обладнання
1	2	3	4
005	<u>Фрезерно-центрувальна</u> 1.Фрезерувати одночасно торці 1 і 2. 2. Центрувати одночасно торці 1 і 2.		Фрезерно-центрувальний верстат МР 71
010	<u>Токарна з ЧПК</u> 1. Точити однократно поверхню 3. 2. Точити попередньо поверхні 4. 3.Точити попередньо поверхні 4,5,6, остаточно поверхні 8 і 9, попередньо поверхню 11. 4.Точити фаску 7, точити попередньо поверхні 5,6. 5.Точити остаточно поверхні 4,5,6,10,11. 6.Точити однократно поверхні 12,13. 7. Точити попередньо поверхні 14,15. 8. Точити попередньо поверхні 14,15, поверхню 16,18, 19 остаточно, поверхню 17 попередньо. 9.Точити фаску 21, поверхні 15,14,17 остаточно. 10. Нарізати різь на поверхні 6.		Токарно -револьверний верстат з ЧПК 1В340Ф30

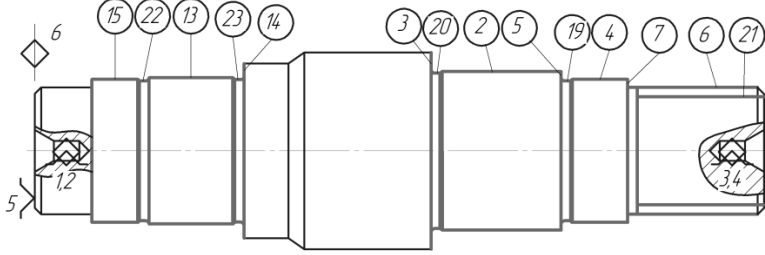
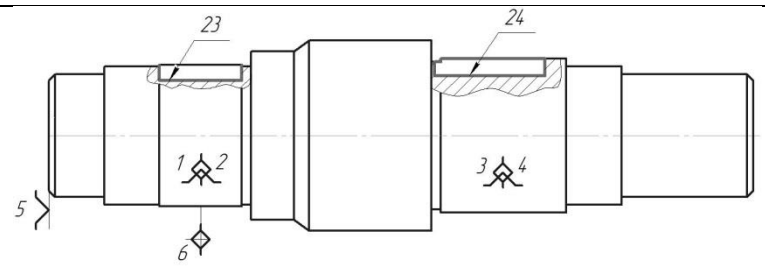
Продовження таблиці 4.4

1	2	3	4
015	<u>Фрезерна з ЧПК</u> Фрезерувати шпонковий паз 23 однократно. Фрезерувати шпонковий паз 24 однократно.		Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК 6520Ф3-36
020	<u>Кругло-торцешліфувальна з ЧПК</u> 1. Шліфувати однократно поверхню 25. 2. Шліфувати однократно торець 26.		Кругло-торцешліфувальний верстат з ЧПК 3М151Ф3
025	<u>Кругло-торцешліфувальна з ЧПК</u> 1. Шліфувати однократно поверхню 27. 2. Шліфувати однократно торець 28.		Кругло-торцешліфувальний верстат з ЧПК 3М151Ф3

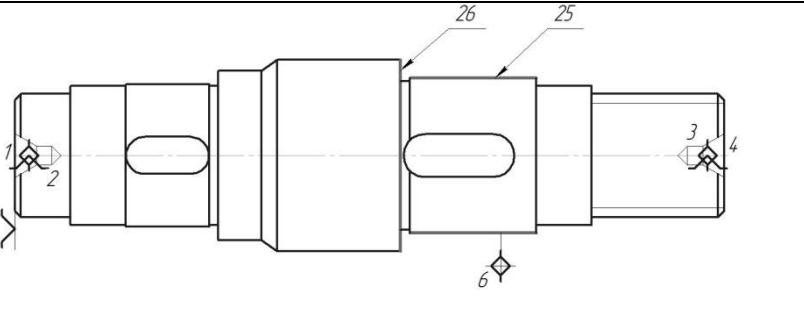
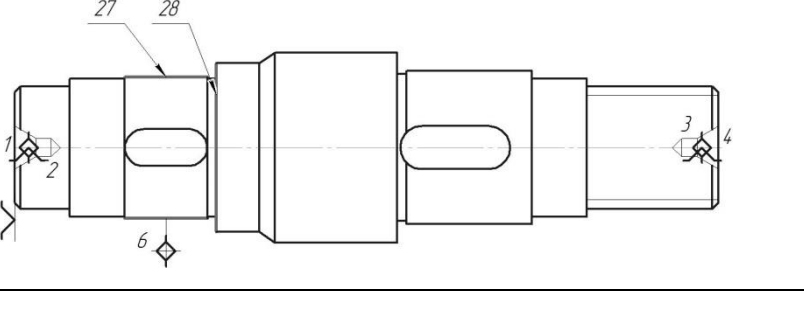
Таблиця 4.5 – Маршрут механічної обробки деталі «Вал 01.11» (варіант 2)

№	Зміст переходів та найменування операцій	Ескіз обробки та схема базування	Обладнання
1	2	3	4
005	<u>Токарна з ЧПК</u> 1.Точити поверхню 1 однократно. 2.Точити оверхню 2 попередньо. 3. Точити поверхню 2 попередньо. 4.Точити поверхні 2,3 попередньо. 5. Точити поверхні 4,5 попередньо. 6. Точити поверхню 6 попередньо, 7 остаточно. 7. Точити поверхню 8 однократно. 8. Центрувати поверхню 1		Токарно -револьверний верстат з ЧПК 1В340Ф30
010	<u>Токарна з ЧПК</u> 1. Точити поверхню 9 однократно. 2. Точити поверхню 10 однократно. 3. Точити поверхню 11 попередньо. 4. Точити поверхню 11, 12 остаточно. 5. Точити поверхню 13,15 попередньо. 6. Точити поверхню 15 попередньо.		Токарно -револьверний верстат з ЧПК 1В340Ф30

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4
	7. Точити поверхні 13,14 попередньо. 8. Точити поверхні 16,17 остаточно. 9. Точити поверхню 18 однократно. 10. Центрувати поверхню 9.		
015	<u>Токарна з ЧПК</u> 1. Точити поверхні 6,7,4,5,2,3 остаточно. 2. Точити канавку 19. 3. Точити канавку 20. 4. Нарізати різь 21. 5. Точити поверхні 15,13,14 остаточно. 6. Точити канавку 22. 7. Точити канавку 23.		Токарно-револьверний верстат з ЧПК 1В340Ф30
020	<u>Фрезерна з ЧПК</u> Фрезерувати шпонковий паз 23 однократно. Фрезерувати шпонковий паз 24 однократно.		Вертикально- фрезерний верстат з ЧПК 6520Ф3-36

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4
025	<u>Кругло-торцешліфувальна з ЧПК</u> 1.Шліфувати однократно поверхню 25. 2. Шліфувати однократно торець 26.		Кругло-торцешліфувальний верстат з ЧПК 3М151Ф3
030	<u>Кругло-торцешліфувальна з ЧПК</u> 1.Шліфувати однократно поверхню 27. 2.Шліфувати однократно торець 28.		Кругло-торцешліфувальний верстат з ЧПК 3М151Ф3

В даному випадку технологічні процеси механічної обробки різняться операціями 005, 010 та 015 першого маршруту механічної обробки. Годинні приведені витрати для верстатів, на яких виконуються дані операції наведені в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Годинні приведені затрати

Модель верстату	Годинні приведені затрати, $C_{п.з.}$, грн/год
МР-71	48,6
1В340Ф30	42,0

Для точних розрахунків визначається нормуванням операцій технологічного процесу. Норми часу операцій (штучний час $t_{шт}$) визначається як сума:

$$t_{шт.} = t_o + t_d + t_{oo} + t_{To} + t_b, [хв]; \quad (4.3)$$

де t_o – основний час (час роботи інструмента);

t_d – допоміжний час;

t_{oo} – час на організаційне обслуговування;

t_{To} – час на технічне обслуговування;

t_b – час на відпочинок.

Але для наближених розрахунків можна користуватися укрупненими нормативами. Згідно з якими основний технологічний час наприклад на точіння поверхні по 6 квалітету визначається за формулою (4.3):

Дані нормування витрат часу по переходам, що відрізняються, для першого і другого варіантів маршрутів занесено до таблиць 4.7 і 4.8.

Штучно-калькуляційний час визначається за формулою (4.4)

$$T_{шт-к.} = T_{шт} \cdot \varphi_k, [хв.] \quad (4.4)$$

де φ_k – коефіцієнт, що визначається типом обладнання, наприклад. для токарних верстатів з ЧПК він складає 1,3.

Аналогічно визначається штучно-калькуляційний час для усіх інших операцій, дані заносимо до таблиці 4.9.

Таблиця 4.7 – Основний час маршруту механічної обробки (варіант 1)

Назва переходу, операції	Основний час на виконання переходу, t ₀ , хв.			
	Формула	Розрахункові параметри		Результат T
		d	l/d ₂	
005 Фрезерно-центрувальна				
Фрезерувати одноч. пов. 1 і 2	6l	-	40	1,39
Центрувати одноч. пов. 1 і 2	0,52dl	6,3	8	0,26
Всього				1,65
010 Токарна з ЧПК				
1. Точити однократно поверхню 3.	0,17dl	65	230	2,54
2. Точити попередньо поверхню 4.	0,17dl	62	105	1,11
3.Точити попередньо поверхню 4	0,18dl	56	105	1,06
3.Точити попередньо поверхню 5	0,17dl	52	61	0,54
3.Точити попередньо поверхню 6	0,17dl	46	43	0,34
3.Точити остаточно поверхню 8	0,52(D ² -d ²)	45	40	0,22
3. Точити остаточно поверхню 9	0,52(D ² -d ²)	50	45	0,25
3. Точити попередньо 11.	0,52(D ² -d ²)	62	12	0,70
4. Точити остаточно поверхню 4.	0,2dl	51	105	1,07
4. Точити остаточно поверхню 5.	0,2dl	50	61	0,61
4. Точити остаточно поверхню 6.	0,2dl	45	43	0,39
5. Точити остаточно поверхню 10.	0,17dl	44	3	0,02
5. Точити остаточно поверхню 11.	0,52(D ² -d ²)	62	12	0,70

Продовження таблиці 4.7

1	2	3	4	5
6. Точити однократно поверхню 12.	0,17dl	62	80	0,84
6. Точити однократно поверхню 13.	0,17dl	62	5	0,05
7. Точити попередньо поверхню 14,15	0,17dl	55	66	0,62
7. Точити попередньо поверхню 14.	0,17dl	50	66	0,56
8. Точити попередньо поверхню 15.	0,18dl	47	36	0,31
8. Точити пов. 16 остаточно.	0,17dl	45	3	0,02
8. Точити пов. 18 остаточно.	0,17dl	40	18	0,12
8. Точити пов. 19 остаточно.	$0,52(D^2-d^2)$	45	40	0,22
8. Точити пов. 17 попередньо.	$0,52(D^2-d^2)$	55	46	0,47
9. Точити пов. 15 остаточно.	0.2dl	46	36	0,33
9. Точити пов. 14 ост.	0.2dl	47	66	0,62
9. Точити пов. 17 остаточно.	$0,52(D^2-d^2)$	55	46	0,47
10. Нарізати різь 22.	0,17dl	40	40	0,27
Всього				14,45

Таблиця 4.8 – Основний час маршруту механічної обробки (варіант 2)

Назва переходу, операції	Основний час на виконання переходу, t_0 , хв.			
	Формула	Розрахункові параметри		Результат
		d	l/d_2	
1	2	3	4	5
005 Токарна з ЧПК				
1.Точити поверхню 1 однократно.	$0,52d^2$	65		2,2
2.Точити оверхню 2 попередньо.	0,17	62	105	1,11
3. Точити поверхню 2 попередньо.	0,17	57	105	1,02
4.Точити поверхню 2 попередньо.	0,18	53	105	1,00

Продовження таблиці 4.8

1	2	3	4	5
4.Точити поверхню 3 попередньо.	$0,52(D^2-d^2)$	62	50	0,7
5. Точити поверхню 4 попередньо.	0,17	51	61	0,53
5. Точити поверхню 5 попередньо.	$0,52(D^2-d^2)$	50	45	0,25
6. Точити поверхню 6 попередньо.	0,17	40	43	0,29
6. Точити поверхню 7 остаточно.	$0,52(D^2-d^2)$	45	40	0,22
7. Точити поверхню 8 однократно.	0,17	40	1	0,01
8.Центрувати пов. 1	0,52dl	6,3	8	0,26
Всього				7,68
010 Токарна з ЧПК				
1. Точити поверхню 9 однократно.	$0,52d^2$	65		2,20
2. Точити поверхню 10 однократно.	0,17dl	65	125	1,38
3. Точити поверхню 11 попередньо.	0,17dl	61	80	0,83
4. Точити поверхню 11 остаточно.	0,17dl	57	80	0,78
4. Точити поверхню 12 остаточно.	0,17dl	62	5	0,05
5. Точити поверхню 13 попередньо.	0,17dl	55	66	0,62
5. Точити поверхню 15 попередньо.	0,17dl	51	66	0,57
6. Точити поверхню 15 попередньо.	0,18dl	47	36	0,30
7. Точити поверхню 13 попередньо.	0,18dl	48	66	0,57
7. Точити поверхню 14 попередньо.	$0,52(D^2-d^2)$	55	46	0,47
8. Точити поверхню 16 остаточно.	0,17dl	40	18	0,13
8. Точити поверхню 17 остаточно.	$0,52(D^2-d^2)$	45	40	0,22
9. Точити поверхню 18 однократно.	0,17dl	40	1	0,01
10. Центрувати пов. 9	0,52dl	6,3	8	0,26
Всього				8,38

Продовження таблиці 4.8

1	2	3	4	5
015 Токарна з ЧПК				
1. Точити поверхню 6 остаточно.	0,2dl	41	43	0,35
1. Точити поверхню 7 остаточно.	$0,52(D^2-d^2)$	45	40	0,22
1. Точити поверхню 4 остаточно.	0,2dl	47	18	0,17
1. Точити поверхню 5 остаточно.	$0,52(D^2-d^2)$	50	45	0,25
1. Точити поверхню 2 остаточно.	0,2dl	51	41	0,42
1. Точити поверхню 3 остаточно.	$0,52(D^2-d^2)$	62	50	0,70
2. Точити канавку 19.	0,17dl	50	3	0,03
3. Точити канавку 20.	0,17dl	45	3	0,02
4. Нарізати різь 21.	0,17dl	40	40	0,28
5. Точити поверхню 15 остаточно.	0,2dl	46	18	0,17
5. Точити поверхню 13 остаточно.	0,2dl	47	30	0,28
5. Точити поверхню 14 остаточно.	$0,52(D^2-d^2)$	55	46	0,47
6. Точити канавку 22.	0,17dl	45	3	0,02
7. Точити канавку 23.	0,17dl	46	3	0,02
Всього				3,39

Таблиця 4.9 – Штучно-калькуляційний час

№ операцій	Основний час t_o , хв	Коефіцієнт ϕ_k	Штучно-калькуляційний час $t_{шт}$, хв
Варіант 1			
005	1,65	1,89	3,12
010	14,45	1,3	18,79
Всього			$\Sigma t_{шт1} = 21,91$
Варіант 2			
005	7,68	1,3	9,98
010	8,38	1,3	10,89
015	3,39	1,3	4,41
Всього			$\Sigma t_{шт2} = 25,28$

Технологічна собівартість операції 005, що виконується на фрезерно-центрувальному верстаті МР-71 становитиме:

$$C_o = 48,6 \cdot 3,12 / 60 \cdot 1,3 = 1,95 \text{ (грн.)}$$

Аналогічно розраховується технологічна собівартість усіх інших операцій. Технологічна собівартість операції технологічних процесів механічної обробки наведена в таблиці 4.10.

Таблиця 4.10 – Собівартість обробки на операціях альтернатвних маршрутів

Тип верстату	Штучний час $t_{шт}$, хв	Годинні приведені витрати $C_{п.з.}$	Технологічна собівартість C_o , грн
Варіант 1			
МР – 71	3,12	48,6	1,95
1В340Ф30	18,79	42	10,12
Варіант 2			
1В340Ф30	9,98	42	5,37
1В340Ф30	10,89	42	5,86
1В340Ф30	4,41	42	2,38

Отже, при використанні першого варіанту технологічного процесу технологічна собівартість операцій виготовлення деталі складатиме 12,07 грн., а при використанні другого варіанту – 13,61 грн. Тобто вироби виготовлені за другим із запропонованих технологічних процесів будуть мати більшу собівартість у порівнянні із деталлю виготовленою за першим варіантом маршруту технологічної обробки.

4.6 Розмірний аналіз технологічного процесу

При розташуванні технологічних розмірів, варіант вибору вимірювальних баз, коли співпадають конструкторська та технологічна бази, є найоптимальнішим.

Розмір B_1 та B_1^* отримуються на операції 005 і визначають розташування лівого і правого торців деталі.

Розміри $B_2 - B_8$ отримуються на операції 010 і визначають розташування торцевих поверхонь деталі відносно крайнього лівого торцю.

Співставляючи розташування технологічних розмірів з кресленням деталі, можна побачити, що деякі технологічні розміри співпадають з конструкторськими, тому мають однакові допуски.

Таблиця 4.11 — Допуски розмірів вихідної заготовки і технологічних розмірів

Вихідна заготовка			
Розмір	Спосіб виготовлення	Клас точності	Допуск, мм
Z_1	Прокат		1,6
Механічна обробка			
Технологічний розмір	Спосіб обробки	Квалітет точності	Допуск, мм
B_1	Однократне фрезерування	11	0,29
B_1^*	Однократне фрезерування	11	0,29
B_2	Шліфування торцю	8	0,054
B_3	Підрізання торцю	11	0,19
B_4	Підрізання торцю	11	0,16
B_5	Підрізання торцю	11	0,19
B_6	Шліфування торцю	8	0,046

Продовження таблиці 4.11

Технологічний розмір	Спосіб обробки	Квалітет точності	Допуск, мм
B_7	Підрізання торцю	11	0,16
B_8	Підрізання торцю	11	0,11

Розмірна схема технологічного процесу показана на рисунку 4.3.

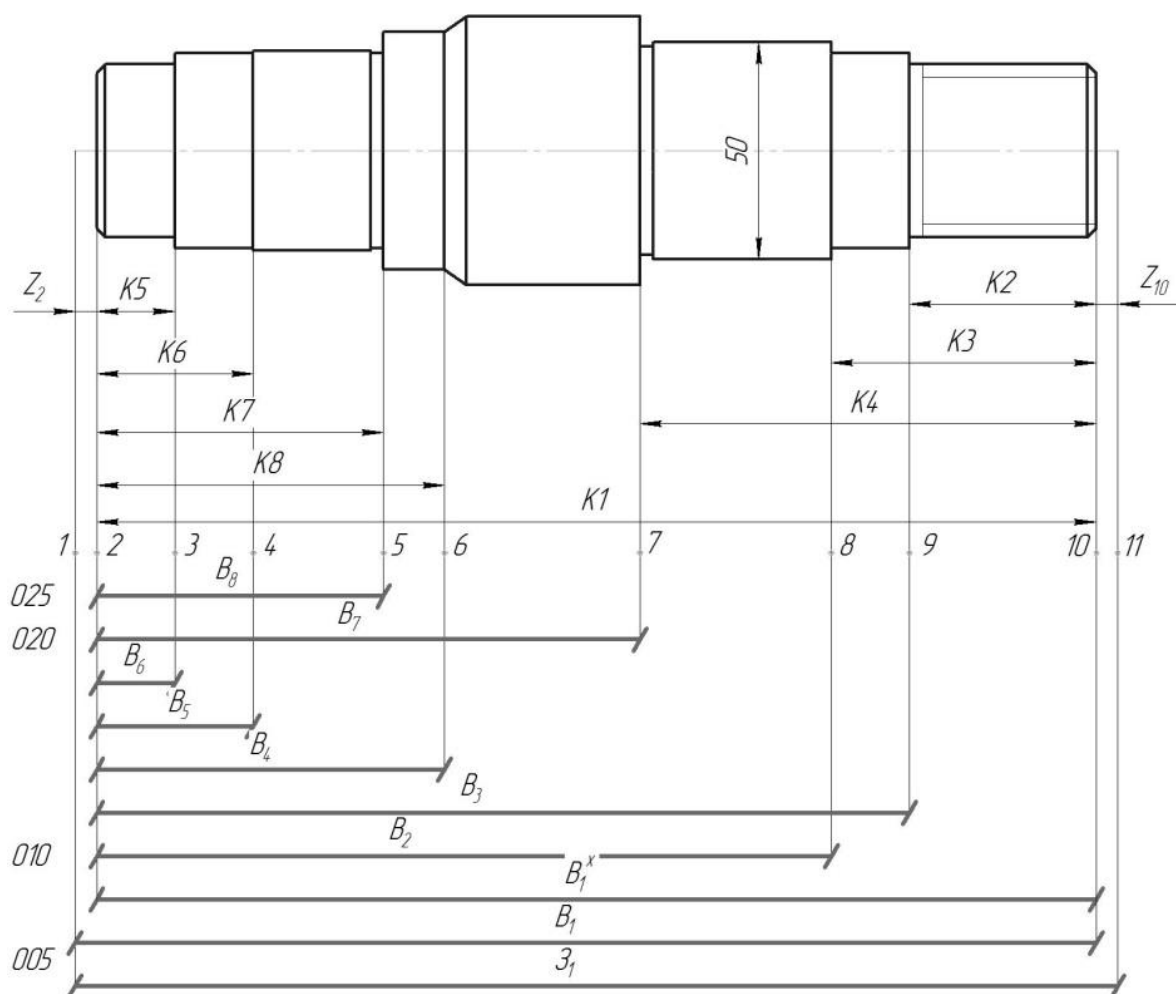


Рисунок 4.3 – Розмірна схема технологічного процесу

З технологічних розмірів і розмірів заготовки отримаємо похідний граф, з конструкторських і припусків – вихідне граф-дерево, а сумістивши вихідне і похідне – отримаємо суміщене граф-дерево (рисунки 4.4 – 4.6).

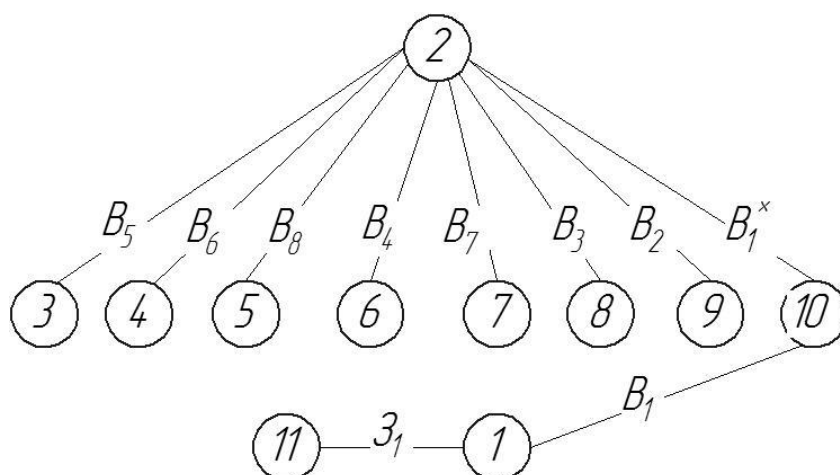


Рисунок 4.4 – Похідне граф-дерево

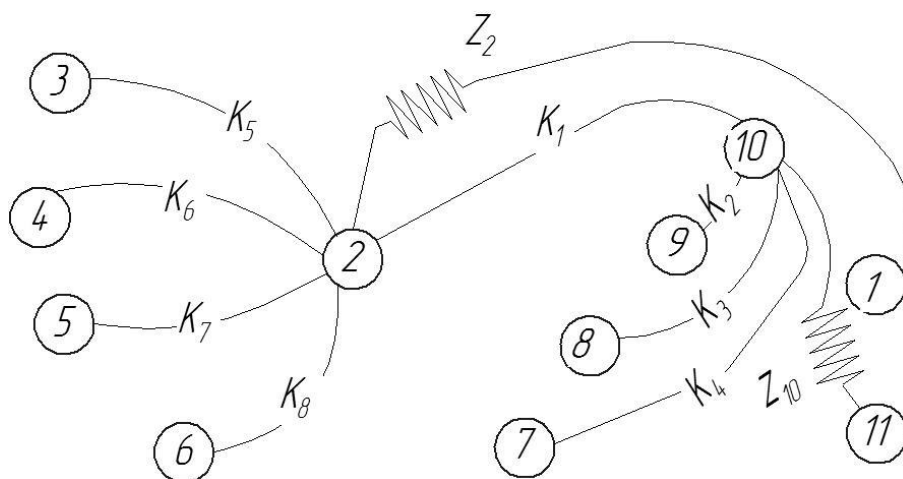


Рисунок 4.5 – Вихідне граф-дерево

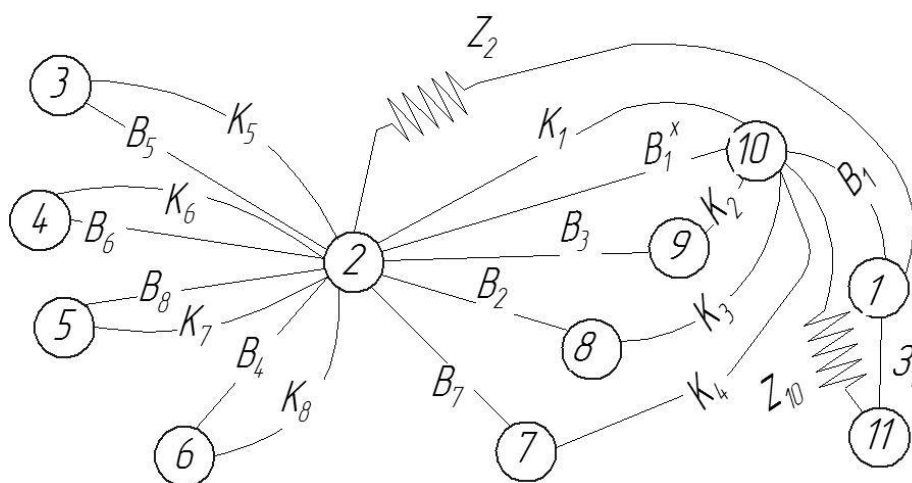


Рисунок 4.6 – Суміщене граф-дерево

Таблиця 4.12 — Мінімальні проміжні припуски на обробку плоских поверхонь

Позначення припуску	Спосіб обробки, під час виконання якої знімається припуск	Rz	h	Δ	ε	Кількісне значення мінімального припуску, мм
z_2	Однократне фрезерування	200	250	660	-	1,11
z_{10}	Однократне фрезерування	200	250	660	-	1,11

Таблиця 4.13 — Рівняння технологічних розмірних ланцюгів

№	Розрахункове рівняння	Вихідне рівняння	Розмір, що визначається
1	$-B_1 + K_1 + z_2 = 0;$	$B_1 = K_1 + z_2;$	B_1
2	$-B_1^x + K_1 = 0;$	$B_1^x = K_1$	B_1^x
3	$K_5 - B_6 = 0;$	$K_5 = B_6;$	B_6
4	$-B_5 + K_6 = 0;$	$B_5 = K_6;$	B_5
5	$-B_8 + K_7 = 0;$	$B_8 = K_7;$	B_8
6	$-B_4 + K_8 = 0;$	$B_4 = K_8;$	B_4
7	$K_1 - B_7 - K_4 = 0;$	$B_7 = K_1 - K_4;$	B_7
8	$K_1 - B_3 - K_2 = 0;$	$B_3 = K_1 - K_2;$	B_3
9	$K_1 - B_2 - K_3 = 0;$	$B_2 = K_1 - K_3;$	B_2
10	$z_1 - z_2 - z_{10} - B_1 = 0;$	$z_1 = B_1 + z_{10};$	z_1

Розв'яжемо рівняння записані в таблиці 4.13.

$$1) B_1 = K_1 + z_{10};$$

$$B_{1\min} = K_{1\min} + z_{10\min} = 229,71 + 1,11 = 230,82 (\text{мм});$$

$$2) B_1^x = K_1;$$

$$B_{1\min}^x = K = 229,71 \text{ мм};_{1\min}$$

$$B_{1\max}^x = K = 230 \text{ мм};_{1\max}$$

$$3) K_5 = B_6;$$

$$B_6 = 18_{-0,11} \text{ (мм)};$$

$$4) B_5 = K_6;$$

$$B_5 = 36_{-0,16} \text{ (мм)};$$

$$5) B_8 = K_7;$$

$$B_8 = 66 \pm 0,023 \text{ (мм)};$$

$$6) B_4 = K_8;$$

$$B_4 = 80_{-0,19} \text{ (мм)};$$

$$7) B_7 = K_1 - K_4;$$

$$B_{7\min} = K_{1\min} - K_{4\max} = 229,71 - 105,027 = 124,683 \text{ (мм)};$$

$$B_{7\max} = K_{1\max} - K_{4\min} = 230 - 104,973 = 125,027 \text{ (мм)};$$

$$8) B_3 = K_1 - K_2;$$

$$B_{3\min} = K_{1\min} - K_{2\max} = 229,71 - 43 = 186,71 \text{ (мм)};$$

$$B_{3\max} = K_{1\max} - K_{2\min} = 230 - 42,84 = 187,16 \text{ (мм)};$$

$$9) B_2 = K_1 - K_3;$$

$$B_{2\min} = K_{1\min} - K_{3\max} = 229,71 - 61 = 168,71 \text{ (мм)};$$

$$B_{2\max} = K_{1\max} - K_{3\min} = 230 - 60,81 = 169,19 \text{ (мм)};$$

$$10) 3_1 = B_1 + z_{10};$$

$$3_{1\min} = B_{1\min} + z_{10\min} = 230,82 + 1,11 = 231,93 \text{ (мм)};$$

$$3_{1\max} = 3_{1\min} + T(3_1) = 231,93 + 1,85 = 233,78 \text{ (мм)};$$

$$11) z_{10\max} = 3_{1\max} - B_{1\min} = 233,78 - 230,82 = 2,96 \text{ (мм)};$$

$$12) B_{1\max} = 3_{1\max} - z_{10\min} = 233,78 - 1,11 = 232,67 \text{ (мм)};$$

$$13) z_{2\max} = B_{1\max} - B_{1\min}^x = 232,67 - 230,82 = 1,85 \text{ (мм)};$$

З проведених розрахунків можна зробити висновок, що в цілому, технологічний процес є задовільним, корекція допусків технологічних розмірів і маршруту механічної обробки не потрібна.

4.7. Розрахунок проміжних припусків і технологічних розмірів на механічну обробку циліндричної поверхні ($\varnothing 50n6^{+0.033}_{+0.017}$)

Розрахунок сумарного просторового відхилення:

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{\rho_{\text{зм}}^2 + \rho_{\text{ексц}}^2} [\text{мкм}]; \quad (4.5)$$

де $\rho_{\text{зв}}$ — похибка, спричинена зміщенням по поверхні рознімання штампів;
 $\rho_{\text{ексц}}$ — похибка, спричинена неспіввісністю (ексцентриситетом) збазованої деталі на першій операції.

Для вихідної заготовки $\rho_{\text{зв}} = 600$ мкм, $\rho_{\text{ексц}} = 0$ мкм, оскільки на фрезерно – центрувальній операції використовуємо пристрій із самоцентрувальними призмами.

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{600^2} = 600 \text{ (мкм)}.$$

Залишкове значення просторового відхилення після чорнового точіння складе $\rho_1 = 0,05 \cdot 600 = 30$ мкм, а після напівчистового – $\rho_2 = 0,05 \cdot 30 = 1,5$ мкм, після чистового точіння складе $\rho_3 = 0,05 \cdot 1,5 = 0,075$ мкм.

Під час розрахунку припусків похибку встановлення $\varepsilon_{\text{в}}$ визначається за формулою:

$$\varepsilon_{\text{в}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{б}}^2 + \varepsilon_{\text{з}}^2} [\text{мкм}]; \quad (4.6)$$

де $\varepsilon_{\text{б}}$ — похибка базування; $\varepsilon_{\text{з}}$ — похибка закріплення.

Визначимо $\varepsilon_{\text{в}}$ для операції 010. Оскільки заготовка встановлюється в центра, то $\varepsilon_{\text{в}}$ дуже мала величина, тому нею можна знехтувати, отже $\varepsilon_{\text{в}} = 0$.

Визначимо розрахункові мінімальні проміжні припуски для точіння:
 чорнового:

$$2z_{min1} = 2(150 + 200 + \sqrt{600^2}) = 2 \cdot 950 \text{ (мкм)}.$$

Визначимо розрахункові мінімальні проміжні припуски для точіння:
напівчистового:

$$2z_{min2} = 2(50 + 50 + \sqrt{30^2}) = 2 \cdot 130 \text{ (мкм)};$$

чистового:

$$2z_{min3} = 2(25 + 30 + \sqrt{1,5^2}) = 2 \cdot 56,5 \text{ (мкм)}.$$

тонкого:

$$2z_{min4} = 2(25 + 30 + \sqrt{1,5^2}) = 2 \cdot 56,5 \text{ (мкм)}.$$

Визначимо розрахункові мінімальні проміжні припуски для шліфування:
чистового:

$$2z_{min5} = 2(5 + 15) = 2 \cdot 20 \text{ (мкм)}.$$

Результати розрахунків припусків, технологічних розмірів та розмірів заготовок для поверхні Ø50n6 показані в таблиці 4.14.

Таблиця 4.14 — Розрахунок припусків і технологічних розмірів на механічну обробку отвору (Ø50n6^{+0,033}_{+0,017}) мм

Технологічні переходи обробки поверхні Ø50n6 (^{+0,033} _{+0,017})	Елементи припуску, мкм				Розрахований мінімальний припуск 2z _{min} , мкм	Розрахунковий розмір d _p , мм	Допуск T, мкм	Граничні значення технологічних розмірів і розмірів, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	Rz	h	ρ	ε _с				d _{min}	d _{max}	2z _{min}	2z _{max}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заготовка (прокат)	250	250	600	-	-	53,51	1600	52,39	53,51	-	-

Продовження таблиці 4.14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Операція 010											
Точіння чорнове	150	200	600	-	2·950	50,829	390	50,49	50,829	1900	2680
Точіння напівчистове	50	50	30	-	2·130	50,369	100	50,23	50,369	260	460
Точіння чистове	25	30	1,5	-	2·56,5	50,201	27,5	50,117	50,201	113	168
Точіння тонке	10	20	-	-	2·30	50,105	18	50,057	50,105	60	96
Операція 025											
Шліфування	5	15	-	-	2·20	50,033	16	50,017	50,033	40	72
Загальний припуск										2313	3380

4.8 Розрахунок і нормування режимів різання

Приведемо приклад розрахунку режимів різання для обробки на верстатах з ЧПК на прикладі попереднього точіння поверхні 4, 1 установу, операції 010.

Для точіння валу із сталі 40Х приймаємо токарний прохідний різець відігнутий лівий з пластинкою із твердого сплаву Т5К10. Форма передньої поверхні радіусна з фаскою; геометричні параметри ріжучої частини різця:

$$\gamma=15^{\circ}, \alpha=10^{\circ}, \varphi=45^{\circ}, \varphi_1=45^{\circ}, r=0,8 \text{ (мм)}, f=1 \text{ (мм)}.$$

Припуск, який знімається на даній операції – 6 мм. При чорновому точінні, згідно рекомендацій, глибину різання t приймають 0,5 – 2мм, ми приймаємо 1,5 мм. Отже, даний припуск ми знімаємо за 3 проходи.

Згідно паспортних даних верстата 1В340Ф30 приймаємо: $S=1,0$ (мм/об);

Швидкість різання, яка допускається матеріалом різця, знайдемо по формулі:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, [\text{м/хв.}]; \quad (4.7)$$

де - $C_v=340$; $x=0,15$; $y=0,45$, $m=0,2$, $T=60$ хв

Поправочний коефіцієнт для обробки різцем з твердосплавною пластиною:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}; \quad (4.8)$$

K_{mv} – коефіцієнт, який враховує вплив фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу на швидкість різання:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_i}, \quad (4.9)$$

де - $K_r=0.95$; $n_i=1,0$

$$K_{mv} = 0,95 \left(\frac{750}{610} \right)^1 = 1,17;$$

K_{nv} – коефіцієнт, який враховує вплив стану поверхні заготовки на швидкість різання. Приймаємо $K_{nv}=0,9$.

K_{iv} – коефіцієнт, який враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання. Приймаємо $K_{iv}=0.65$.

Отже, поправочний коефіцієнт K_v складатиме:

$$K_v = 1,17 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,68;$$

$$V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 1^{0,45}} \cdot 0,68 = 107,2 (\text{м/хв});$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, [\text{об/хв.}]; \quad (4.10)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 107,2}{3,14 \cdot 65} = 525 (\text{об/хв});$$

Коректуємо частоту обертання шпинделя по паспортним даним верстата – $n_d=500$ (об/хв);

Сила різання при точінні розраховується за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p [\text{H}]; \quad (4.11)$$

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} \quad (4.12)$$

Значення C_p і показників степенів і коефіцієнтів вибираємо з довідників

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n; \quad (4.13)$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,75} = 0,86;$$

$$K_p = 0,86 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1 = 1,08;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^1 \cdot 1^{0,75} \cdot 107,2^{-0,15} \cdot 1,08 = 2411 (\text{H});$$

Визначаємо потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}, [\text{кВт}]; \quad (4.14)$$

$$N = \frac{2411 \cdot 107,2}{1020 \cdot 60} = 4,22 (\text{кВт});$$

Визначимо режими різання для всіх переходів механічної обробки кожної з технологічних операцій і занесемо в таблиці 4.15.

Таблиця 4.15 – Режими різання

Технологічні переходи і робочі ходи	$B_f(D)$, мм	L , мм	t , мм	s , мм/хв	V , м/хв	n , об/хв
Фрезерно-центрувальна операція (МР-71)						
Фрезерувати торці 1 та 2 остаточно	65	65	2	0,16	168,86	600
Центрувати торці 1 та 2 остат.	5	7	2,5	0,14	29,33	1800
Токарна з ЧПК операція (1В340Ф30)						
Точити поверхню 3 однократно	65	230	1,5	1	107,2	525
Точити поверхню 4 попередньо	62	105	3	1	96,6	496
Точити поверхню 4 попередньо	56	105	2	0,8	113,5	645
Точити поверхню 5 попередньо	52	61	2,5	0,8	109,8	672
Точити поверхню. 6 попередньо	47	43	2,5	0,6	125	846
Точити поверхню. 12 поперед.	62	80	2	1	102,7	527
Точити поверхню 12 остаточно	58	80	1,5	0,8	118,5	650
Точити поверхню 14 попередньо	55	66	2,5	0,8	109,8	635
Точити поверхню 14 попередньо	50	66	1,5	0,7	125,9	800
Точити поверхню 15 попередньо	47	36	0,5	0,6	159,1	1000
Точити поверхню 18 попередньо	46	18	2	0,6	129,2	900
Точити поверхню 4 остаточно	52	44	1	0,2	235,1	1400
Точити поверхню 5 остаточно	47	18	1	0,2	235,1	1600
Точити канавку 10	50	3	1	0,1	321	2000
Точити канавку 9	45	3	1	0,1	321	2000
Нарізати різь 22	40	40	1,5	1	107,2	800
Точити поверхню 14 остаточно	46	30	1	0,2	235,1	1600
Точити поверхню 15 остаточно	45	18	1	0,2	235,1	1600
Точити канавку 20	46	3	1	0,1	321	2000
Точити канавку 16	45	3	1	0,1	321	2000

Продовження таблиці 4.15

1	2	3	4	5	6	7	
Фрезерна з ЧПК операція (6520Ф3-36)							
Фрезерувати поверхню 23 однократно	12	27	0,3	0,18	14,07	373	
Фрезерувати поверхню 24 однократно	12	36	0,3	0,18	14,07	373	
Шліфувальна з ЧПК операція (3М151Ф3)							
Шліфувати поверхню 25 однократно	45	18	0,04	20	30	30	600
Шліфувати поверхню 26 однократно	50	44	0,04	25	30	30	600
Шліфувати поверхню 27 однократно	62	62	0,04	30	30	30	600
Шліфувальна з ЧПК операція (3М151Ф3)							
Шліфувати поверхню 28 однократно	45	18	0,04	20	30	30	600
Шліфувати поверхню 29 однократно	46	30	0,04	25	30	30	600
Шліфувати поверхню 30 однократно	55	55	0,04	30	30	30	600

4.8 Розрахунок технічних норм часу

Норма штучного часу визначається за формулою:

$$T_{шт} = (T_{ц.а.} + T_0) \cdot \left(1 + \frac{a_{tex} + a_{опг} + a_{вд}}{100}\right), [\text{хв.}]; \quad (4.15)$$

де T_0 – допоміжний час, що складається із:

$$T_0 = T_{уст} + T_{доп} + T_{вим}, [\text{хв.}]; \quad (4.16)$$

$T_{уст}$ - допоміжний час на установку і зняття деталі, згідно довідника для даної операції складає 1,4 хв на призму;

$T_{доп}$ - допоміжний час пов'язаний із операцією, включає в себе час на:

- встановлення заданого взаємного розташування деталі і інструмента по координатам – 0,32 хв;
- перевірку приходу інструмента в задану точку після обробки – 0,15 хв;
- змінювання режимів роботи верстата – 0,3хв.

$$T_{доп}=0,15+0,32+0,3=1,32(\text{хв}).$$

$T_{вим}$ – допоміжний час на контрольні вимірювання, що складається в даному випадкові із двох замірів прохідним калібром , на кожен замір по 0,17 хв.. В сумі час затрачений на вимірювальні операції складає:

$$T_{вим}=0,17 \cdot 2=0,34 (\text{хв});$$

$$T_{д}=1,4+1,32+0,34=3,06 (\text{хв}).$$

Час на організаційне і технічне обслуговування робочого місця і особисті потреби приводяться в відсотках від оперативного часу і складаються з таких складових:

$$a_{тех} + a_{орг} + a_{від}, [\%] \quad (4.17)$$

- Фізичні зусилля: 50-100 кг - 4%;
- Темп роботи середній - 2%;
- Монотонність роботи середня - 2%;
- Температура середовища нормальна - 1 %;
- Забрудненість повітря незначна - 1 %;
- Нервова напруженість незначна - 2 %;
- Виробничий шум підвищений - 2%;

- Час на технічне обслуговування місця - 2%;
- Час на організаційне обслуговування місця - 2 %.

Отже,

$$a_{\text{тех}} + a_{\text{орг}} + a_{\text{відп}} = 4\% + 2\% + 2\% + 1\% + 1\% + 2\% + 2\% + 2\% + 2\% = 18\%$$

$T_{\text{ц.а.}}$ – час на цикл роботи за програмою. Для того щоб визначити дану складову необхідно зобразити шлях за яким рухається інструмент.

Відповідно отримаємо:

$$T_{\text{шт}} = (1,125 + 1,08) \cdot (1 + 18/100) = 2,602 \text{ (хв)}.$$

Норма часу на виконання операцій на верстатах з ЧПК складається з норми підготовчо-заключного часу та норми штучного часу і визначається за формулою:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n}, [\text{хв}]; \quad (4.18)$$

Підготовчо-заключний час визначається за формулою:

$$T_{\text{пз}} = T_{\text{пз1}} + T_{\text{пз2}} + T_{\text{пз.обр}}, [\text{хв}]; \quad (4.19)$$

де $T_{\text{пз1}}$ – час на організаційну підготовку;

$T_{\text{пз2}}$ – час на наладку верстата, пристосування та ін.;

$T_{\text{пр.обр}}$ – час на пробну обробку деталі.

Час на організаційну підготовку: $T_{\text{пз1}} = 15 \text{ хв}$;

Час на наладку верстата, пристосування та ін.

$$T_{\text{пз}} = 10 + 10 + 1,15 + 1,15 + 4 + 4,5 + 3 + 2,8 = 33,3 \text{ (хв)}.$$

Час на пробну обробку деталі: $T_{\text{пр.обр}} = 2$ хв.

$$T_{\text{пз}} = 15 + 33,3 + 2 = 50,3 \text{ (хв).}$$

Отже, штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шт-к}} = 2,602 + \frac{50,3}{150} = 2,937 \text{ (хв);}$$

Аналогічно визнається штучно-калькуляційний час для всіх інших операцій, дані заносимо до таблиці 4.16.

Таблиця 4.16 – Норми часу на операції

№ операції	T_o , хв	T_d , хв	$T_{\text{шт}}$, хв	$T_{\text{шт-к}}$, хв
005	0,625	0,126	1,978	2,134
010	3,478	0,696	7,105	7,667
015	0,936	0,189	2,602	2,937
020	2,233	0,787	3,964	4,276
025	2,142	0,778	3,856	4,160

5 РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ ДІЛЬНИЦІ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

5.1 Розрахунок приведеної програми

При серійному типі виробництва можна використати приведену програму для подібних виробів, що дозволить розробляти технологічну документацію відразу на декілька виробів, а точніше розробляється технологічний процес на одну деталь представника, а всі інші приводяться до неї за допомогою коефіцієнта приведення. Приведена програма може бути розрахована за формулою 5.1.

$$N_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^n N_i \cdot K_{\text{пр}i}, [\text{шт.}]; \quad (5.1)$$

де N_i – програма випуску по кожному з найменувань деталей, зібраних в групу, шт.;

$K_{\text{пр}i}$ – коефіцієнт приведення по кожному з найменувань деталей, зібраних в групу;

n – кількість найменувань деталей, що зібрані в групу.

Загальний коефіцієнт приведення для розглядуваної деталі

$$K_{\text{пр}i} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \dots K_n, \quad (5.2)$$

де K_1 – коефіцієнт приведення по масі;

K_2 – коефіцієнт приведення по серійності;

K_3 – коефіцієнт приведення по складності;

K_n – коефіцієнт приведення, який враховує інші особливості об'єкта.

Для визначення коефіцієнтів K_1, K_2, K_3 скористаємося даними таблиці 5.1.

Розрахуємо коефіцієнт K_1 для кожного з найменувань виробів. Оскільки в групу об'єднані подібні деталі, то K_1 може бути розрахований за формулою (5.3)

$$K_1 = \sqrt[3]{\left(\frac{m_i}{m_{p.пр.}}\right)^2}, \quad (5.3)$$

де m – маса деталі розглядуваного виробу;

$m_{p.пр.}$ – маса розрахункового представника.

Таблиця 5.1 – Дані для розрахунку приведеної програми

Деталі	Маса	Програма	Параметри точності і шорсткості деталей групи									
			6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Вал 01.11 (розрахунковий представник)	3,454	16000	4	6	2	2	6	-	-	-	-	
			0,8	1,25	1,6	2,5	3,2	6,3	12,5	-	-	
			-	-	4	-	10	6	-	-	-	
			6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Деталь 2	3,108	20000	-	10	-	4	6	-	-	-	-	
			0,8	1,25	1,6	2,5	3,2	6,3	12,5	-	-	
			-	-	4	4	6	6	-	-	-	
			6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Деталь 3	2,763	18000	-	6	-	7	7	-	-	-	-	
			0,8	1,25	1,6	2,5	3,2	6,3	12,5	-	-	
			-	-	-	5	5	10	-	-	-	
			6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Деталь 4	2,936	14000	-	8	-	-	12	-	-	-	-	
			0,8	1,25	1,6	2,5	3,2	6,3	12,5	-	-	
			-	-	-	8	4	8	-	-	-	
			6	7	8	9	10	11	12	13	14	

$$K_{11} = \sqrt[3]{\left(\frac{3,108}{3,454}\right)^2} = 0,932; K_{12} = \sqrt[3]{\left(\frac{2,763}{3,454}\right)^2} = 0,862; K_{13} = \sqrt[3]{\left(\frac{2,936}{3,454}\right)^2} = 0,897;$$

Коефіцієнт приведення по серійності:

$$K_2 = \left(\frac{N_n}{N_i} \right)^a; \quad (5.4)$$

де $N_{пр}$, N_i – програма випуску відповідно деталі (виробу) – розрахункового представника і розглядуваної деталі (виробу);

α – показник степені.

$$K_{21} = \left(\frac{16000}{20000} \right)^{0,15} = 0,967;$$

$$K_{22} = \left(\frac{16000}{18000} \right)^{0,15} = 0,983;$$

$$K_{23} = \left(\frac{16000}{14000} \right)^{0,15} = 1,020;$$

коефіцієнт приведення по складності:

$$K_3 = \frac{(\bar{K}_{Ti})^{\alpha_1} \cdot (\bar{R}_{ai})^{\alpha_2}}{(\bar{K}_{m.пр.})^{\alpha_1} \cdot (\bar{R}_{a.пр.})^{\alpha_2}}$$

де K_{Ti} – i -й квалітет;

n_n - кількість розглядуваних розмірів, що мають певні квалітети;

N_γ - кількість розмірів γ -го квалітету;

R_{ai} - значення R_a i -ї поверхні деталі, мкм;

N_r - кількість розглядуваних поверхонь, що мають певну шорсткість;

n_k - кількість поверхонь, що мають значення R_a .

$$K_{31} = \frac{8,5}{7,75} \cdot \frac{3,28}{3,96} = 0,908;$$

$$K_{32} = \frac{8,75}{7,75} \cdot \frac{4,35}{3,96} = 1,240;$$

$$K_{33} = \frac{8,8}{7,75} \cdot \frac{4,16}{3,96} = 1,193;$$

$$K_{1np} = 0,932 \cdot 0,967 \cdot 0,908 = 0,818;$$

$$K_{2np} = 0,862 \cdot 0,983 \cdot 1,24 = 1,051;$$

$$K_{3np} = 0,897 \cdot 1,02 \cdot 1,193 = 1,192;$$

На основі приведених вище розрахунків приведена програма становитиме:

$$N_{np} = N_{пред} + N_1 \cdot K_1 + N_2 \cdot K_2 + N_3 \cdot K_3 + N_4 \cdot K_4 = \\ = 16000 + 20000 \cdot 0,818 + 18000 \cdot 1,051 + 14000 \cdot 1,192 = 67966(\text{шт}).$$

5.2 Визначення кількості верстатів і коефіцієнтів завантаження

Кількість верстатів визначається за формулою:

$$C_n = \frac{T_{np}}{\Phi_o} \cdot m[\text{шт}]; \quad (5.5)$$

де T_{np} –сумарна трудомісткість деталей, год;

Φ_d – ефективний річний фонд часу роботи верстата при роботі в одну зміну, год;

m - кількість робочих змін;

Враховуючи проведенне раніше нормування часу розраховуємо сумарну трудомісткість деталей:

$$T_{np} = \frac{T_{um-k} \cdot N}{60} [\text{год}]; \quad (5.6)$$

$$T_{np.1} = \frac{2,134 \cdot 67966}{60} = 2417,33(\text{год});$$

$$T_{np.2} = \frac{7,667 \cdot 67966}{60} = 8684,92(\text{год});$$

$$T_{np.3} = \frac{2,937 \cdot 67966}{60} = 3326,94(\text{год});$$

$$T_{np.4} = \frac{4,276 \cdot 67966}{60} = 4843,71(\text{год});$$

$$T_{np.5} = \frac{4,160 \cdot 67966}{60} = 4712,31(\text{год}).$$

Розраховуємо кількість верстатів

$$C_{p_1} = \frac{T_1}{\Phi_0} = \frac{2417,33}{3890} = 0,621;$$

$$C_{p_2} = \frac{T_2}{\Phi_0} = \frac{8684,92}{3890} = 2,233;$$

$$C_{p_3} = \frac{T_3}{\Phi_0} = \frac{3326,94}{3890} = 0,855;$$

$$C_{p_5} = \frac{T_5}{\Phi_0} = \frac{4843,71}{3890} = 1,245;$$

$$C_{p_6} = \frac{T_6}{\Phi_0} = \frac{4712,31}{3890} = 1,211;$$

Приймаємо необхідну кількість обладнання

$P_1=1; P_2=3; P_3=1; P_4=2; P_5=2.$

Визначаємо коефіцієнт використання обладнання:

$$\eta = \frac{C_p}{P}; \quad (5.7)$$

$$\eta_1 = \frac{C_{p_1}}{P_1} = \frac{0,621}{1} = 0,621;$$

$$\eta_2 = \frac{C_{p_2}}{P_2} = \frac{2,233}{3} = 0,744;$$

$$\eta_3 = \frac{C_{p_3}}{P_3} = \frac{0,855}{1} = 0,855;$$

$$\eta_4 = \frac{C_{p_5}}{P_5} = \frac{1,245}{2} = 0,623;$$

$$\eta_5 = \frac{C_{p_6}}{P_6} = \frac{1,211}{2} = 0,606;$$

$$\eta_{сер} = 0,67;$$

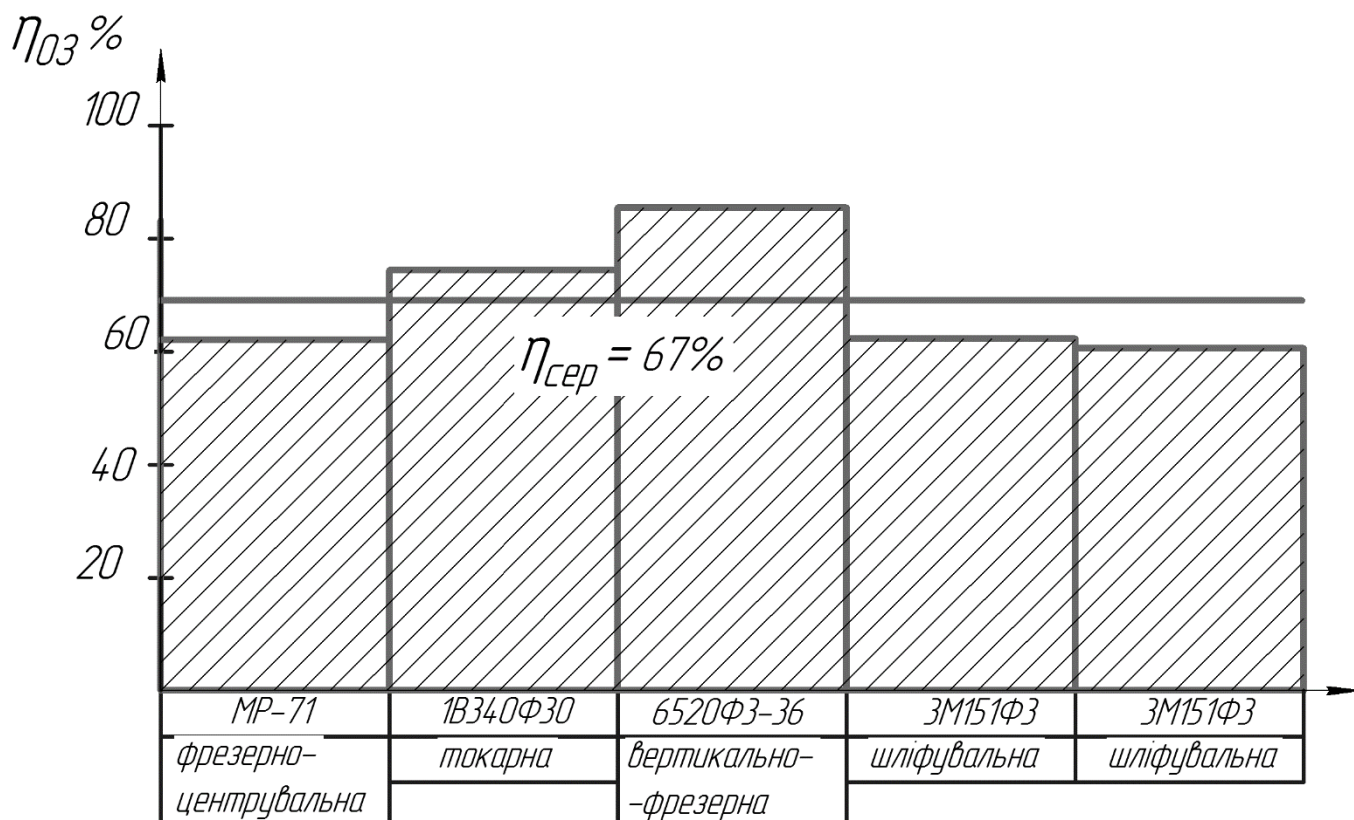


Рисунок 5.1 – Графік завантаження верстатів

Визначаємо коефіцієнт використання обладнання за основним часом:

$$\eta_o = \frac{T_{осн}}{T_{шт-к}}; \quad (5.8)$$

$$\eta_{o1} = \frac{0,625}{2,134} = 0,293;$$

$$\eta_{o2} = \frac{3,478}{7,667} = 0,454;$$

$$\eta_{o3} = \frac{0,936}{2,937} = 0,319;$$

$$\eta_{o4} = \frac{2,233}{4,276} = 0,522;$$

$$\eta_{o5} = \frac{2,142}{4,160} = 0,515;$$

$$\eta_{o.сер} = 0,421;$$

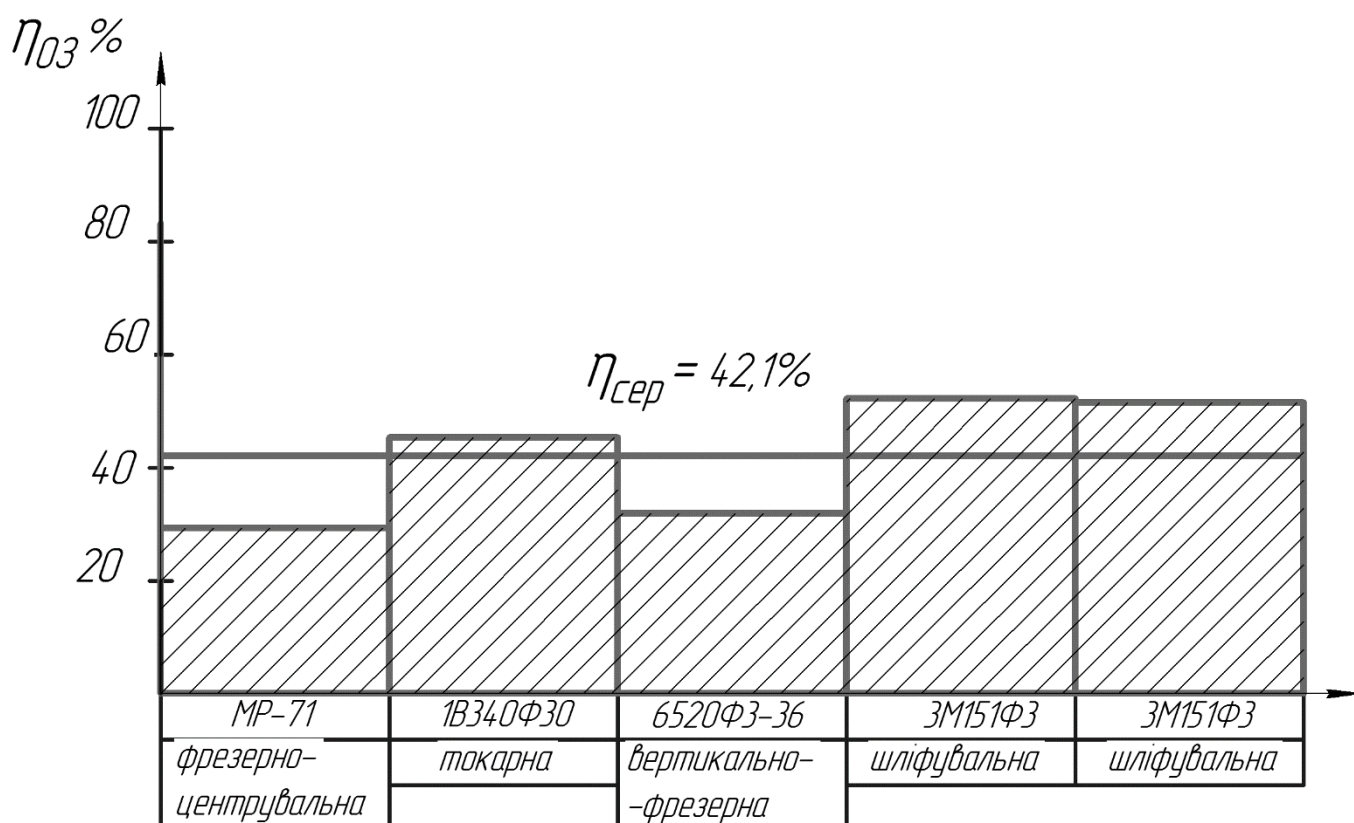


Рисунок 5.2 – Графік завантаження верстатів за основним часом

Аналіз графіка завантаження обладнання свідчить про те, що верстати на операціях 010, 015 завантажені в достатній мірі. На операціях 005, 020, 025 верстати повинні бути довантажені обробкою інших деталей (крім тих, що враховані в приведеній програмі) з метою доведення завантаження верстатів до нормативних рекомендацій.

Коефіцієнт завантаження за основним часом може бути підвищений за рахунок впровадження засобів механізації та автоматизації. Це дасть можливість в першу чергу скоротити допоміжний час, а також час технічного обслуговування. Відповідно доля основного часу в структурі штучно-калькуляційного зросте і підвищиться коефіцієнт використання за основним часом.

5.3 Розрахунок кількості працюючих на дільниці

1) Кількість основних робітників

$$P_{верст} = \frac{\Sigma T_{шт.п.}}{\Phi_p \cdot K_{\epsilon}}; \quad (5.9)$$

$$P_{верс1} = \frac{\Sigma T_{шт.п.}}{\Phi_p \cdot K_{\epsilon}} = \frac{2417,33}{1820 \cdot 1} = 1,33 \rightarrow 2 \text{робітники};$$

$$P_{верс2} = \frac{\Sigma T_{шт.п.}}{\Phi_p \cdot K_{\epsilon}} = \frac{8684,92}{1820 \cdot 2} = 2,39 \rightarrow 3 \text{робітники};$$

$$P_{верс3} = \frac{\Sigma T_{шт.п.}}{\Phi_p \cdot K_{\epsilon}} = \frac{3326,94}{1820 \cdot 2} = 0,91 \rightarrow 2 \text{робітники};$$

$$P_{верс4} = \frac{\Sigma T_{шт.п.}}{\Phi_p \cdot K_{\epsilon}} = \frac{4843,71}{1820 \cdot 2} = 1,33 \rightarrow 2 \text{робітники};$$

$$P_{верс5} = \frac{\Sigma T_{шт.п.}}{\Phi_p \cdot K_{\epsilon}} = \frac{4712,31}{1820 \cdot 2} = 1,30 \rightarrow 2 \text{робітники}.$$

Приймаємо 11 чоловік.

2) Кількість допоміжних робітників

Для середньо серійного виробництва кількість допоміжних робітників 20-25% від загальної кількості верстатників.

$$P_{дон} = 11 \cdot (0,2 \dots 0,25) = 2,2 - 2,75 \rightarrow 3 \text{робітники}.$$

3) Кількість інженерно-технічних робітників(ІТР) складає 22%...16% від загальної кількості верстатників.

$$P_{имр} = 11 \cdot (0,22 \dots 0,16) = 2,42 - 1,76 \rightarrow 2 \text{робітники}.$$

4) Кількість службовців

При серійному виробництві кількість службовців 0,9-1,9% від загальної кількості верстатників.

$$P_{сл} = 11 \cdot (0,009 \dots 0,019) = 0,099 \dots 0,209 \rightarrow 1 \text{робітник}.$$

5) Кількість МОП складає 1% від загальної кількості працівників

$$P_{\Sigma} = 11 + 3 + 2 + 1 = 17(\text{чол});$$

$$P_{cl} = 17 \cdot 0,01 = 0,17 \rightarrow 1 \text{ робітник.}$$

Всі дані по розрахунку кількості працюючих на ділянці зводимо до таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Зведена відомість працюючих на ділянці

Категорії працюючих	Спосіб визначення	Розрахункова кількість	Прийнята кількість
Основні робітники-верстатники			11
Допоміжні робітники	20...25%	2,2...2,75	3
ІТР	16...22%	1,76...2,42	2
СКП	2,2%	0,099	1
МОП	2%	0,17	1

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Аналіз умов праці

Приміщення в якому виконується технологічний процес механічної обробки заготовки деталі типу «Вал 01.11» може мати шкідливі фізичні небезпечні виробничі чинники, а саме:

- підвищена та понижена температура повітря робочої зони;
- підвищена температура поверхонь обладнання;
- підвищена швидкість руху повітря;
- понижена вологість повітря,
- підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- небезпечний рівень напруги в електричному колі, замикання якого може пройти крізь тіло людини;
- підвищений рівень вібрації;
- нестача природного освітлення;
- недостатня освітленість робочої зони.

До небезпечних виробничих факторів відносяться: небезпека ураження людини електричним струмом напругою 220/380 В; використання несправного інструменту; опіки від розігрітих частин обладнання.

Психофізіологічні:

- фізичні перевантаження (динамічні);
- нервово-психічні перевантаження (монотонність праці, перенапруга аналізаторів).

6.2. Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Робочі місця не слід розміщувати поблизу силових кабелів і вводів, високовольтних трансформаторів, технологічного обладнання, що створює

перешкоди у роботі.

Оскільки повинно подаватися стабілізоване електроживлення (з відхиленням від 220 В не більше -10 % +15 %), подачу електроенергії в комп'ютерні приміщення слід здійснювати від окремого незалежного джерела живлення.

Згідно з вимогами ПУЕ корпуси розподільчих (вступних) щитів в будівлях, спорудах, квартирах повинні бути занулені і заземлені; на вводі в будинок повинна виконуватися система зрівнювання потенціалів.

Правила поведінки на робочому місці:

Робітник повинен знати:

- особливо пожежонебезпечні ділянки, а також спеціальні місця для паління.

Курити на території строго ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ;

- місця розташування пожежної сигналізації та правила користування нею (телефон, ел. оповіщувачі, сигналізація тощо);

- місце, де знаходяться первинні засоби пожежегасіння (внутрішні крани, шухляди з піском і лопатами, вогнегасники, азбестова полотнона тощо);

- правила користування засобами пожежогасіння й інвентарем у кожному конкретному випадку (загоряння олії, гасу, дерева, папера, електропроводки тощо).

Особи, які відповідають за пожежну безпеку, повинні:

- здійснювати постійне спостереження за виконанням протипожежного режиму в цеху чи на території об'єкту;

- знати властивості матеріалів і сировини, що застосовується, ступінь небезпеки і вибухонебезпечності ділянок виробництва;

- знати засоби пожежогасіння та місцезнаходження вогнегасних засобів.

При прийманні чи здаванні зміни перевіряти наявність і справність первинних засобів пожежогасіння, а у випадку виявлення несправності чи їх відсутності, сповіщати про це відповідальній особі за пожежну безпеку.

Забезпечувати виконання попереджувальних протипожежних заходів, вчасно повідомляти про пожежу й організовувати до прибуття пожежної команди гасіння пожежі силами особового складу добровільних пожежних дружин і інших робітників.

6.2. Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

6.2.1 Мікроклімат

Показниками, що характеризують мікроклімат є: температура повітря, відносна вологість, швидкість руху повітря, інтенсивність теплового випромінювання. Оптимальні показники мікроклімату поширюються на всю робочу зону, допустимі показники встановлюються диференційовано, у нашому випадку для постійного робочого місця [11].

Роботи, що виконуються відносяться до категорії робіт Па – середньої важкості. Вони пов'язані з розбиранням і збиранням вузлів і агрегатів, процесами механічної обробки деталей. Ці роботи пов'язані з середнім фізичним навантаженням.

Допустимі параметри мікроклімату приведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні виробничого приміщення

Період року	Категорія робіт по важкості	Температура °С	Відносна вологість %	Швидкість повітря м/с
		Допустима	Допустима	Допустима
Холодний	Середня II а	17-23	75	<0,3
Теплий	Середня II а	18-27	65 при 26°	0,2-0,4

Інтенсивність теплового випромінювання на працюючих визначається нагрітими поверхнями технологічного обладнання, освітлювальними пристроями. Інсоляції на постійних і непостійних робочих місцях не повинні перевищувати 36 Вт/м² при опроміненні більше 25% поверхні тіла.

Забезпечення метеорологічних умов праці в приміщенні здійснюється за допомогою системи припливно-витяжної вентиляції та регулярного провітрювання.

Шкідливі речовини, які виділяються на дільниці показані в таблиці 6.2. Це в основному речовини, які містяться в відпрацьованих газах [11].

Таблиця 6.2 – Шкідливі речовини та їх ГДК

Назва речовини	Величина ГДК, мг/м ³	Агрегатний стан	Клас небезпеки	Особливість дії на організм
Акролеїн	0.2	П	II	
Азоту окис (NO ₂)	5	П	III	0
Бенз(а)пирен	0.0001	П	I	К
Окис вуглецю (CO)	20	П	IV	0
Свинець та його сполуки	0.01/0.005	A	I	
Тетраетилсвинець	0.005	П	I	0

Для захисту від шкідливих речовин, які знаходяться в повітрі робочої зони діагностування застосовують такі заходи:

- 1) обладнання приміщення дільниці загально-обмінною припливно-втяжною механічною вентиляцією;
- 2) обладнання постів діагностування автомобілів місцевими відсмоктувачами відпрацьованих газів;
- 3) спеціальна підготовка та інструктаж обслуговуючого персоналу;
- 4) своєчасний якісний ремонт вентиляційного обладнання;
- 5) регулярне прибирання приміщення;
- 6) застосування засобів індивідуального захисту працюючих (спецодяг, захисні окуляри, тощо);
- 7) попереджувальні та періодичні медичні огляди, профілактичне харчування і дотримання правил особистої гігієни.

Система опалення забезпечує рівномірне нагрівання повітря в зоні, можливість місцевого регулювання і вимикання, зручність в експлуатації, а також доступ при ремонті [12].

Викиди в атмосферу із системи вентиляції розташовані на відстані від

приймальних пристроїв для зовнішнього повітря більше 10 м. по горизонталі, викиди із системи місцевого відсмоктувача розташоване на висоті більше 2 м. над найвищою точкою покрівлі.

6.2.2 Освітлення

Приміщення повинні мати природне і штучне освітлення [13].

Природне освітлення має здійснюватись через світлопройоми, орієнтовані переважно на північ і північний схід, і забезпечувати коефіцієнт природної освітленості не нижче 1,2% у зонах зі стійким сніжним покривом і не нижче 1,5% на іншій території.

Розряд зорової роботи IV а. Освітленість при системі одного загального освітлення 300 лк. Характеристика зорової роботи середньої точності. Найменший розмір розрізнення 1 мм.

На ділянці спроектоване устаткування для освітлення з урахуванням класифікації пожежовибухонебезпечних технологічних одиниць і устаткувань. Значення якісних та кількісних показників освітлення передбачені вимогами і наведені в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Параметри штучного та природного освітлення

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Характеристика фона	Штучне освітлення	Природне освітлення
					Освітленість, лк	КПО %
Малої точності	1	IV	а	малий	300	1,5

Нормоване значення КПО для суміщеного освітлення даного виробничого приміщення розраховуємо за формулою:

$$e_N = e_H \cdot m_N,$$

де m_N - коефіцієнт світлового клімату, $m_N = 0,9$ при орієнтації вікон на північ.

Природне освітлення $e_N = 1,5 \cdot 0,9 = 1,4\%$.

У виробничих приміщеннях, особливо в зимовий період, коли світловий день досить короткий, природнього освітлення недостатньо, тому використовуємо штучне освітлення (таблиця 6.4).

Таблиця 6.4 - Вибір освітлювального пристрою

Тип світильника	Кососвітло емальоване
Світло розподілення	Несиметричне
Потужність лампи, Вт	До 200
ККД	0,6
Найменша висота підвіски	Будь-яка
Рекомендації по використанню світильників	Для освітлення вертикальних поверхонь пультів управління та інших приладів

6.2.3 Шум

Дія шуму на людину може викликати зміни, функціональні розлади і механічні пошкодження. На ділянці роботи шум по характеру спектра - широкосмуговий, з безперервним спектром шириною більше октави. За часовою характеристикою шум відноситься до категорії постійного.

Основним джерелом шуму у приміщеннях є верстати, вентиляційна система, трансформатори, випрямлячі та інше обладнання.

Характеристикою такого шуму на робочих місцях є рівні звукового тиску (дБ) в октавних смугах з середньо - геометричними частотами 31.5: 63: 125: 250: 500: 1000; 2000: 4000 та 8000 Гц. Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку і

еквівалентні рівні звуку на робочих місцях приймаються за вимогами [14] і наведені в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях

Робоче місце	Рівень звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньо-геометричними частотами								
	31,5	63	125	250	500	1000;	2000	4000	8000
Виробниче приміщення	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Рівень звукового тиску на робочих місцях постійний, але при необхідності виконання деяких непостійних робіт (вибухові та ремонтні), рівень звуку може змінюватись.

Для зменшення рівня шуму до допустимого застосовують малошумні установки, оснащення машин і установок засобами дистанційного керування і тиску в даному виробничому приміщенні при постійному шумі (дБА).

При надмірних шумах встановлено звукоізоляцію, кожухи, відбиваючі екрани, заглушки та інші пристрої. Шумові машини закриваються звукоізованими кожухами, які виготовлені з металу та облицьовані з середини звукопоглинаючими матеріалами, де неможливо ізолювати джерела шуму проводять акустичну обробку

6.2.4 Вібрації

Вібрацією називають будь-які механічні коливання пружних тіл, які проявляються в їх переміщенні в просторі. Коливання частотою нижче 16 (Гц) сприймаються органами як вібрації [15].

Джерелами вібрацій є інструмент, що працює, електродвигуни, вентилятори. Джерелом збудження вібрацій є зворотньо-поступальний рух системи, невірноваженої маси.

Основними гігієнічними характеристиками вібрації, які визначають вплив на людину, є середньоквадратичні значення віброшвидкості чи її логарифми.

Систематична дія вібрації призводить до різних порушень здоров'я людини, стає причиною вібраційної хвороби. Загальна вібрація діє на нервову, серцево-судинну систему, порушується обмін речовин; виникає головний біль, порушується сон, знижується продуктивність праці.

З метою виключення можливості виникнення віброхвороби обмежують параметри вібрації робочих місць і поверхні контакту працюючих

Допустимі значення нормованих вібрацій на постійних робочих місцях в даному виробничому приміщенні приведені в таблиці 6.6.

Таблиця 6.6 – Допустимі рівні вібрації на робочих місцях

Види вібрацій	Октавні смуга з середньо-геометричними частотами, Гц				
	2	4	8	16	31,5
На постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях	1,3/108	0,45/99	0,22/93	0,2/92	0,2/92

Заходи боротьби: динамічне гасіння коливань і зміна конструктивних елементів установки.

Боротьба з вібрацією досягається вибором таких кінематичних і технологічних схем, при яких динамічні процеси, які викликані поштовхами, різкими прискореннями, будуть виключені чи гранично знижені. Динамічне гасіння вібрації відбувається частіше всього шляхом розміщення установок на фундаменті, масу яких визначають з розрахунку, щоб амплітуда коливань не перевищувала 0,1-0,2 (мм).

6.3. Технічні рішення з пожежної безпеки

Приміщення механічної ділянки відносять до категорії Д – негорючі речовини у холодному стані. Будівля характеризується III ступенем вогнестійкості згідно [16-19]. До III ступенем вогнестійкості відносяться будівлі з штучними та захисними

конструкціями з природних та штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону. Для перекриття допускається застосування дерев'яних інструкцій, захищених штукатуркою або важкогорючими листовими, а також нитковими матеріалами. При цьому елементи укриття з деревини піддаються вогнезахисній обробці. Межі вогнестійкості занесені у таблицю 6.7. У чисельнику вказуються межі вогнестійкості будівельних конструкцій; у знаменнику - межі розповсюдження полум'я по них.

Біля входу на станцію необхідно встановити 1 порошковий вогнегасник ВП-5. На території підприємства розташовано 3 пожежних щита, до комплексу засобів пожежегасіння, які розміщені на ньому, включені: вогнегасники ВП-5 – 3 шт., ящик з піском – 1 шт., покривало з негорючого теплоізоляційного матеріалу або повсті розміром 2м х 2м – 1 шт., гаки – 3 шт., лопати – 2 шт., ломи – 2 шт., сокири – 2 шт. Ящик для піску має місткість 1,0 м³ та бути укомплектований совковою лопатою. Конструкція ящика повинна забезпечувати зручність діставання піску та виключати попадання опадів.

Таблиця 6.7 - Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій і максимальні межі розповсюдження полум'я по них

Ступінь вогнестійкості будівлі	Стіни				Колони	Сходові площадки, балки, косоури, марші сходових кліток	Плити, настили (з утеплювачем), несучі конструкції перекрить	Елементи перекрить	
	Несучі	Самонесучі	Зовнішні несучі	Внутрішні несучі (перегородки)				Плити, настили, прогони	Балки, ферми, арки, рами
III	1/0	0,5/0	0,2/40	0,2/40	0,25/0	1/0	0,25/0	0,25/25	0,25/0

ВИСНОВКИ

В бакалаврській дипломній роботі розроблено маршрут механічної обробки для деталі "Вал 01.11", в якому використовується обладнання із ЧПК. Визначено тип виробництва, який є середньосерійним. Відповідно до матеріалу, маси та типу виробництва обрано два способи отримання заготовки – штамповка на ГKM і прокат, за техніко-економічним порівнянням обрано кращим способом отримання заготовки – прокат.

Враховуючи форму заготовки, попередньо обрані технологічні бази та кількість ступенів механічної обробки побудовано маршрут механічної обробки. Для визначення технологічних розмірів, припусків і уточнення розмірів заготовки виконано розмірний аналіз. Розраховано режими різання і норми часу на всі переходи та операції відповідно.

Крім того виконано попереднє проектування ділянки механічної обробки. Визначено приведену програму та згідно неї кількість верстатів – 9. На ділянці має працювати 18 робітників. Верстати здебільшого завантажені, середній коефіцієнт завантаження верстатів складає 67%.

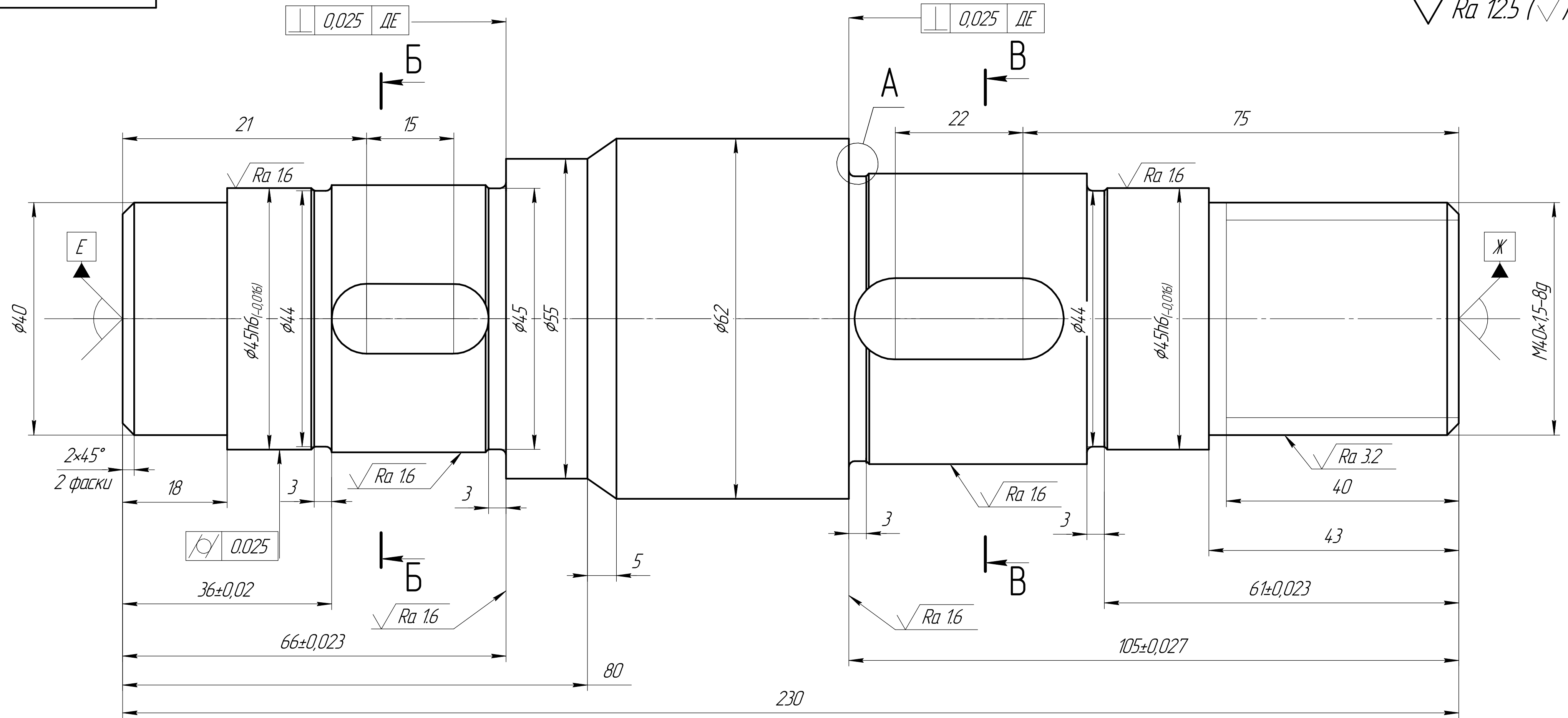
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 2391:2010. Система технологічної документації. Терміни та визначення основних понять. [Чинний від 2010-12-09]. Вид. офіц. Київ, 2010. 35 с.
2. Лапковський С.В., Солдатова М.О. Кількісна оцінка технологічності. Materiály VII Mezinárodní vědecko-praktická konference “Zprávy vědecké ideje — 2011”. Díl 20. Technické vědy. Praha. Publishing House „Education and Science” s.r.o. — 2011. Str. 27 — 29.
3. Лапковський С.В., Савлюк С.А., Солдатова М.О. Кількісне оцінювання технологічності. Вісник НТУУ «КПІ»: Серія Машинобудування, №64, 2012. С. 150-155.
4. Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський, В. В. Савуляк, О. В. Сердюк. Механоскладальні дільниці та цехи в машинобудуванні [Текст]: практикум. Вінниця : ВНТУ, 2016. 148 с.
5. Дерібо О. В., Дусанюк Ж. П., Пурдик В. П. Технологія машинобудування. Курсове проектування [Текст]: навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2013. 123 с.
6. Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Гаряче об'ємне штампування [Текст] : навчальний посібник / Ж. П. Дусанюк , І. О. Сивак, С. В. Дусанюк, С. В. Репінський. — Вінниця : ВНТУ, 2006. — 106 с.
7. ДСТУ 8981:2020. Виливки з металів та сплавів. Допуски розмірів, маси та припуски на механічне оброблення. [Чинний від 2021-05-01]. Вид. офіц. Київ, 2020. 16 с.
8. М. І. Іванов, Ж. П. Дусанюк, С. В. Дусанюк та ін. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування [Текст]: навчальний посібник. — Вінниця: Глобус-Прес, 2011. 200 с.
9. ДСТУ ISO 286-2:2002. Допуски і посадки за системою ISO. Частина 2. Таблиці квалітетів стандартних допусків і граничних відхилів отворів і валів (ISO 286-2:1988, IDT). [Чинний від 2003-10-01]. Вид. офіц. Київ, 2003. 47 с.

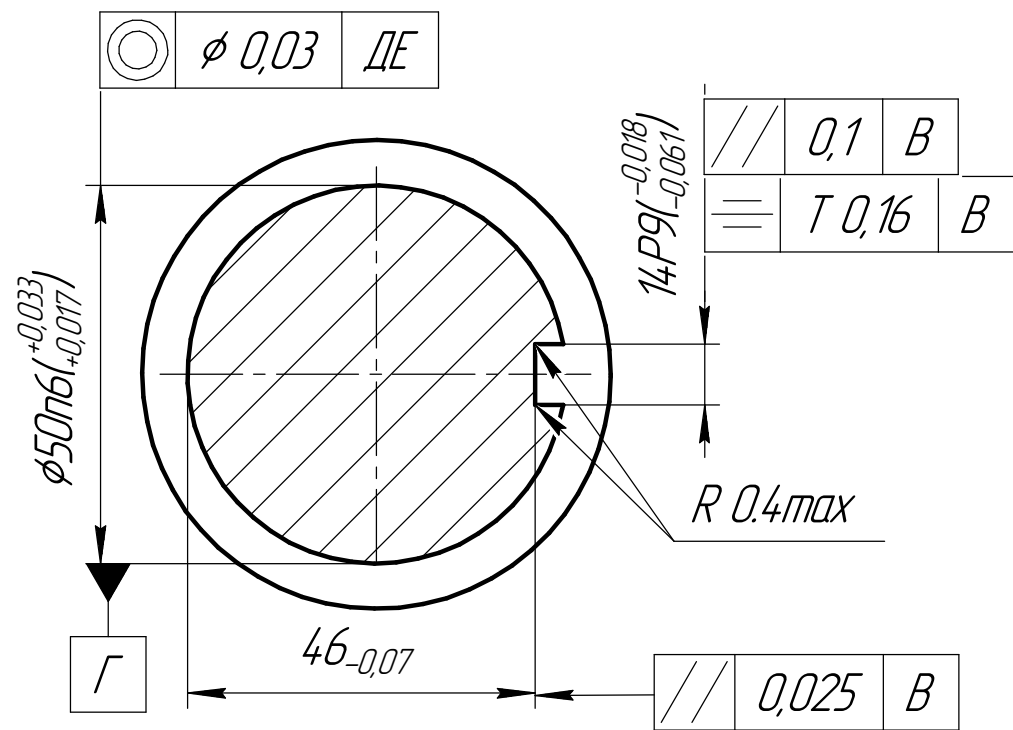
10. ДСТУ ISO 286-2:2002. Допуски і посадки за системою ISO. Частина 1. Основи допусків, відхилів та посадок. [Чинний від 2003-10-01]. Вид. офіц. Київ, 2003. 15 с.
11. Ткачук К. Н. Основи охорони праці [Текст]: підручник / [К.Н. Ткачук та ін.]. Київ: Основа, 2003. 472 с.
12. ДБНВ.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. К. : Мінрегіонбуд України, 2013.
13. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885
14. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
15. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.
16. ДСТУ 2272:2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять. URL: https://ammokote.com/wp-content/uploads/2020/08/DSTU_2272_2006.pdf.
17. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. URL: <https://dwg.ru/dnl/15125>.
18. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. URL: http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.
19. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759.

Додатки

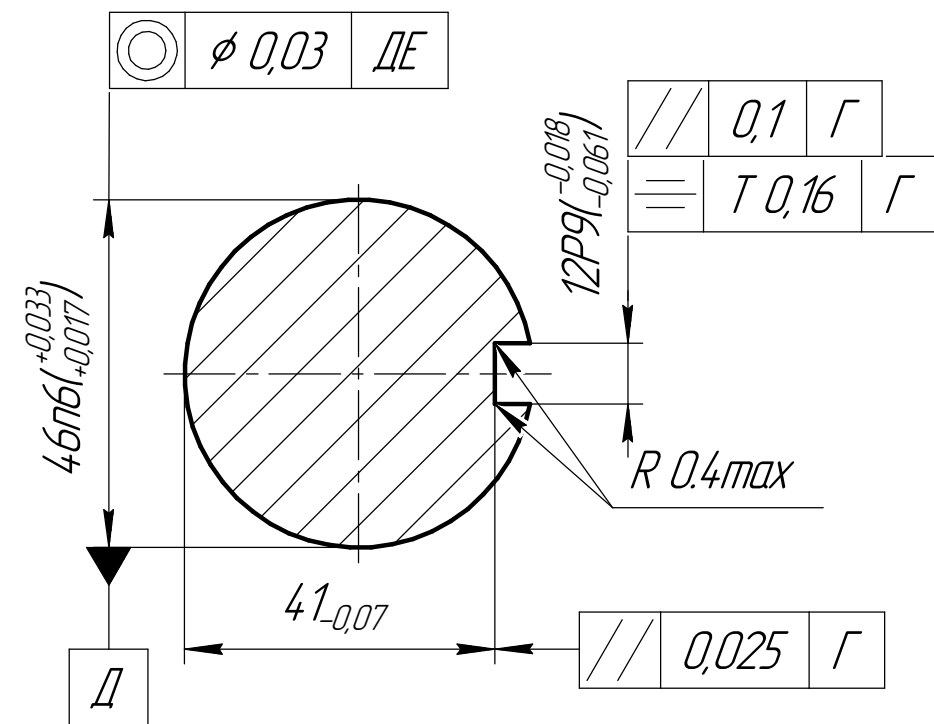
Додаток А
Графічна частина



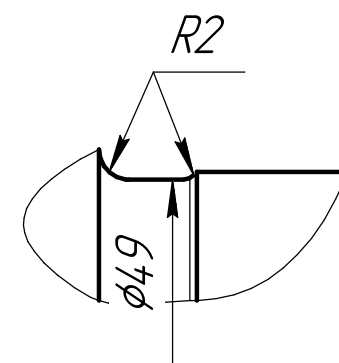
Б-Б(1:1)



А-А(1:1)



Ж(2:1)

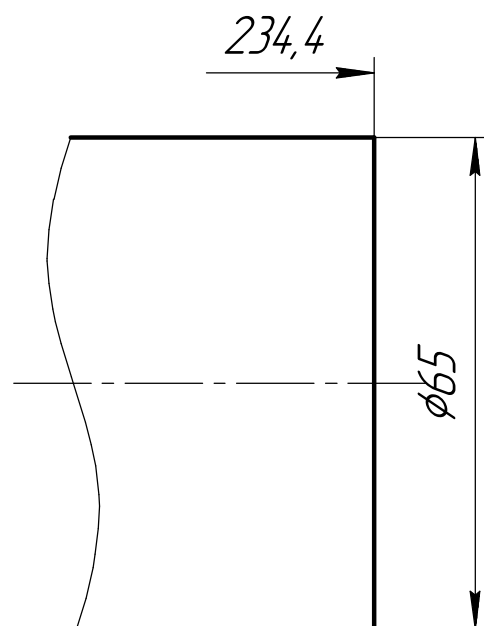


1. 260...285 НВ
2. Неказані граничні відхилення отворів Н14, валів h14, решта $\pm \frac{IT14}{2}$

08-64.БДР.28.00.001					
Вал 01.11					
Сталь 40Х ГОСТ 2590-88					
Зр. 1ПМ-208					
Копировал					
Формат А2					

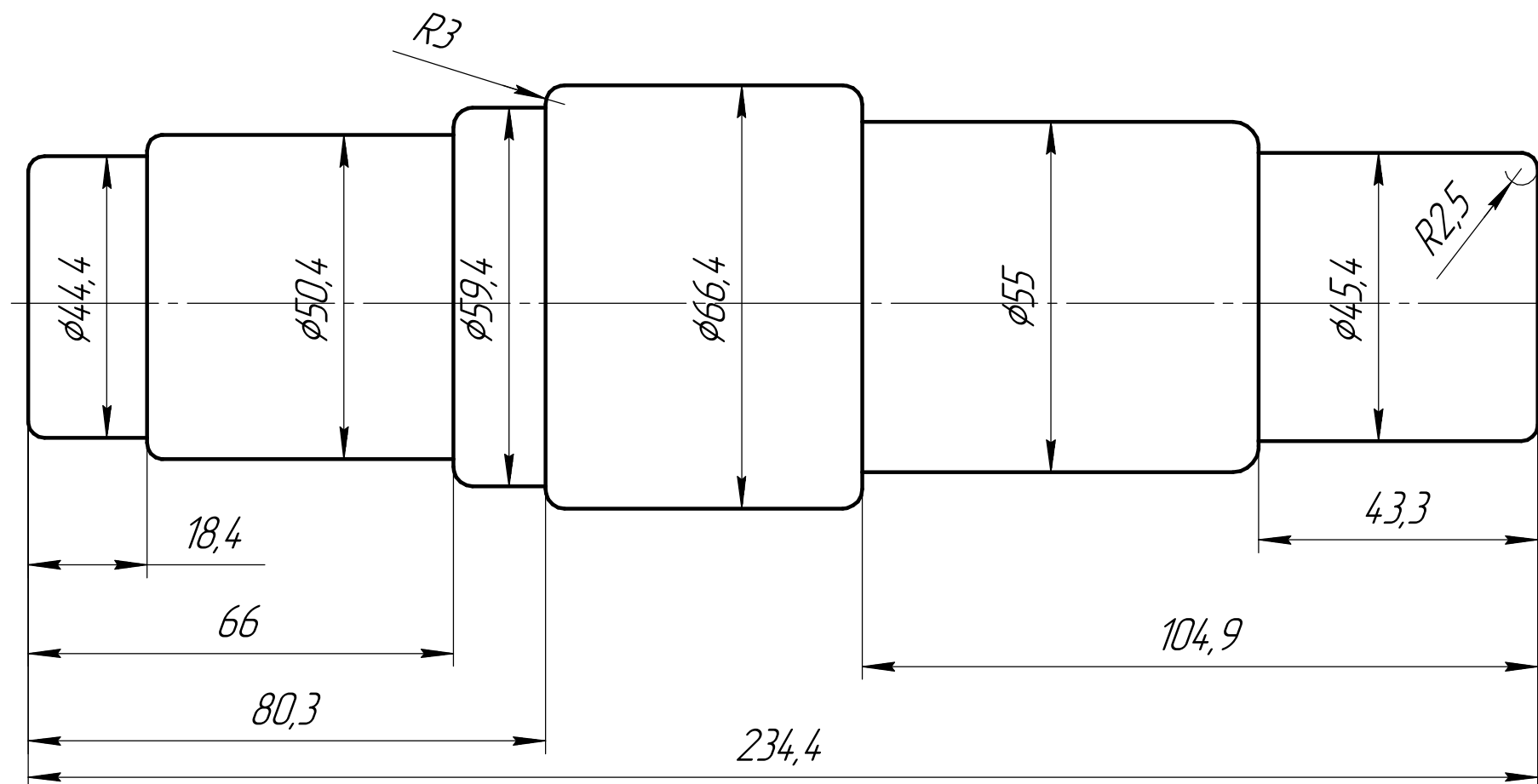
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Черныш О.В.		06.06.24		3,454	2:1
Проб.	Савилюк В.В.		06.06.24			
Т.контр.						
Н.контр.	Лозинський Д.О.		07.06.24			
Утв.	Козлов Л.Г.		07.06.24			

Порівняння двох варіантів заготовки



ГКМ

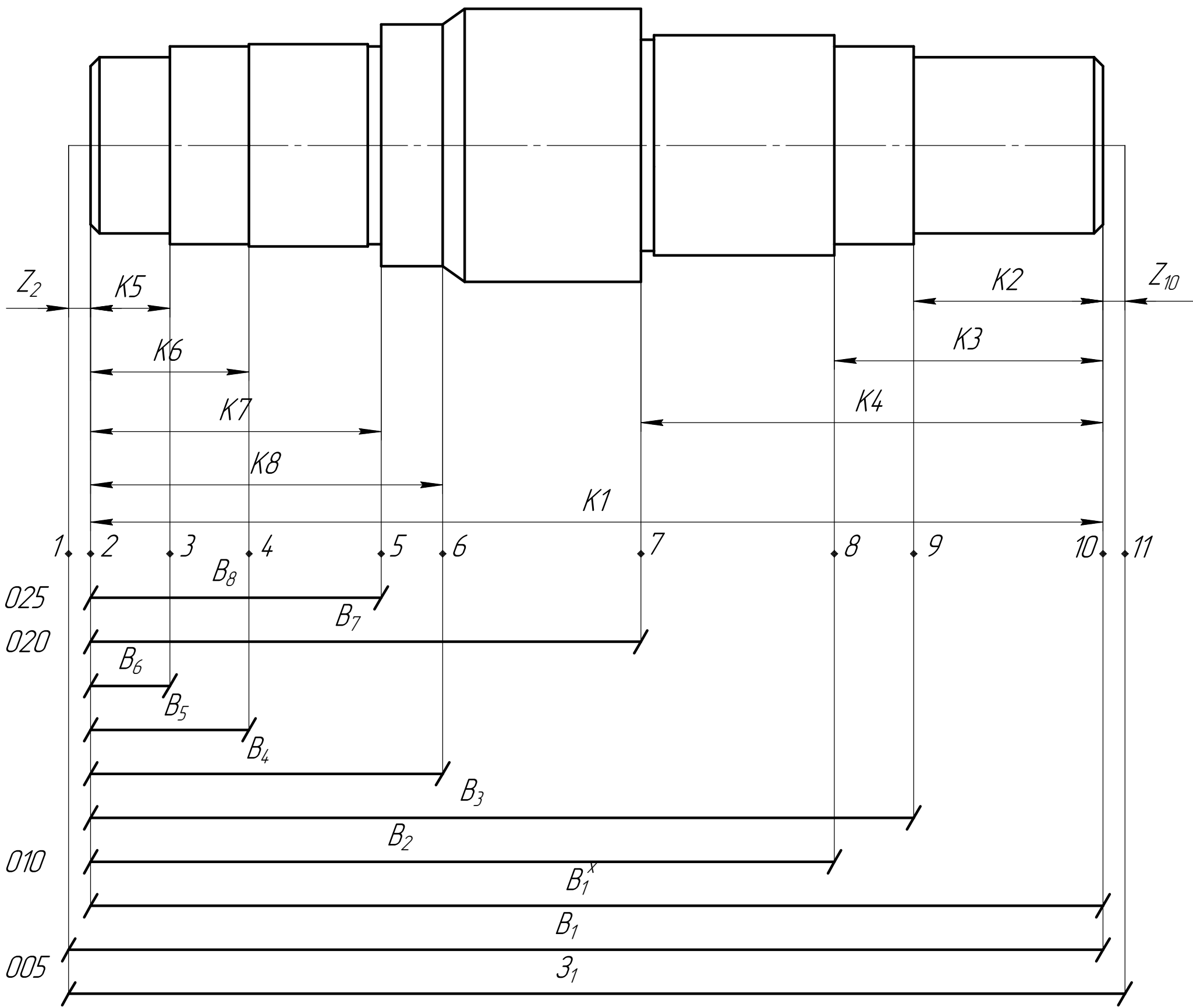
$\sqrt{Ra\ 40(\sqrt{\quad})}$



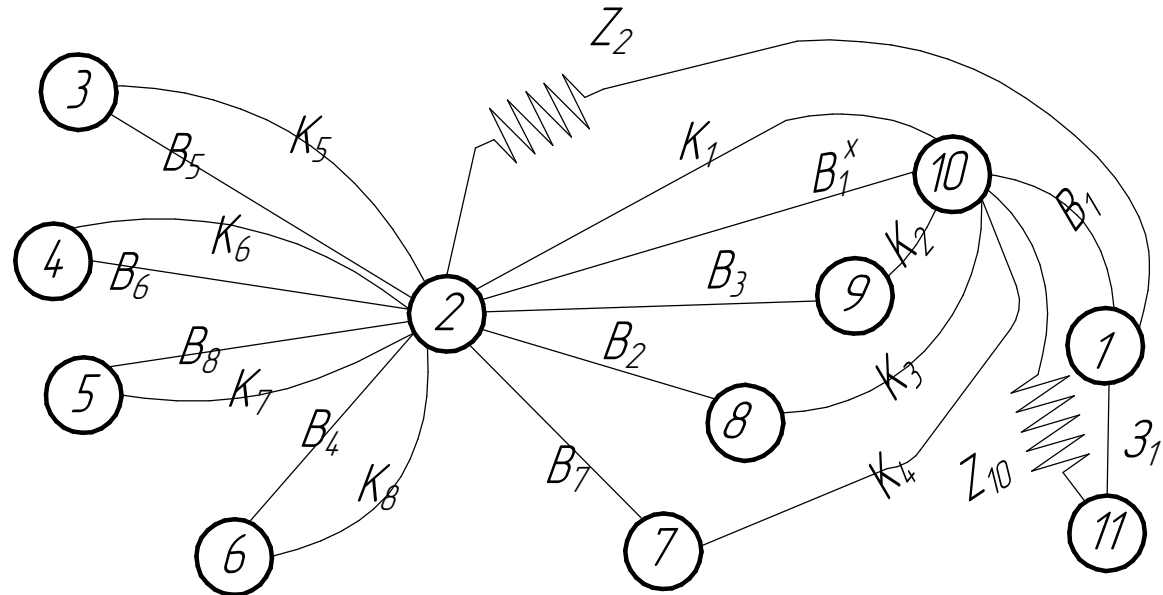
$m_{3,(кг)}$	6,06	4,209
$m_{\partial,(кг)}$	3,454	3,454
к.в.м	0,57	0,82
ціна	38,74(гр.од.)	55,16(гр.од.)

№оп	Зміст переходів та найменування операцій	Ескіз обробки та схема установки	Обладнання
005	Фрезерно-центрувальна 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Фрезерувати однократно торці 1 і 2. 3. Центрувати торці 1 і 2. 4. Зняти деталь.		Фрезерно-центрувальний верстат МР-71
010	Токарна з ЧПК 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Точити поверхню 3 однократно, поверхні 4, 5, 6, 7, 8 попередньо, поверхні 9, 10 однократно. 3. Точити поверхні 4, 5, 6, 7 попередньо, 8 остаточно. 4. Точити поверхні 13, 14 однократно, 15, 16, 17 попередньо, 18, 19, 20 однократно. 5. Точити поверхні 15, 16, 17 попередньо. 6. Точити поверхні 4, 5, 6, 7 остаточно. 7. Точити канавки 11, 12. 8. Точити поверхні 17, 15, 16 остаточно. 9. Точити канавки 21, 22. 10. Нарізати різь 23. 11. Зняти деталь.	Невказані граничні відхилення отворів H14, валів h14, решта $\pm \frac{H14}{2}$	Токарно-револьверний верстат з ЧПК 1В340Ф30
015	Фрезерна з ЧПК 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Фрезерувати однократно шпонковий паз 24. 3. Фрезерувати однократно шпонковий паз 25. 4. Зняти деталь.		Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК 6520Ф3-36
020	Шліфувальна з ЧПК 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Шліфувати однократно поверхню 4. 3. Шліфувати однократно поверхню 5. 4. Шліфувати однократно поверхню 6. 5. Зняти деталь.		Кругло-торцевшліфувальний верстат з ЧПК 3М151Ф3
025	Шліфувальна з ЧПК 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Шліфувати однократно поверхню 15. 3. Шліфувати однократно поверхню 16. 4. Шліфувати однократно поверхню 17. 5. Зняти деталь.		Кругло-торцевшліфувальний верстат з ЧПК 3М151Ф3

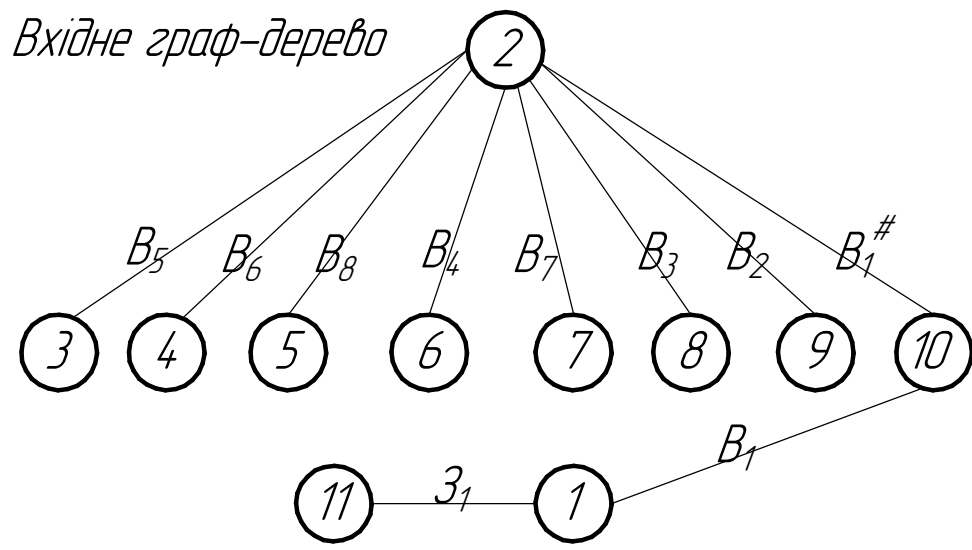
Розмірний аналіз технологічного процесу



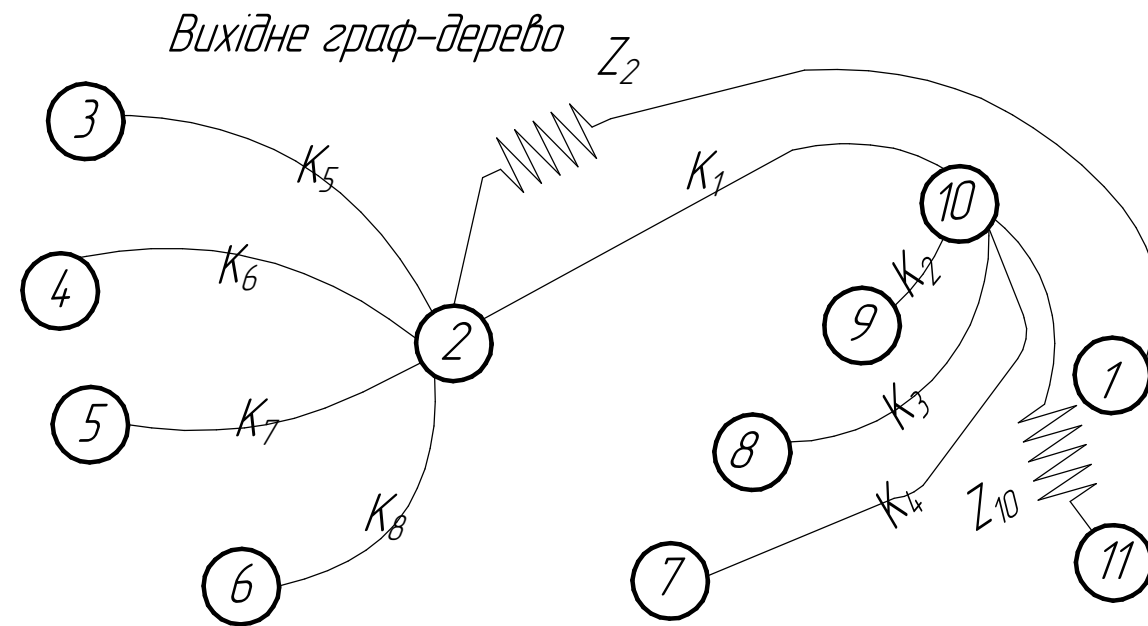
Суміщене граф-дерево



Вхідне граф-дерево



Вихідне граф-дерево



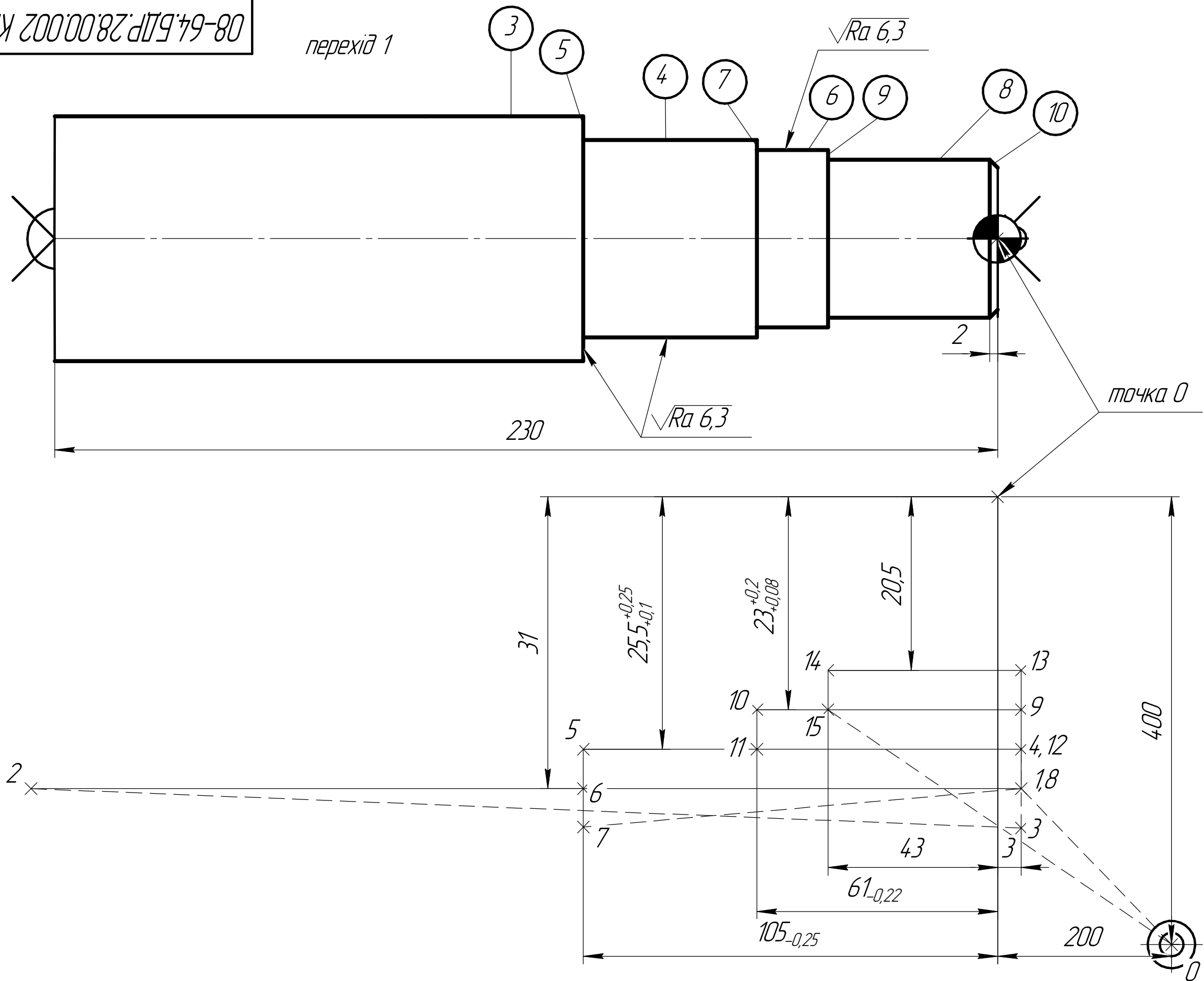
	min	max
Z_2	1,11	1,85
Z_{10}	1,11	2,96

Рівняння технологічних ланцюгів

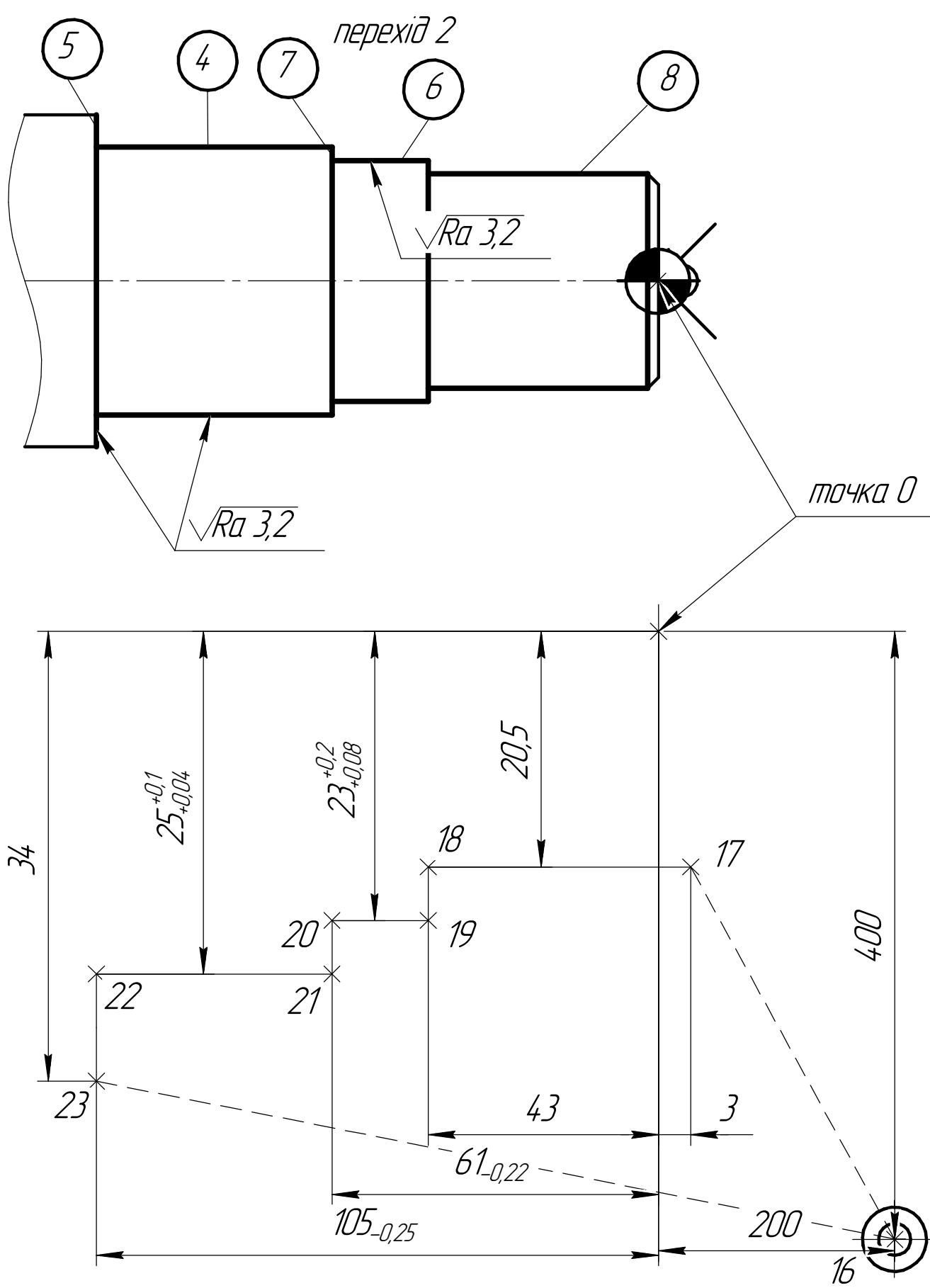
Z_2	№ р-ня	Розрахункове рівняння	Вихідне рівняння	Шуканий розмір
	1	$-B_1 + K_1 + Z_2 = 0$	$B_1 = K_1 + Z_2$	B_1
	2	$-B_1^x + K_1 = 0$	$B_1^x = K_1$	B_1^x
	3	$-B_6 + K_5 = 0$	$B_6 = K_5$	B_6
	4	$-B_5 + K_6 = 0$	$B_5 = K_6$	B_5
	5	$-B_8 + K_7 = 0$	$B_8 = K_7$	B_8
	6	$-B_4 + K_8 = 0$	$B_4 = K_8$	B_4
	7	$K_1 - B_7 - K_4 = 0$	$B_7 = K_1 - K_4$	B_7
	8	$K_1 - B_3 - K_2 = 0$	$B_3 = K_1 - K_2$	B_3
	9	$K_1 - B_2 - K_3 = 0$	$B_2 = K_1 - K_3$	B_2
	10	$3_1 - B_1 - Z_{10} = 0$	$3_1 = B_1 + Z_{10}$	3_1

Техн. параметри	B_1	B_1^x	B_6	B_5	B_8	B_4	B_7	B_3	B_2	3_1
min	230,82	229,71	17,89	35,84	65,977	79,81	124,683	186,71	168,71	231,93
max	232,67	230	18	36	66,023	80	125,027	187,16	169,19	233,78
Td	1,85	0,29	0,11	0,16	0,046	0,19	0,344	0,45	0,48	1,85
квалітет	15	11	11	11	8	11	12	13	13	15

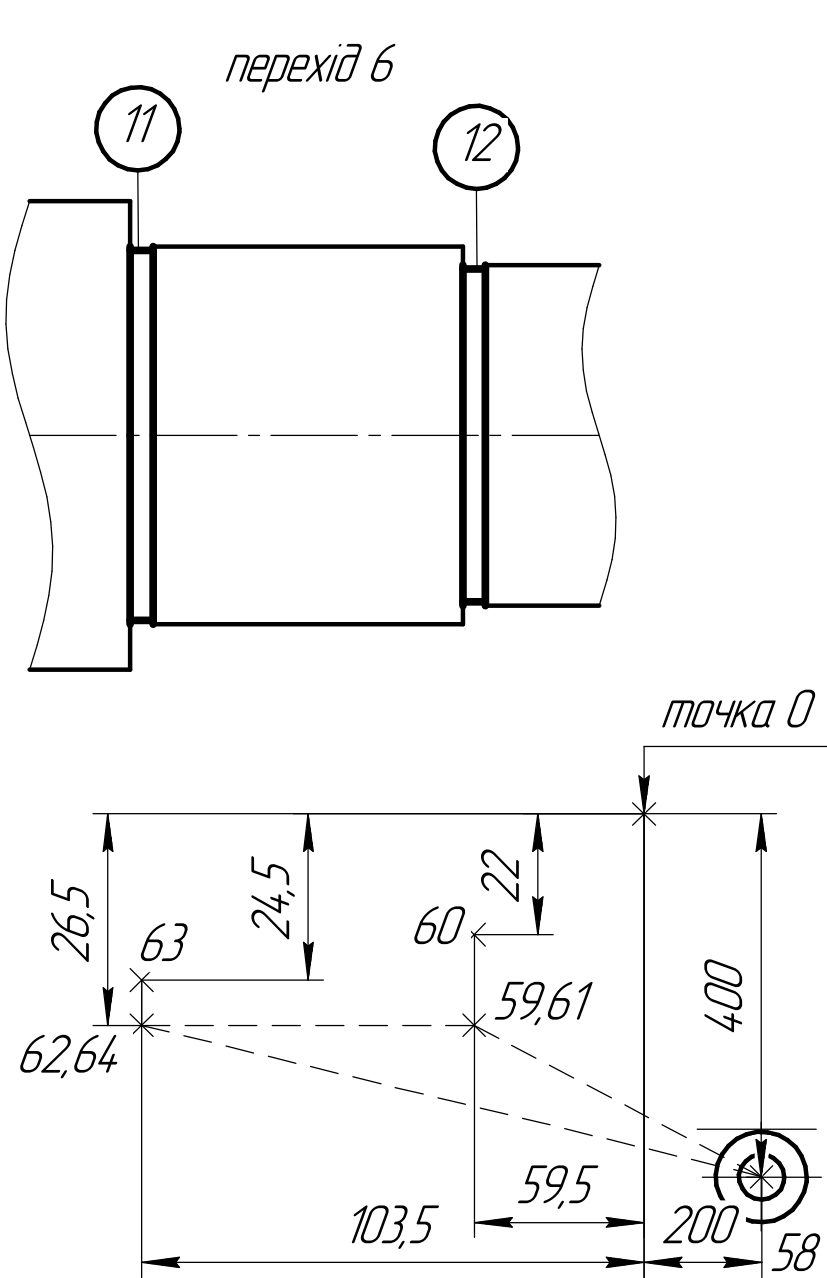
перехід 1



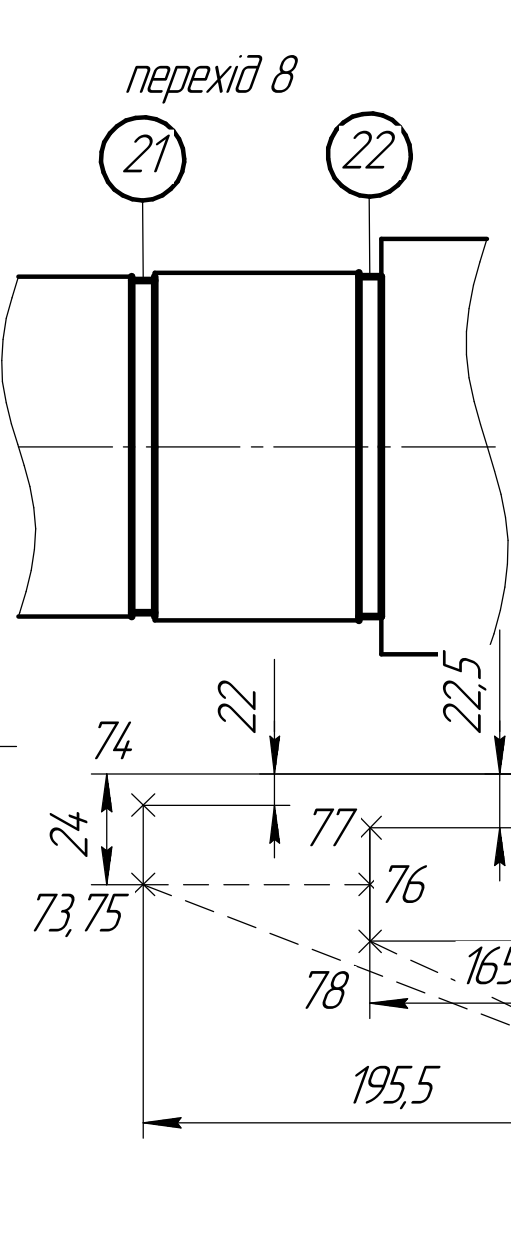
перехід 2



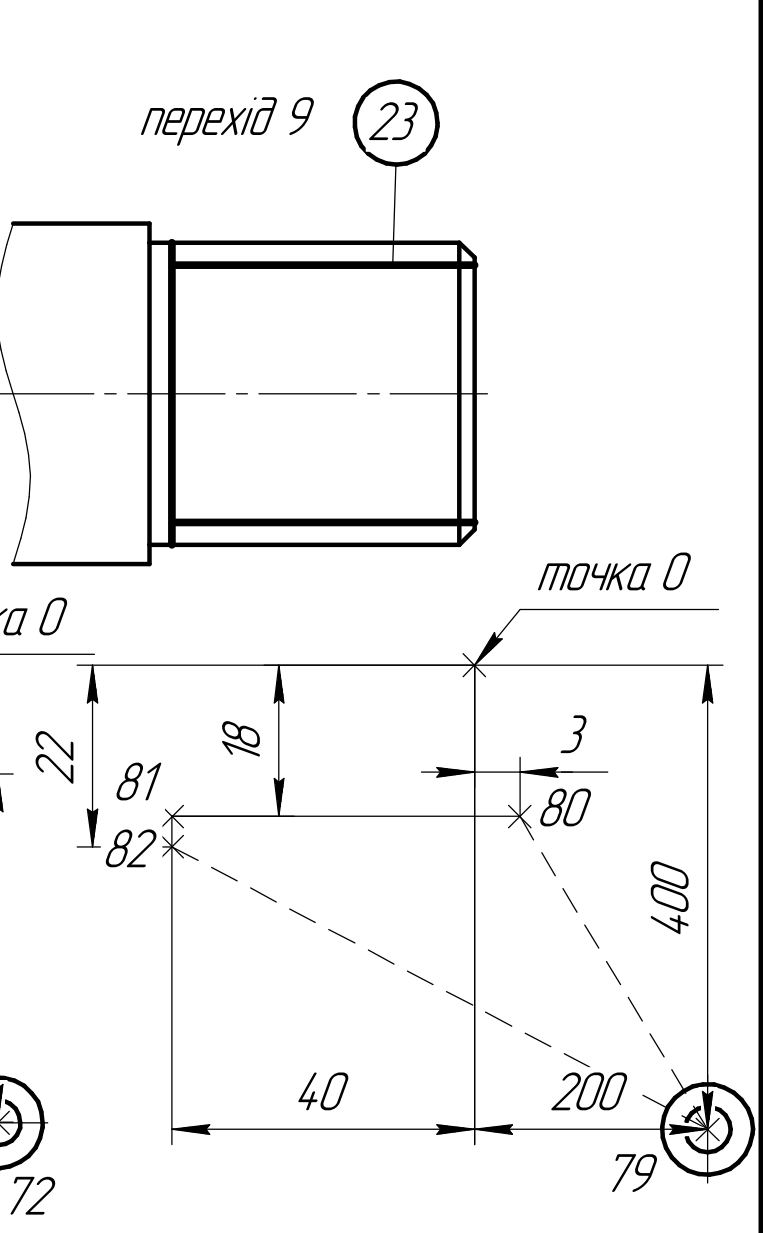
перехід 6



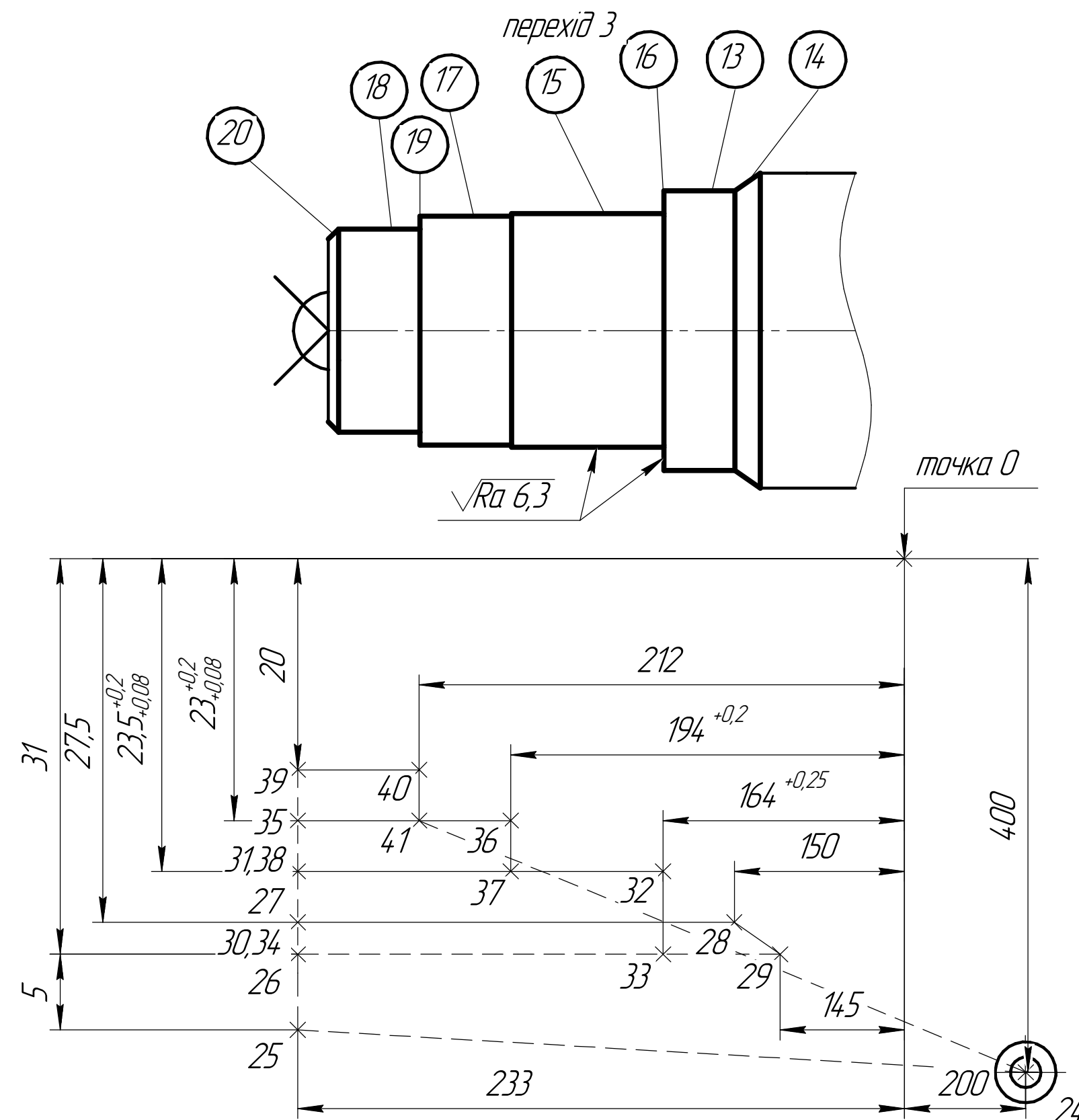
перехід 8



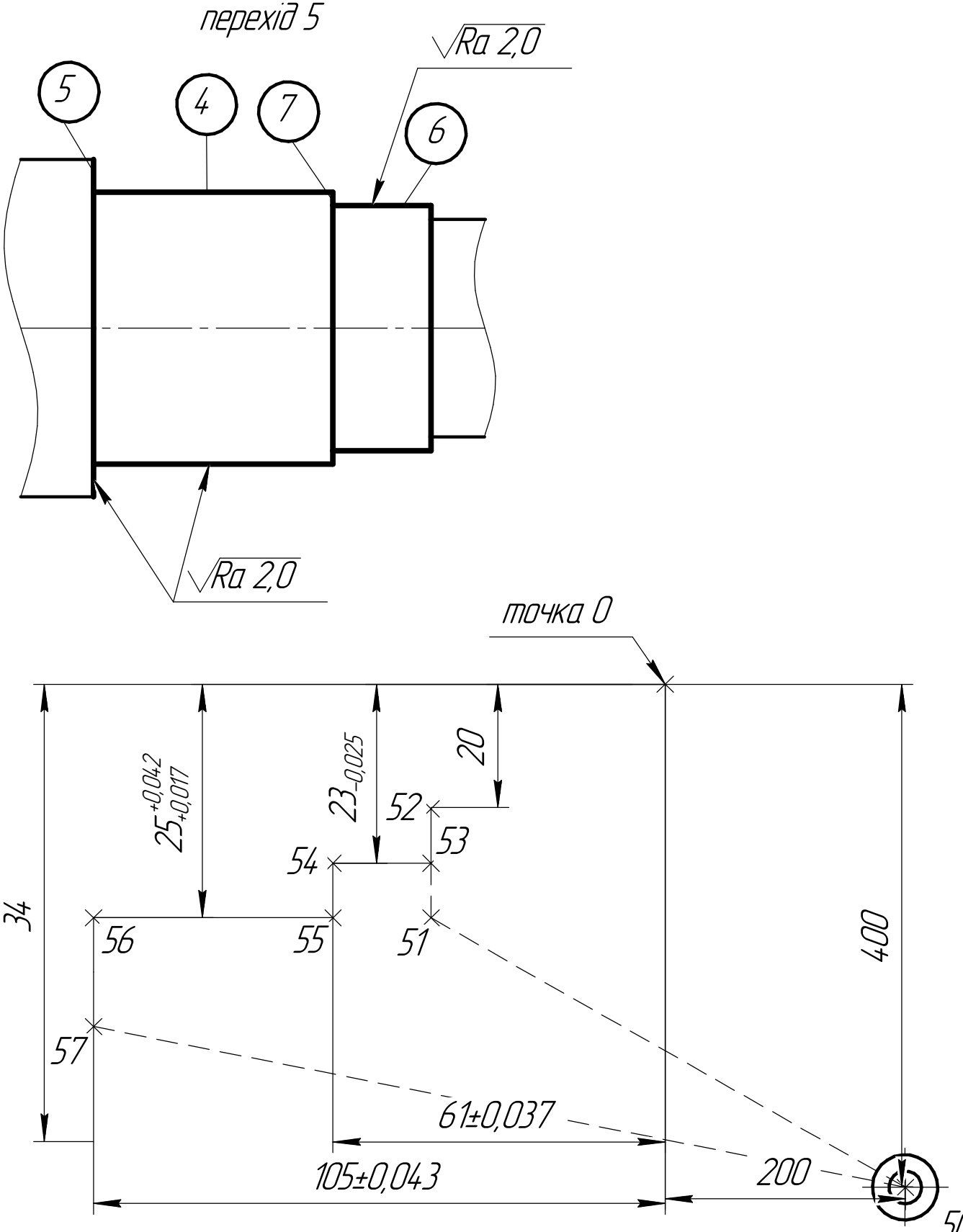
перехід 9



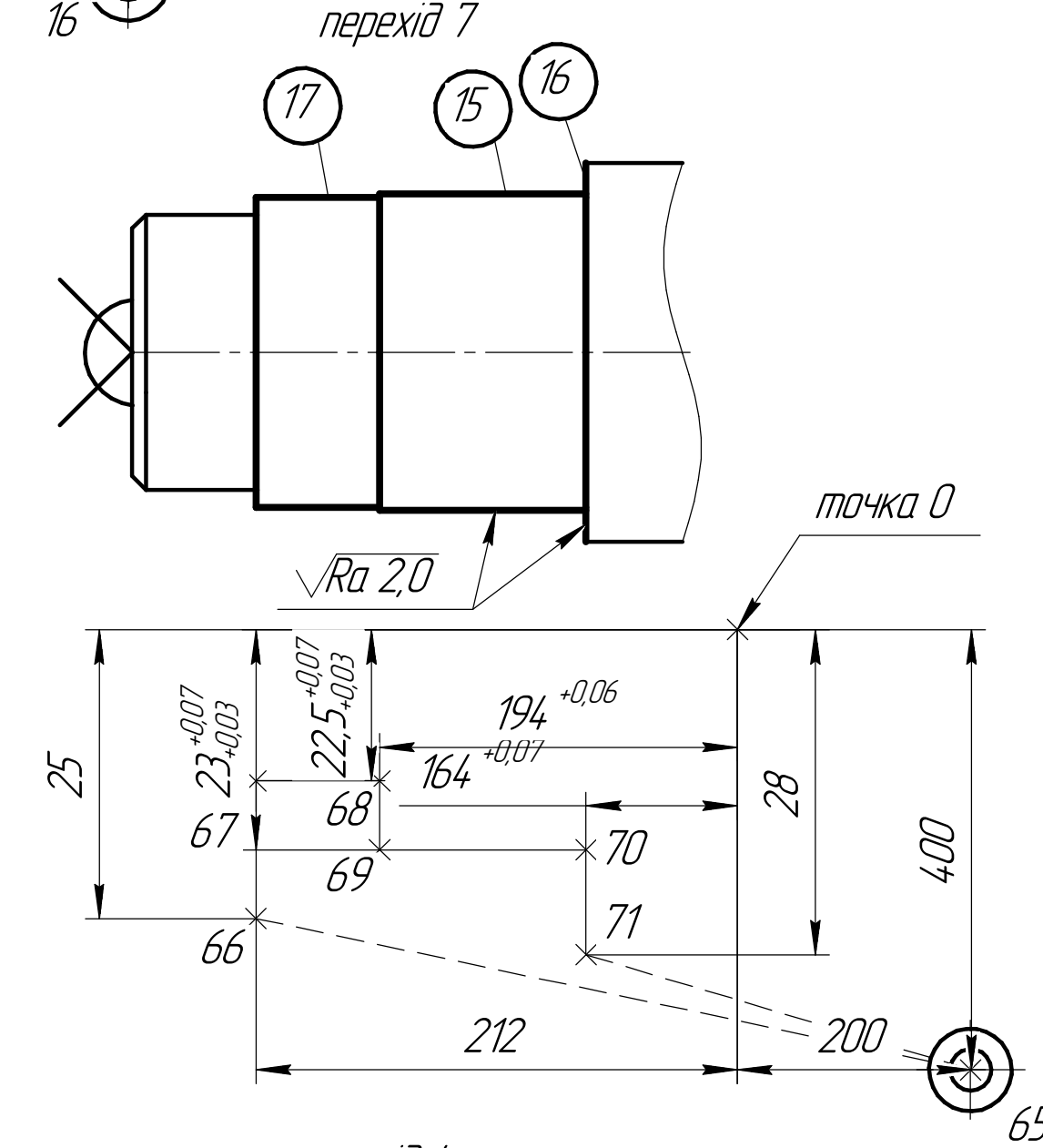
перехід 3



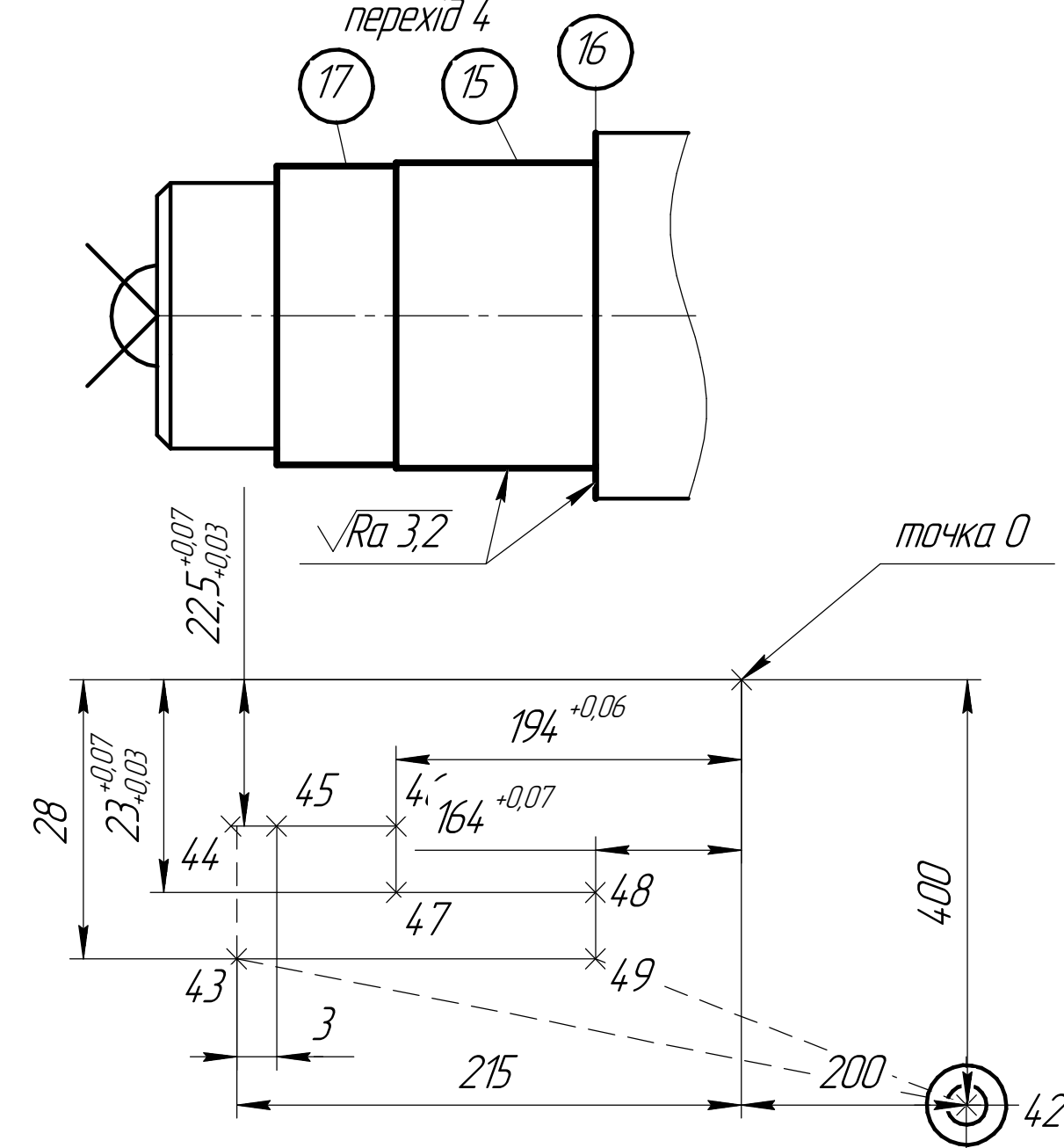
перехід 5



перехід 7



перехід 4



9	Нарізати різь 23	118,5	1,5	94,3	0,8
8	Точити канавку 22	356,3	0,5	2520	0,1
8	Точити канавку 21	356,3	0,5	2465	0,1
7	Точити поверхню 17 остаточно	260,8	0,5	1845	0,2
7	Точити поверхню 16 остаточно	260,8	0,5	1510	0,2
7	Точити поверхню 15 остаточно	260,8	0,5	1805	0,2
6	Точити канавку 12	356,3	0,5	2520	0,1
6	Точити канавку 11	356,3	0,5	2268	0,1
5	Точити поверхню 7 остаточно	289,4	0,25	2047	0,2
5	Точити поверхню 6 остаточно	260,8	0,5	1845	0,2
5	Точити поверхню 5 остаточно	260,8	0,5	1340	0,2
5	Точити поверхню 4 остаточно	260,8	0,5	1660	0,2
4	Точити поверхню 17 попередньо	126	1	872	0,8
4	Точити поверхню 16 попередньо	139,8	1	809	0,8
4	Точити поверхню 15 попередньо	126	1	853	0,8
3	Точити поверхню 20 однократно	113,9	1	907	1
3	Точити поверхню 19 однократно	102,7	2	726	1
3	Точити поверхню 18 однократно	102,7	2	726	1
3	Точити поверхню 17 попередньо	102,7	2	654	1
3	Точити поверхню 16 попередньо	102,7	2	527	1
3	Точити поверхню 15 попередньо	99,3	2,5	510	1
3	Точити поверхню 14 однократно	113	1	586	1
3	Точити поверхню 13 однократно	96,6	3	496	1
2	Точити поверхню 8 остаточно	126	1	1000	0,8
2	Точити поверхню 7 попередньо	126	1	802	0,8
2	Точити поверхню 6 попередньо	126	1	891	0,8
2	Точити поверхню 5 попередньо	126	1	625	0,8
2	Точити поверхню 4 попередньо	126	1	802	0,8
1	Точити поверхню 10 однократно	113,9	1,5	725	1
1	Точити поверхню 9 однократно	102,7	2	726	1
1	Точити поверхню 8 попередньо	702,4	2,5	632	1
1	Точити поверхню 7 попередньо	102,7	2	657	1
1	Точити поверхню 6 попередньо	99,3	2,5	574	1
1	Точити поверхню 5 попередньо	102,7	2	503	1
1	Точити поверхню 4 попередньо	96,6	3	473	1
1	Точити поверхню 3 однократно	107,2	1,5	525	1
N _{пер}	В340Ф30	V,м/хв	t,мм	n,об/хв	S,мм/об
Обладнання		Режими різання			

08-64.БДР.28.00.002 КН

Карта налагодження на операцію 010

Лист	Масса	Масштаб
1	11	1:1

зр. 1ПМ-208

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ
ЗАГОТОВКИ ДЕТАЛІ ТИПУ «ВАЛ 01.11»

Тип роботи: БДР

(БДР, МКР)

Факультет МТ, кафедра ТАМ

(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 82,2%

Схожість 17,8%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- ☐ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- ☐ 2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- ☐ 3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку

(підпис)

Д.О. Лозінський

(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи

(підпис)

Черниш О.В.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Савуляк В.В.

(прізвище, ініціали)