

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет машинобудування та транспорту
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

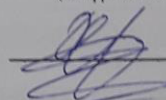
Кафедра технологій та автоматизації машинобудування
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

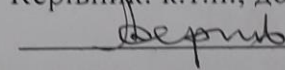
Бакалаврська дипломна робота

на тему:

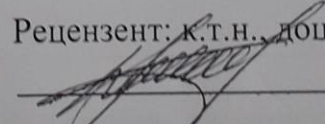
«ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗАГОТОВКИ ДЕТАЛІ
ТИПУ «КОРПУС ЦАНГОВОГО ПРИСТРОЮ»

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

 Вячеслав ДОМОСЛАВСЬКИЙ

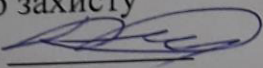
Керівник: к.т.н., доц., професор каф. ТАМ
 Олександр ДЕРІБО

« 06 » 06 2024 р.

Рецензент: к.т.н., доц., зав. каф. АТМ
 Сергій ЦИМБАЛ

« 12 » 06 2024 р.

Допущено до захисту

Зав. кафедри 

« 15 » 06 2024 р.

Вінниця ВНТУ - 2024 рік

Вінницький національний технічний університет

Факультет машинобудування та транспорту

(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра технологій та автоматизації машинобудування

(повна назва кафедри)

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Галузь знань – 13 Механічна інженерія

(шифр і назва)

Спеціальність – 131 – «Прикладна механіка»

(шифр і назва спеціальності)

Освітньо - професійна програма – Комп'ютеризовані технології та механотронні системи в машинобудуванні

(назва освітньо - професійної програми)



Затверджено

Для

зареєстровано

фінансових

документів

код 05768237

Директор з розвитку О.М. Книр

(посада, ініціали і прізвище)

03 2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

д. т. н., професор Козлов Л.Г.

« 11 » 03 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Домославському Вячеславу Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологічний процес механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус цангового пристрою»

Керівник роботи Дерібо Олександр Володимирович, 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 14.06.24р.

3. Вихідні дані до роботи Креслення деталі: Корпус цангового пристрою

Матеріал: Сталь 40Л ГОСТ 1050-2013,

Програма випуску: 2000 шт.

4. Зміст текстової частини

1. Аналіз методів виготовлення та обробки заготовок деталей типу " Корпус цангового пристрою "

2. Розробка технологічного процесу механічної обробки

3. Розрахунок елементів ділянки механічної обробки

4. Охорона праці

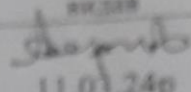
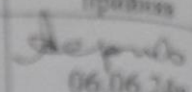
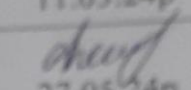
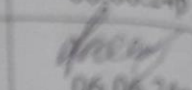
5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) креслення деталі;

креслення заготовки;

маршрут механічної обробки деталі;

розмірний аналіз технологічного процесу;

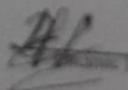
6. Консультанти розділів роботи

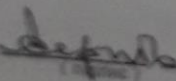
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
Спеціальна частина	Олександр ДЕРІБО, доцент кафедри ТАМ	 11.03.24р	 06.06.24р
Охорона праці	Інна ВІШТАК, доцент кафедри БЖД ПБ	 27.05.24р	 06.06.24р

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент  В'ячеслав ДОМОСЛАВСЬКИЙ
(підпис та портретна фотографія)

Керівник роботи  Олександр ДЕРІБО
(підпис)

АНОТАЦІЯ

Бакалаврська дипломна робота складається з 91 сторінок формату А4, на яких є 22 рисунків, 12 таблиць, список використаних джерел містить 22 найменувань.

Метою роботи є розробка технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу корпус цангового пристрою, що дозволить отримати деталь із вказаними на кресленнях параметрами точності та шорсткості.

У загальній частині роботи визначено тип виробництва, що необхідно для подальших розрахунків та виконано аналіз технологічності конструкції деталі. У технологічній частині виконана розробка маршруту механічної обробки. Для цього розроблено технологічний процес, розраховано режими обробки та норми часу, визначено кількість верстатів, що розташовуються на дільниці механічної обробки та площі основних її відділів. Виконано планування дільниці механічної обробки.

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: корпус, технологічний процес, заготовка, механічна обробка, розмірний аналіз, планіровка, дільниця механічної обробки.

ABSTRACT

The bachelor thesis consists of 91 pages of A4 format, on which there are 22 figures, 12 tables, the list of used sources contains 22 items.

The purpose of the work is to develop a technological process of mechanical processing of a part such as a body of a collet device, which will allow to obtain a part with the parameters of accuracy and roughness indicated on the drawings.

In the general part of the work, the type of production is determined, which is necessary for further calculations, and an analysis of the manufacturability of the design of the part is performed. In the technological part, the mechanical processing route was developed. For this, a technological process has been developed, processing modes and time norms have been calculated, the number of machines located in the mechanical processing section and the area of its main departments have been determined. The planning of the mechanical processing section has been completed.

In the section on labor protection, such issues as the causes of occurrence, effects on the human body, and regulation of harmful and dangerous production factors in the production premises are elaborated, recommendations are given for improving working conditions, and fire safety standards are also considered.

Key words: body, technological process, workpiece, mechanical processing, dimensional analysis, layout, mechanical processing section.

ЗМІСТ

Вступ	4
1 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИКОТОВЛЕННЯ ТА ОБРОБКИ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ ТИПУ " КОРПУС ЦАНГОВОГО ПРИСТРОЮ "	6
1.1 Визначення типу виробництва і форми організації роботи	6
1.2 Огляд можливих методів та способів отримання заготовки	11
1.3 Огляд відомих маршрутів механічної обробки подібних деталей в умовах даного типу виробництва, їх аналіз на предмет використання при проектуванні маршруту механічної обробки	11
2 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ЗАГОТОВКИ ДЕТАЛІ	14
2.1. Аналіз конструкції і технологічності деталі	14
2.2. Розрахунок розмірів заготовки.	17
2.3 Розробка маршруту механічної обробки.	25
2.3.1. Вибір способів механічної обробки поверхонь із підвищеними вимогами точності, визначення кількості ступенів механічної обробки	25
2.3.2 Вибір чистових та чорнових технологічних баз	27
2.3.3 Проектування маршруту механічної обробки з розробкою змісту операцій, попереднім вибором верстатів та зображенням схем базування	29
2.3.4 Розмірний аналіз технологічного процесу	31
2.3.5. Розрахунок припусків	37
2.3.6. Визначення режимів різання на обробку конструкторських баз та кріпильних отворів	42
2.3.7.Визначення технічних норм часу для всіх операцій. Для однієї операції детально, решта у вигляді підсумкової таблиці	48
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ ДІЛЬНИЦІ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ	52
3.1 Розрахунок приведеної програми	52
3.2 Визначення кількості верстатів, коефіцієнтів завантаження та	55

використання за основним часом	
3.3 Розрахунок кількості працюючих на ділянці	58
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ	61
ВИСНОВКИ	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	71
ДОДАТКИ	73
ДОДАТОК А (обов'язковий) Поток перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	74
ДОДАТОК Б (обов'язковий). Графічна частина	75

ВСТУП

Актуальність. В умовах ринкової економіки й боротьби за ринки збуту важливу роль відіграє якість і собівартість продукції машинобудування. Вироби повинні бути конкурентноспроможними. А для цього необхідно домагатися прискорення темпів зростання продуктивності праці, удосконалювати організацію виробництва, застосовувати комплексну механізацію і автоматизацію технологічних і допоміжних операцій. У серійному виробництві є необхідність постійного оновлення продукції. Це зумовлює використання автоматизованого обладнання з можливістю швидкого переналагодження. Цим вимогам повністю відповідають верстати з ЧПК і роботизовані комплекси, створені на основі цих верстатів. Для розвитку галузі машинобудування необхідно також покращувати структуру обладнання, що випускається, збільшуючи частку сучасних ливарних машин, ковальсько-пресового і зварювального обладнання, верстатів високої точності, верстатів з ЧПК, промислових роботів тощо.

Мета і завдання дослідження. Мета бакалаврської дипломної роботи – удосконалення технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус цангового пристрою» на верстатах з ЧПК з побудовою технологічного маршруту.

Для досягнення поставленої мети повинні бути вирішені такі *завдання*:

- провести огляд технології виготовлення деталі типу «Корпус»;
- на основі робочого креслення деталі виконати якісний та кількісний аналіз технологічності конструкції деталі;
- встановити тип виробництва та форму організації роботи;
- вибрати метод та оптимальний спосіб виготовлення заготовки, виконавши відповідне техніко-економічне обґрунтування;
- вибрати методи обробки поверхонь деталі «Корпус цангового пристрою»;
- обґрунтувати вибір чистових та чорнових технологічних баз;

- розробити удосконалений варіант маршруту механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус цангового пристрою»;
- провести розмірно-точнісне моделювання технологічного процесу механічної обробки деталі;
- розрахувати режими різання;
- виконати нормування операцій технологічного процесу;
- встановити приведену програму виробів;
- розрахувати кількість обладнання та працюючих, що необхідні для забезпечення механічної обробки деталі;
- розробити заходи з охорони праці.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виготовлення деталі «Корпус цангового пристрою».

Предмет дослідження – технологічний процес механічної обробки заготовки деталі «Корпус».

1 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИКОТОВЛЕННЯ ТА ОБРОБКИ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ ТИПУ "КОРПУС ЦАНГОВОГО ПРИСТРОЮ"

1.1 Визначення типу виробництва і форми організації роботи

Важливим елементом початкових даних для проектування технологічного процесу виготовлення машини є тип виробництва. Згідно з [1], цей показник визначено за коефіцієнтом закріплення операцій за формулою

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

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

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

Згідно з кресленням деталі «Корпус цангового пристрою» встановлені найхарактерніші переходи механічної обробки заготовки цієї деталі, а саме:

- точіння поверхні Ø80 мм;
- розточування отвору Ø39мм;
- розточування отвору Ø24;
- свердління отворів Ø13;
- точіння поверхні Ø110 мм.

В подальших розрахунках цього розділу вважалось, що кожний перехід виконується як окрема операція.

Для вказаних переходів механічної обробки за наближеними формулами [3] розраховано основний час $T_{осн.}$ їх виконання. Результати розрахунків занесено у таблицю 1.1.

Для кожної операції механічної обробки необхідна кількість верстатів визначається за формулою

$$C_{pi} = \frac{N \cdot T_{шт.к.}}{60 F_d \cdot \eta_{з.н.}}, \quad (1.2)$$

де $N = 2000$ шт. – річна програма випуску деталі «Корпус цангового пристрою»;

$T_{шт.к.}$ – штучно-калькуляційний час, хв;

F_d – дійсний фонд роботи обладнання ($F_d 2040$ год);

$\eta_{з.н.}$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання ($\eta_{з.н.} = 0,75$).

Результати розрахунків за формулою (1.2) занесено у таблицю 1.1.

Розрахункову кількість верстатів заокруглено до найближчого більшого числа і одержано прийняту кількість верстатів P .

Фактичний коефіцієнт завантаження обладнання визначається за формулою

$$\eta_{з.ф.} = \frac{C_{pi}}{P_i}, \quad (1.3)$$

де C_{pi} – необхідна кількість верстатів для виконання даної операції;

P_i – кількість робочих місць для виконання даної операції.

Результати розрахунків за формулою (1.3) занесено до таблиці 1.1.

Кількість операцій, які виконуються на i -му місці визначено за формулою

$$O_i = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.i}}, \quad (1.4)$$

де $\eta_{з.н.}$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання;

$\eta_{з.ф.i}$ – фактичний коефіцієнт завантаження обладнання, на i -ій операції.

Результати розрахунків за формулою (1.4) занесено у таблицю 1.1.

Сумарна кількість операцій $\sum O_i$, що можуть бути виконані на всіх робочих місцях складе

$$\sum O_i = 6,17 + 25,95 + 34,42 + 25,15 + 46 = 137,67.$$

Сумарна кількість прийнятих верстатів $\sum P = 5$.

Коефіцієнт закріплення $K_{з.о.}$ відповідно складатиме

$$K_{з.о.} = 137,67 / 5 = 27,54.$$

Таблиця 1.1 – Визначення типу виробництва

№ п/п	Зміст технологічних операцій	T_o , хв	$T_{шт.к.}$, хв	C_p	$\eta_{з.ф}$	O	$K_{з.о.}$
1	точіння попереднє та остаточне поверхні Ø80 мм	4,13	5,58	0,12	0,122	6,17	-
2	Розточування попереднє та остаточне отвору Ø39мм;	0,98	1,33	0,03	0,029	25,95	-
3	розточування попереднє та остаточне отвору Ø24;	0,74	1,0	0,02	0,022	34,42	-
4	свердління 6 отворів Ø13;	1,014	1,37	0,003	0,03	25,15	-
5	точіння попереднє та остаточне поверхні Ø110 мм	0,55	0,75	0,016	0,016	46,0	-
	Всього	6,27	8,46			137,68	14,9

Отже тип виробництва – дрібносерійний.

Для встановлення форми організації роботи визначено шляхом порівняння потрібного добового випуску виробів N_d і розрахункової добової

продуктивності лінії Q_d . Добовий випуск виробів і добову продуктивність лінії розраховано за формулами

$$N_d = \frac{N}{254}, \quad (1.5)$$

де 254 кількість робочих днів у році.

Продуктивності потокової лінії

$$Q_d = \frac{F_d}{T_{шт-к_{ср}} \cdot \eta_z}, \quad (1.6)$$

де $T_{шт-к_{ср}}$ – середній штучно-калькуляційний часоперацій, хв.; η_z – добовий коефіцієнт завантаження потокової лінії.

$$T_{шт-к_{ср}} = \frac{\sum T_{шт-к_i}}{\sum n_i}, [\text{хв}] \quad (1.7)$$

де $T_{шт-к_i}$ – штучно-калькуляційний час виконання i -ї операції, хв.;

$\sum n_i$ – сумарна кількість виконуваних операцій.

Відповідно середній штучно-калькуляційний час виконуваних операцій становитиме

$$T_{шт-к_i} = (5,5/8 + 1,33 + 1,0 + 1,37 + 0,75)/5 = 2,0 \text{ (хв.)}.$$

Отже, добова продуктивність лінії становитиме

$$Q_d = \frac{952}{12,0 \cdot 0,8} = 379,9.$$

Потрібний добовий випуск виробів

$$N_d = \frac{2000}{254} = 7,87 .$$

Оскільки потрібний добовий випуск виробів значно менший добової продуктивності лінії, то прийнято групову форму організації роботи.

Для групової форми організації роботи визначено кількість деталей в партії для одночасного запуску за формулою [6]

$$n = \frac{N \cdot a}{254}, \quad (1.9)$$

де a – періодичність запуску деталей на обробку, в днях (6 днів).

$$n = \frac{2000 \cdot 6}{254} = 47,24$$

Розрахункове число змін на обробку всієї партії деталей на основних робочих місцях визначено за формулою [6]

$$c = \frac{T_{\text{шт-к.сп}} \cdot n}{476 \cdot 0,75} \quad (1.10)$$

$$c = \frac{2,0 \cdot 48}{476 \cdot 0,75} = 0,25$$

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

$$n_{\text{пр}} = \frac{476 \cdot 0,75 \cdot c_{\text{пр}}}{T_{\text{шт-к.сп}}} \quad (1.11)$$

$$n_{\text{пр}} = \frac{476 \cdot 0,75 \cdot 1}{2,0} = 190 \text{ шт}$$

Остаточню прийнято кількість деталей у партії 190 шт.

Отже тип виробництва – дрібносерійний, форма організації роботи – групова, при цьому кількість деталей в партії для одночасного запуску має складати 190 шт.

1.2 Огляд можливих методів та способів отримання заготовки

Згідно кресленню деталь виготовляється із ливарної сталі, що визначає метод її виготовлення – лиття.

Виробництво дрібносерійне, тому можливі способи лиття – в піщано-глинисті, оболонкові форми, кокіль, за виплавними моделями, під тиском. Лиття в піщано-глинисті, оболонкові форми, за виплавними моделями – це лиття в разові форми. Лиття в кокіль – це лиття в постійні форми.

Орієнтуючись на робоче креслення деталі, масу та серійність виробництва встановлюємо метод одержання заготовки згідно [3] – лиття, так як деталь виготовляється з матеріалу Сталь 40Л ГОСТ 1050-2013.

Проаналізувавши всі можливі способи лиття, ми обираємо лише два найоптимальніші з них. В даному випадку це буде лиття в піщано-глинисті форми з машинним формуванням та оболонкові форми

1.3 Огляд відомих маршрутів механічної обробки подібних деталей в умовах даного типу виробництва, їх аналіз на предмет використання при проектуванні маршруту механічної обробки

Деталь «Корпус цангового пристрою» належить до класу корпусних деталей гр. 2 з центральним і вертикальним отворами. Матеріал деталі Сталь 40Л ГОСТ 1050-2013

Для обробки деталей даного класу розроблені сучасні типові маршрутні технології [2]. Технологічний процес механічної обробки заготовки деталі «Корпус цангового пристосування» розроблено на основі типових технологічних процесів обробки подібних деталей.

Серійний тип виробництва характеризується великою номенклатурою

виробів, що обробляються партіями. Отже, в даному технологічному процесі механічної обробки, доцільно використовувати верстати з ЧПК, гнучкі переналагоджувані лінії, уніфіковане та спеціалізоване оснащення. Це дозволяє швидко переналагоджувати виробництво на виготовлення інших виробів.

Для розробки маршруту обробки розглянуто типові технологічні процеси [3]. За прототип вибрано маршрут механічної обробки заготовки деталі «Корпус».

Типовий технологічний процес представлений в таблиці 1.1.

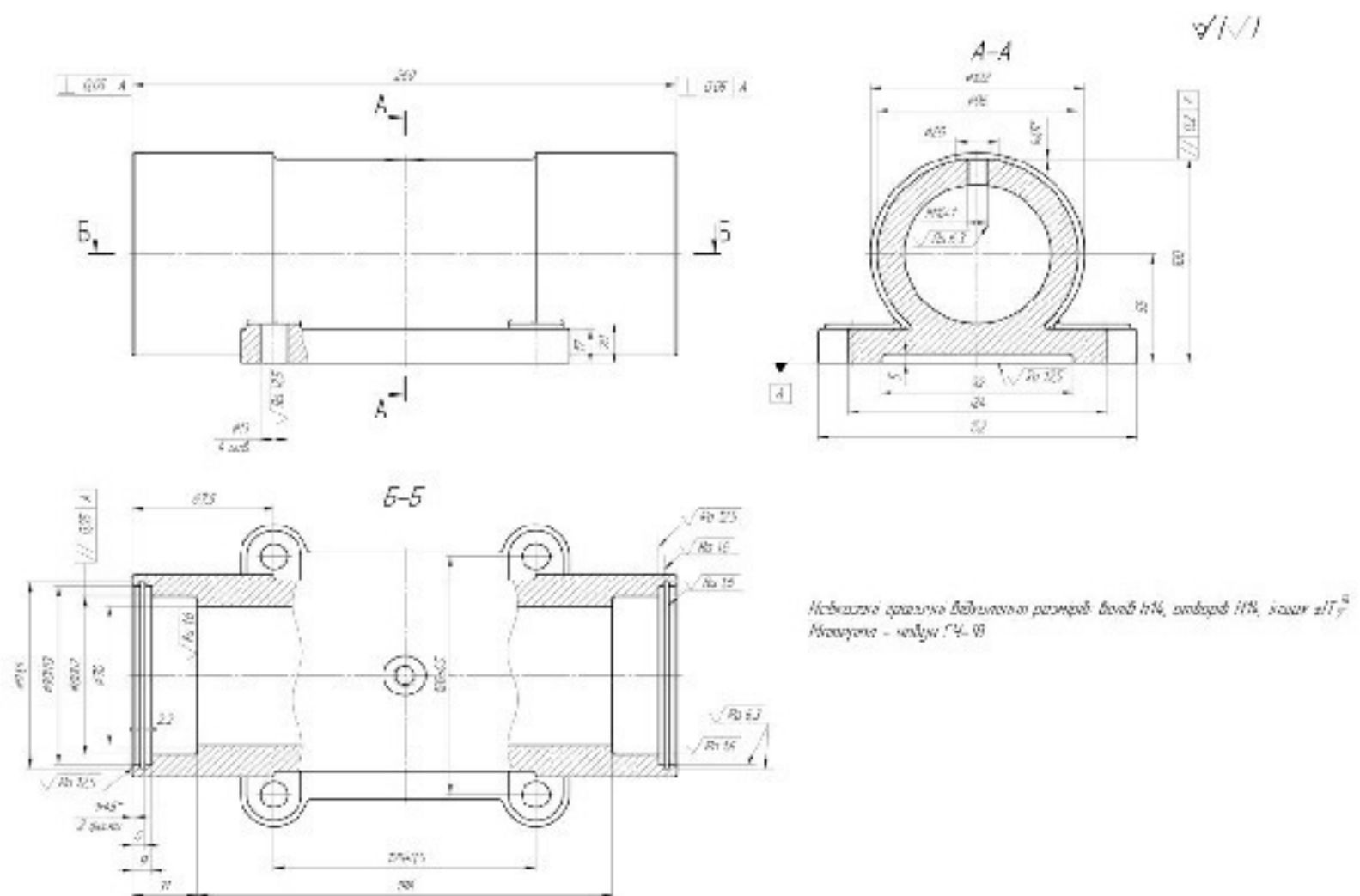


Рисунок 1.1 – Деталь типу «Корпус»

В деталі «Корпус цангового пристрою» так, як і в деталі «Корпус» конструкторськими базами є площина і кріпильні отвори, на яку базується деталь. Допоміжними конструкторськими базами в обох деталях є отвори з високими вимогами точності. Для виготовлення обох деталей використовуються подібні методи обробки. з використання обладнання з ЧПК.

Типовий технологічний процес наведений у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 –Технологічний процес (типовий) виготовлення деталі «Корпус підшипників»

№ операції	Зміст і назва операції	Верстат
005	Багатоцільова з ЧПК Встановити і закріпити заготовку. Фрезерувати площину основи попередньо і остаточно. Центрувати 4 отв. $\varnothing 13$. Свердли 4 отв. $\varnothing 13$.	Багатоцільовий з ЧПК ИР500ПМФ4
010	1.Фрезерувати площину бобишки $\varnothing 20$ одноразово. Свердли і нарізати різьбу M10•1-7H. Фрезерувати торець $\varnothing 120$, витримуючи розмір 230 попередньо, остаточно. Розточити отвори $\varnothing 80H7$, $\varnothing 90H13$ і фаску $1\times 45^\circ$ попередньо і остаточно. Фрезерувати канавку $2,2\pm 0,5$ остаточно.	Багатоцільовий з ЧПК ИР500ПМФ4

Типовий технологічний процес побудований по принципу концентрації операцій. Це є досить позитивним, так як верстати типу оброблюваний центр мають магазини інструментів великої місткості (до 76 інструментів), що дозволяє обробляти всі поверхні з одного установа, крім основних конструкторських баз. Отже, точність обробки є досить високою, трудомісткість значно нижчою (в порівнянні з іншими верстатами), собівартість обробки при цьому зменшується.

2 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ЗАГОТОВКИ ДЕТАЛІ

2.1. Аналіз конструкції і технологічності деталі

Деталь корпус має досить складну форму. До нетехнологічних елементів відносяться пази, оскільки перші розташовані на циліндричній поверхні, мають поверхню розташовану під кутом, що призводить до необхідності використання спеціального пристосування або обладнання.

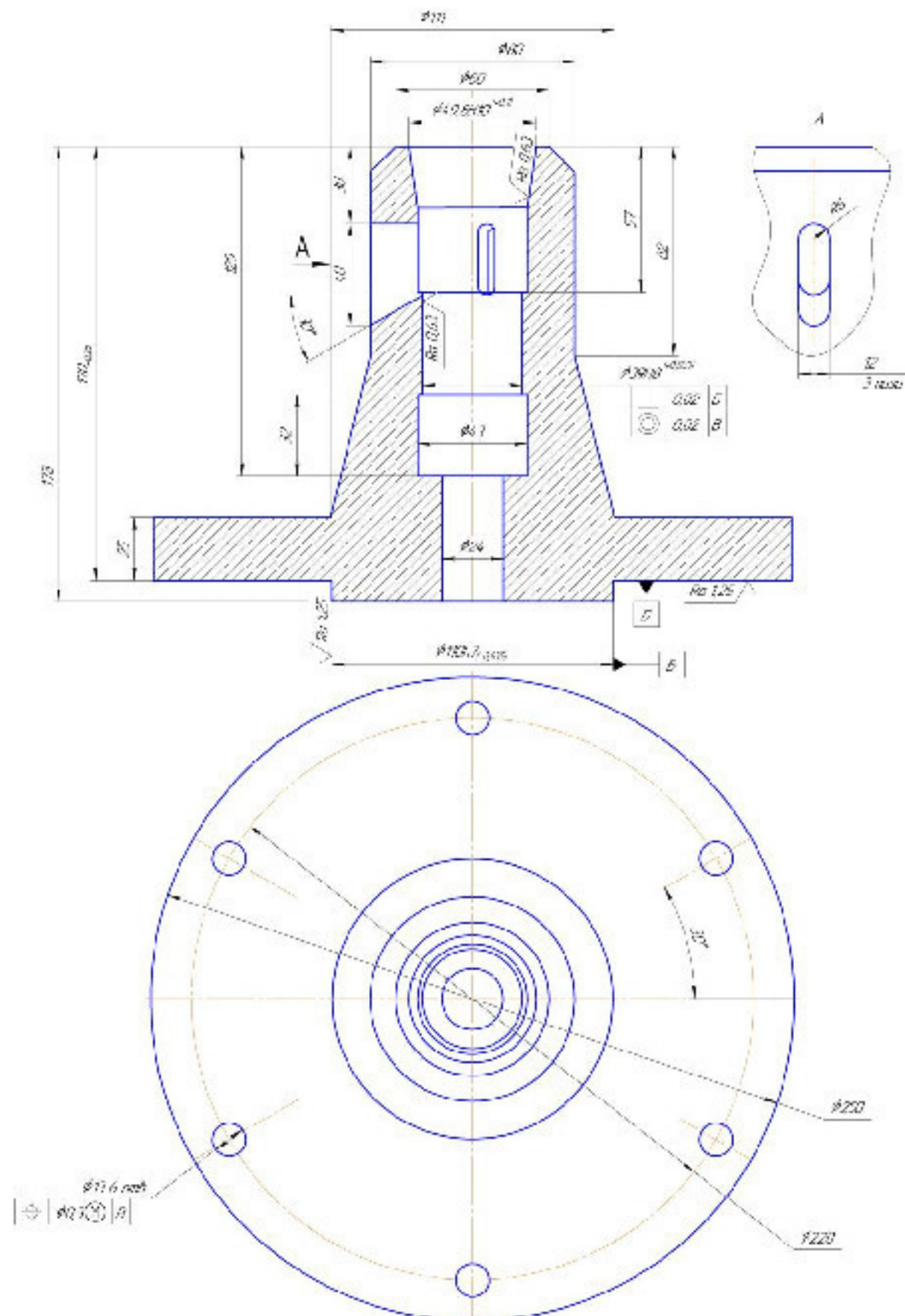


Рисунок 2.1 – Корпус

В якості технологічних баз може бути використано торець та зовнішню циліндричну поверхню Ø110.

До найбільш точних поверхонь відносяться отвори Ø39H8, Ø110h7.

Задані вимоги точності та шорсткості можуть бути забезпечені на токарних та свердлильних операціях механічної обробки, тому немає необхідності використовувати додаткові трудомісткі технологічні операції. А поверхні з підвищеними вимогами точності мають отримуватися на шліфувальних верстатах, або верстатах з підвищеними вимогами точності.

Технологічність деталі будемо оцінювати кількісно за допомогою трьох кількісних показників.

Таблиця 2.1 – Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів

Розміри				Шорсткість	
Лінійні		Кутові			
P_x	$P_{x,y}$	P	P_y	Ш	Ш _y
21	16	2	2	5	5
$Q_{ye}=23$ $Q_c=28$				$K_y = \frac{23}{28} = 0.692$	

Таблиця 2.2 – Коефіцієнт точності обробки

Квалітет	Кількість поверхонь	Розрахунок
7	1	7·1=14
8	1	8·1=8
10	2	10·2=20
14	16	14·16=224
Всього	20	266

$$T_{cp} = \frac{266}{20} = 12.8 \text{ (мкм)}$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{12 \cdot 8} = 0.925$$

Таблиця 2.3 – Коефіцієнт шорсткості поверхні

Шорсткість R_a , мкм	Кількість поверхонь	Розрахунок
0,63	2	1,26
1,25	2	2,5
12,5	16	200
$Ш_{\varphi} = \frac{203,76}{20} = 10,245$		203,76

$$K_{ш} = \frac{1}{10,245} = 0.097$$

Отже виконуються умови:

$$K_y > 0,6, K_T > 0,8, K_{ш} < 0,32$$

Вказані на кресленні допустимі відхилення розмірів та шорсткості співрозмірні між собою та відповідають вимогам стандартів. Відхилення геометричної форми та розміщення поверхонь більші за відповідні показники верстатів – це дає можливість забезпечити вимоги точності на даному обладнанні

Більшість розмірів даного креслення можуть безпосередньо вимірюватись за допомогою універсального вимірювального обладнання, окрім наступних: допуски співвісності та перпендикулярності, на цю контрольну операцію необхідно виготовити спеціальний вимірювальний пристрій або стенд.

2.2. Розрахунок розмірів заготовки

Результат визначення необхідних параметрів заносимо у таблицю 2.3 та 2.4 відповідно для операцій лиття в піщано-глинисті форми з машинним формуванням та оболонкові форми.

Отже необхідно забезпечити правильне виконання 6 розмірів, для яких здійснюємо розрахунок та вносимо отримані дані у таблицю 2.4.

В залежності від технологічного процесу, найбільшого габаритного розміру деталі -178мм, та типу сплаву (термооброблюваний чорний) обираємо діапазон значень, із яких визначатимемо відповідне оптимальне число. Враховуючи, що тип виробництва –серійне, то серед рекомендованих за ГОСТ 26645-85 значень обираємо серед більших із них. Для лиття в піщано-глинисті форми із машинним формуванням рекомендовано 7т-11 отже приймаємо для серійного виробництва 9 клас розмірної точності. Для лиття в оболонкові форми рекомендовано 8-13т, прийнято відповідно 10.

Шорсткість отримуваної поверхні обираємо згідно із попередньо визначеним ступенем точності поверхонь. При литті в піщано-глинисті форми машинним формуванням ступінь точності складає 12 відповідно шорсткість 25 мкм, при литті в оболонкові форми ступінь точності складає 11 відповідно шорсткість 20 мкм.

Клас точності маси при литті в піщано-глинисті форми машинним формуванням інтервал 5-13т приймаємо 9, та при литті в оболонкові форми 6-13 приймаємо 10.

Ряд припусків приймаємо згідно із ступенем точності поверхні. Враховуючи, що матеріал – сталь і температура плавлення досить висока, то приймаємо середні значення із вказаних проміжків 6 при литті в піщано-глинисті форми з машинним формуванням та 7 при литті в оболонкові форми.

Таблиця 2.4 – Розрахунок розмірів заготовки

Вихідні дані (норми точності)	Лиття в піщано-глинисті форми з машинним формуванням і вологістю до 2,8%			
	Згідно з ГОСТ 26645-85		Прийнято	
Клас розмірної точності	7Т-11		9	
Ступінь жолоблення елементів виливка	5-8		7	
Ступінь точності поверхонь виливка	9-16		12	
Шорсткість поверхонь виливка	Ra = 25 мкм		Ra = 25 мкм	
Клас точності маси	5-13Т		9Т	
Ряд припусків	4-7		6	
Розрахункові розміри	Ø24	Ø110	178	170
Допуски:				
розмірів	1,0	0,9	0,7	0,64
форми чи розміщення	0,4	0,4	0,4	0,4
зміщення по площині роз'єму	0,64	0,64		
зміщення через перекос стержня			0,4	0,4
маси	6,4			
нерівностей	0,2			
загальний допуск	1,1	1,1	0,9	0,8
Припуски:				
мінімальний	0,4			
Розрахункові розміри	Ø24	Ø110	178	170
	Кількість переходів механічної обробки			
за точністю розмірів	1	3	4	4
за відхиленнями форм, взаємним розміщенням поверхонь	-	-	-	-
прийнята кількість переходів	1	3	4	4
загальний припуск	1,2	1,6	1,6	1,5
Розміри заготовки	Ø21,6	Ø113,2	181,2	173,1

Таблиця 2.5 – Розрахунок розмірів заготовки

Вихідні дані (норми точності)	Лиття в оболонкові форми			
	Згідно з ГОСТ 26645-85		Прийнято	
Клас розмірної точності	8-13т		10	
Ступінь жолоблення елементів виливка	3-6		6	
Ступінь точності поверхонь виливка	8-14		11	
Шорсткість поверхонь виливка	Ra = 20 мкм		Ra = 20 мкм	
Клас точності маси	6-13		10	
Ряд припусків	4-7		7	
Розрахункові розміри	Ø24	Ø110	178	170
Допуски:				
розмірів	2,4	2,4	2,2	1,8
форми чи розміщення	0,5	0,5	0,5	0,5
зміщення по площині роз'єму	1,8	1,8		
зміщення через перекося стержня			1,4	1,4
маси	12%			
нерівностей	0,5			
загальний допуск	3,2	3,2	2,4	2,2
Припуски:				
мінімальний	0,4			
Розрахункові розміри	Ø24	Ø110	178	170
	Кількість переходів механічної обробки			
за точністю розмірів	1	3	4	4
за відхиленнями форм, взаємним розміщенням поверхонь	-	-	-	-
прийнята кількість переходів	1	3	4	4
загальний припуск	2,6	2,8	3,6	3,6
Розміри заготовки	Ø18,8	Ø115,6	185,2	177,2

В даному випадку враховуємо сумарний вплив допуску розміру і допусків форми чи розміщення поверхні та приймаємо у відповідності до двох найбільших значень, отриманих із усіх попередніх величин допусків різних параметрів.

Загальний припуск обираємо в залежності від загального допуску, виду остаточної механічної обробки та ряду припусків. Всі ці показники попередньо визначені і за допомогою вже вказаних параметрів обираємо остаточні результати.

Після формування контура виливків в місцях переходу від одного елемента до другого призначаємо радіуси заокруглень, які в значній степені визначають якість литої заготовки. Їх величина повинна бути оптимальною. Радіуси заокруглень у спряженнях залежать від матеріалу виливка, товщини спряжених стінок і кута, що утворюється між ними. Вибір здійснюємо по графікам із [5].

Прийнято наступні радіуси заокруглень для сталі при діапазоні кутів $75...105^\circ$: 1) $r = 4\text{мм}$, 2) $r = 3\text{мм}$

Призначаємо на вертикальних стінках поверх припуску на механічну обробку. Необхідні величини нахилів для обраних операцій вибираємо із таблиці нормованих значень [5]. Вибираємо в залежності від висоти формоутворювальної поверхні та способу лиття. Отже на ділянці 15мм нахил складатиме $1^\circ 11'$; на ділянці 65мм нахил складатиме $2^\circ 34'$.

Мінімальна товщина стінок призначається так, щоб забезпечити необхідну розрахункову міцність і задовольнити потребам технології обраного способу лиття. Найменшу товщину стінок вибираємо по [5], в залежності від приведенного габариту заготовки, цьому значенню відповідає мінімальна товщина стінки $\delta = 8\text{мм}$. Якщо прирівняти дійсну отриману величину, яка становить $\delta = 15\text{мм}$, то можна зробити висновок про відповідність розмірів мінімальної товщини стінки виливка допустимим.

Мінімальний діаметр при $d_0=10\text{мм}$ – для сталі і $s=100\text{мм}$, значення мінімального діаметра буде дорівнювати:

$$d_{\min} = d_0 + 0,1 \cdot s = 7 + 0,1 \cdot 15 = 11,5 \text{ (MM)}.$$

Отже отвори Ø24 будуть проливатися, а Ø13 підуть у напуск.

Ескізи двох варіантів заготовки показані на рисунках 2.2 та 2.3.

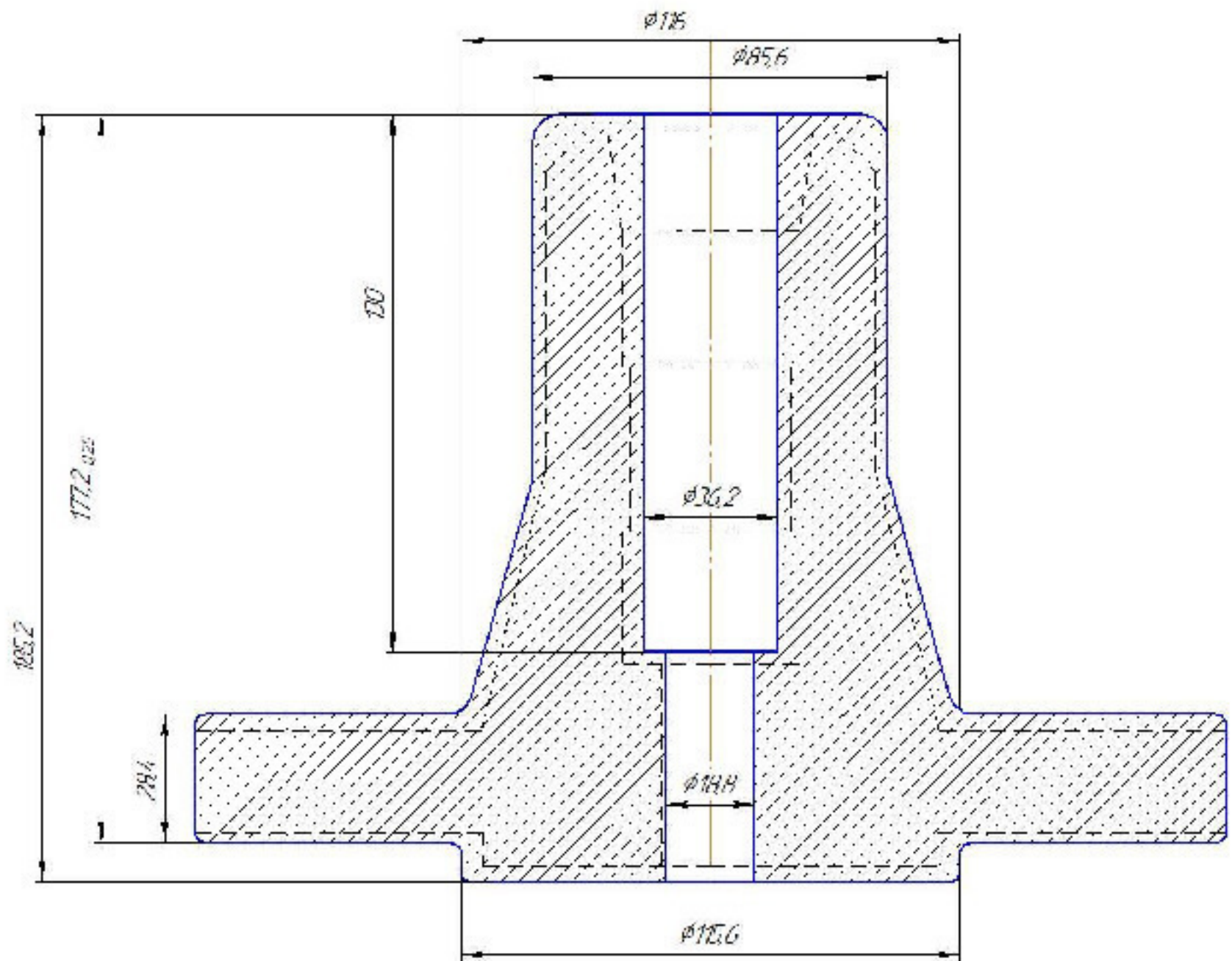


Рисунок 2.2 - Ескіз заготовки отриманої литтям в оболонкові форми

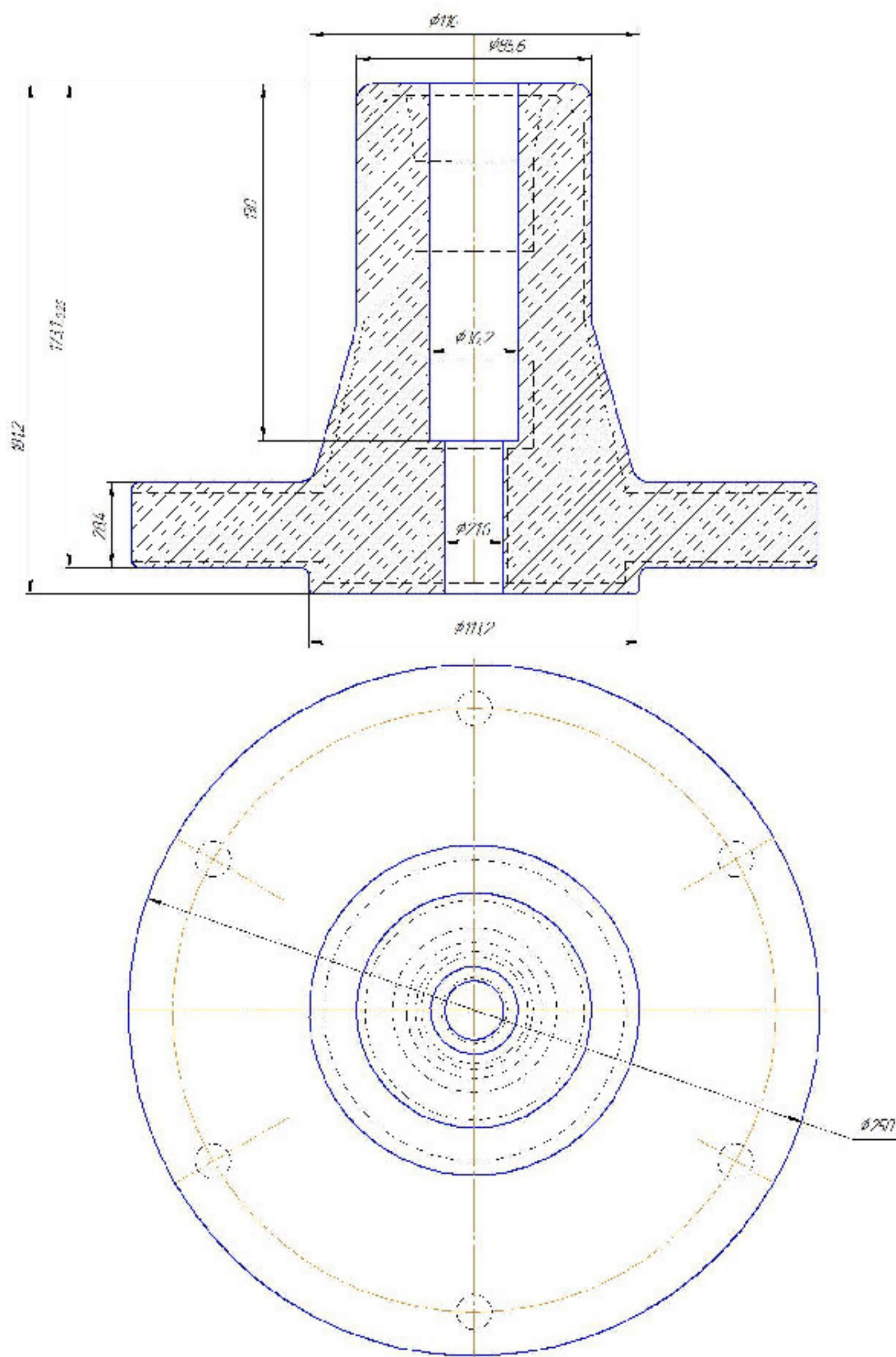


Рисунок 2.3 - Ескіз заготовки отриманої литтям в піщано-глинисті форм з машинним формуванням суміші

Маса заготовки визначена за допомогою 3d моделювання і складає 18,4 кг. Коефіцієнт використання матеріалу:

$$J = 15,1 / 17,7 = 0,8$$

Значення коефіцієнта використання матеріалу є досить високим, так як заготовка виготовлена литтям в піщано-глинисті форми.

Маса заготовки отриманої литтям в оболонкові форми складає 18,9 кг. Коефіцієнт використання матеріалу:

$$J = 15,1 / 18,9 = 0,7$$

Значення коефіцієнта використання матеріалу є допустимим, так як заготовка виготовлена литтям в оболонкові форми.

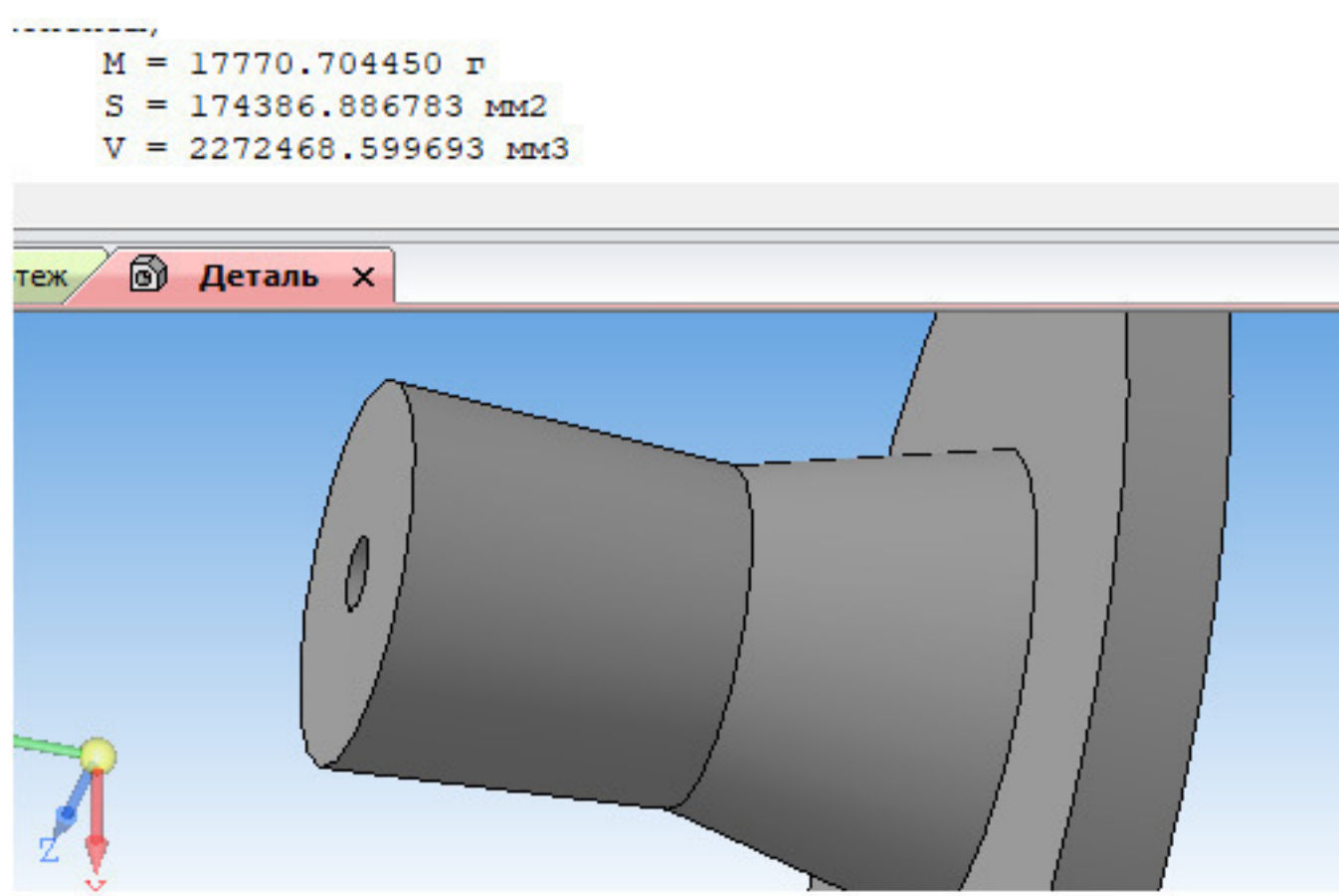


Рисунок 2.4 - Визначення маси заготовки

Вартість заготовки визначаємо за формулою:

$$C_{\text{заг.}} = \left(\frac{G_{\text{заг.}}}{1000} \cdot C_{\text{лит}} \cdot K_T \cdot K_M \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_{\Pi} \right) - \left(\frac{G_{\text{заг.}} - G_{\text{дет}}}{1000} \right) \cdot C_{\text{відх.}}, [\text{грн}]$$

Де $C_{\text{відх.}}$ – заготівельні ціни на стружку чорних і кольорових металів по прейскурантах, гр.о, при матеріалі чавун ця величина становить 390 грн.

$C_{\text{л}}$ - базова вартість 1т заготовок, гр.о, для лиття в піщано-глинисті форми – 15600 грн.

$K_T, K_M, K_C, K_B, K_{\Pi}$ – коефіцієнти, що залежать відповідно від класу точності вилівка, марки матеріалу, групи складності, маси і об'єму виробництва заготовок.

Для лиття в піщано-глинисті форми:

$K_T, K_M, K_C, K_B, K_{\Pi}$ відповідно рівні 1,05-1,22-1-0,93-1.

Для лиття в оболонкові форми:

$K_T, K_M, K_C, K_B, K_{\Pi}$ відповідно рівні 1,0-1,36-1-0,86-1.

Тоді вартість заготовок при литті в піщано-глинисті форми матиме наступне значення:

$$C_{\text{заг. лит}} 1 = \frac{17,1 \cdot 35600 \cdot 1,05 \cdot 1,0 \cdot 1,22 \cdot 0,93 \cdot 1,0}{1000} - \frac{(17,1 - 15,1) \cdot 5000}{1000} = 194,21 \text{ (грн.)};$$

Тоді вартість заготовок при литті в оболонкові форми матиме наступне значення:

$$C_{\text{заг. лит}} 2 = \frac{18,9 \cdot 24400 \cdot 1,0 \cdot 1,36 \cdot 1,0 \cdot 0,86 \cdot 1,0}{1000} - \frac{(18,9 - 17,1) \cdot 5000}{1000} = 225,6 \text{ (грн.)}$$

Для прийняття остаточного рішення відносно вибору варіанта одержання заготовки крім вартості заготовок, коефіцієнтів використання

матеріалу та вагової точності потрібно порівняти маршрути механічної обробки деталі. Якщо є операції, які відрізняються внаслідок різних способів одержання заготовки, то собівартість їх виконання потрібно включити у вартість відповідної заготовки. Тобто, тоді повна собівартість заготовки:

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{заг. литт.}} + \sum C_{\text{обр.}} [\text{грн}]$$

де $\sum C_{\text{обр.}}$ - технологічна собівартість виконання тих операцій, якими відрізняються маршрути механічної обробки деталі внаслідок різних способів одержання заготовки. Оскільки в даному випадку, порівнюючи виливки при обох способах лиття, маємо неоднаковість послідууючої механічної обробки при литті в оболонкові форми потрібно точити ще раз поверхню Ø110. Але оскільки собівартість заготовки отриманої литтям в оболонкові форми і так вища, то можна стверджувати що економічно доцільніше використовувати лиття в піщано-глинисті форми

2.3 Розробка маршруту механічної обробки

2.3.1. Вибір способів механічної обробки поверхонь із підвищеними вимогами точності, визначення кількості ступенів механічної обробки

Створюючи маршрут обробки поверхні виходять з того, що кожен наступний метод повинен бути більш точним ніж попередній. Технологічний допуск на проміжний розмір і якість поверхні, що отримані на попередньому етапі обробки повинні мати числові значення, за яких можливе Відповідно до наведених вище вимог визначимо кількість переходів і способи та методи попередньої та остаточної обробки для отвору Ø39H8, враховуючи, що допуск точності заготовки (допуск після чорнового точіння) складає 0,039 мм:

$$\varepsilon = 0,84 / 0,039 = 21,53$$

Отже можна проводити обробка за чотири переходи і призначаємо:

$$\varepsilon_1=5,2$$

$$\varepsilon_2=3,6$$

Відповідно тоді ступень уточнення другого переходу складатиме:

$$\varepsilon_3=\varepsilon/\varepsilon_1\cdot\varepsilon_2$$

Тобто:

$$\varepsilon_3=21,53/5,2\cdot3,6=1,2$$

Допуск складатиме:

$$T_1=0,84/5,2=0,16 \text{ мм}$$

$$T_2=0,16/3,6=0,044 \text{ мм}$$

$$T_3=0,044/1,2=0,039 \text{ мм}$$

Остаточню приймаємо наступні переходи механічної обробки даної поверхні: розточування попереднє (13 квалітет точності); розточування попереднє (9 квалітет точності); розточування остаточне (8 квалітет точності).

Таблиця 2.5 – Кількість ступенів механічної обробки

Розмір деталі	Стадія обробки	Отримуваний квалітет
Ø49.8H10	Розточування попереднє	12
	Розточування остаточне	10
Ø110h7	Точіння попереднє	12
	Точіння попереднє	9
	Точіння остаточне	7

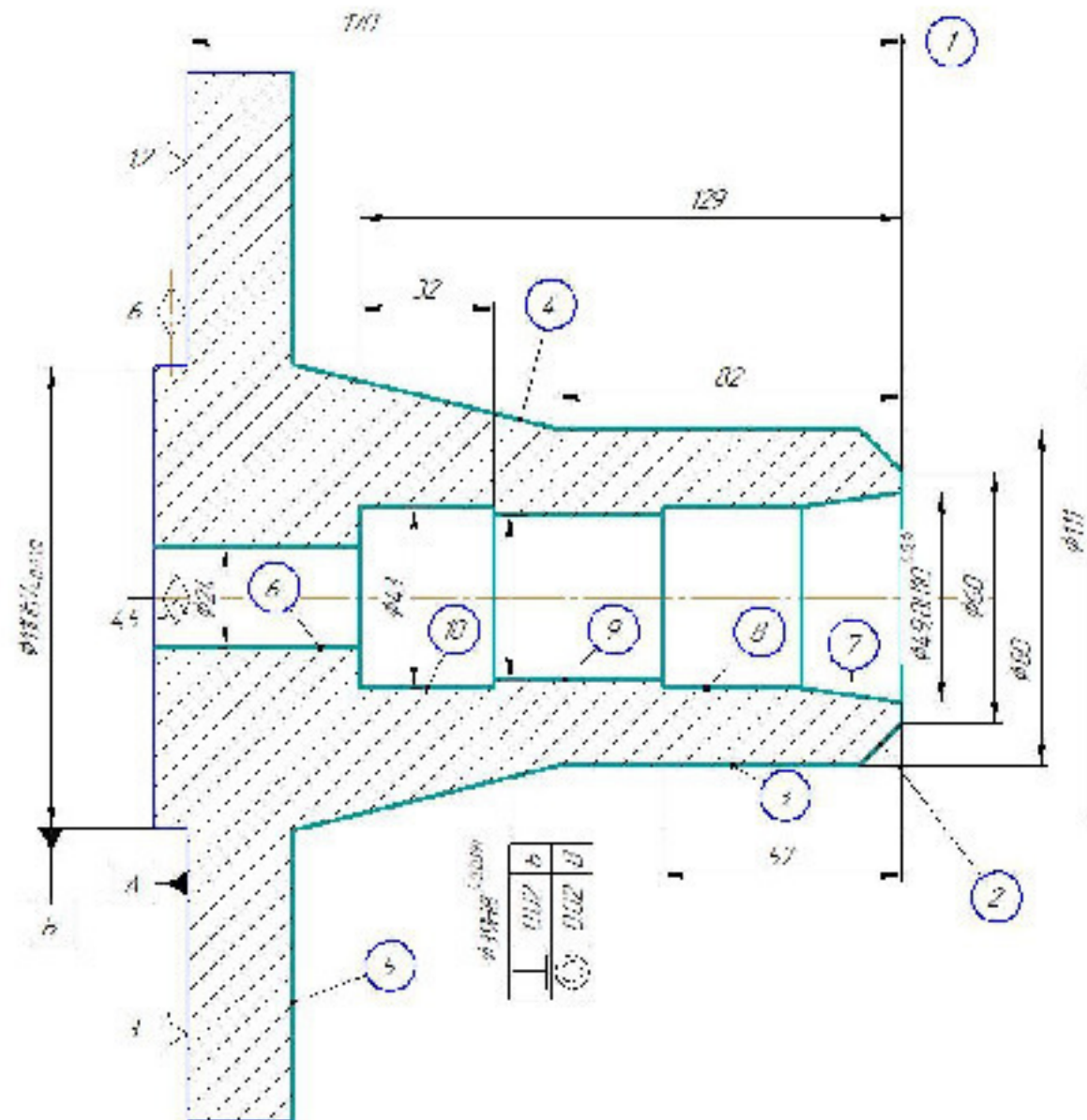
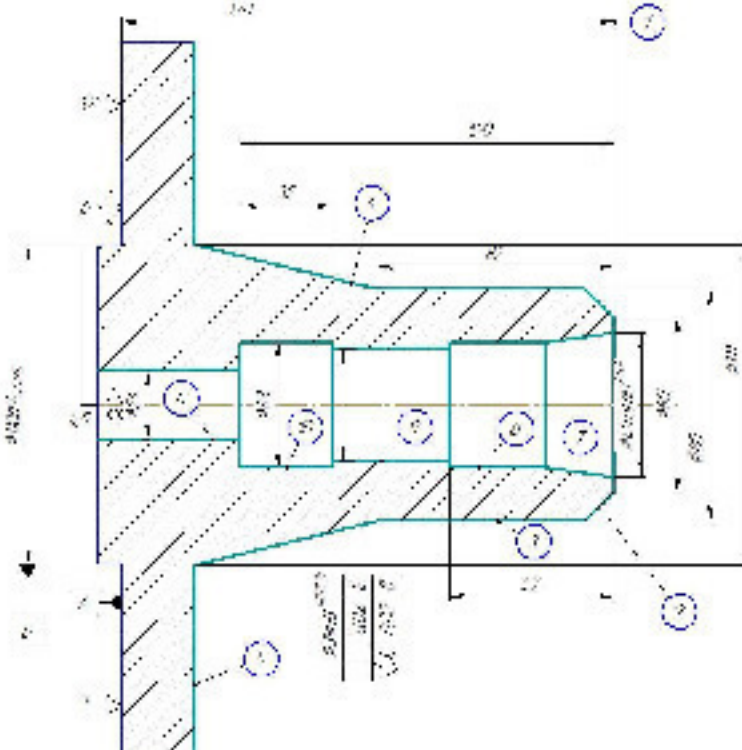
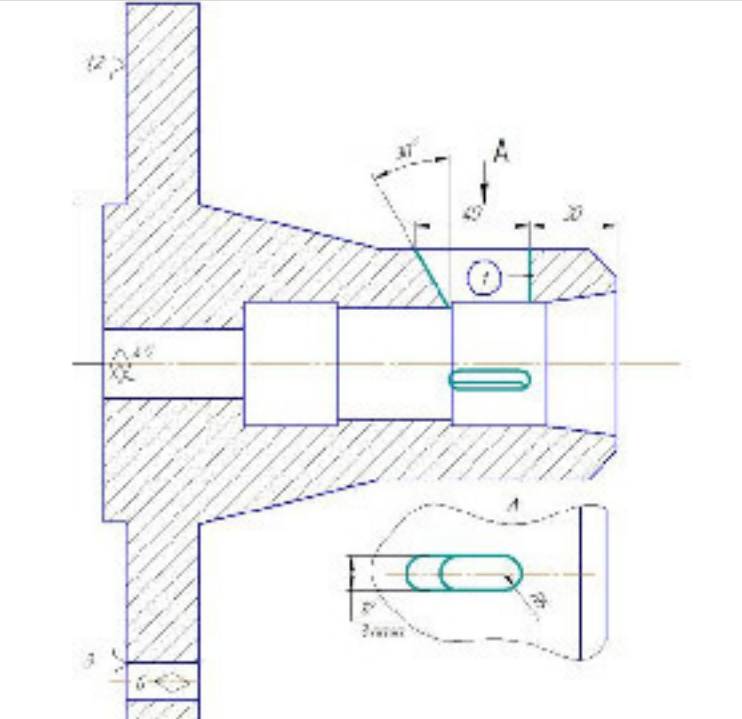


Рисунок 2.5 – Схема базування на операції 010

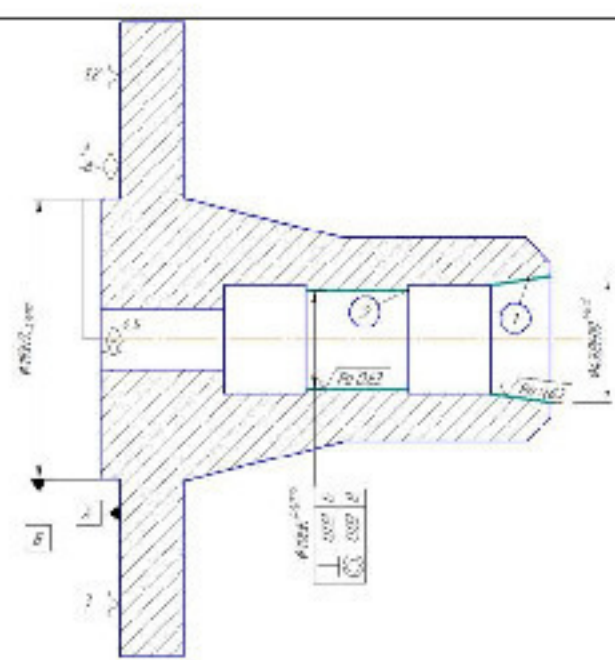
Таблиця 2.7– Аналіз вибору технологічних баз на операції 010

Назва операції	Розмір чи вимога точності	Відсутність наявності похибки базування	Фактор, який забезпечує відсутність чи зумовлює наявність похибки базування
Багатоцільова з ЧПК	Ø24, Ø42, Ø39, Ø60, Ø80, Ø111	відсутня	Діаметральний розмір
	57, 82, 32, 129	відсутня	Обробка з одного установа
	178, вимоги до отвору Ø39H8 перпендикулярності відносно бази Б та співвісності із базою В	відсутня	Виконується принцип суміщення баз, вимірювальної і технологічної

Продовження таблиці 2.8

1	2	3	4
010	Токарно-револьверна 1 Встановити і закріпити 2 Точити торець 1 та поверхні 2,3,4,5 по контуру 3 Розточити отвори 7,8,9,6 попередньо 4 Розточити отвір 10 5 Розточити отвори 7,8,9 попередньо 6 Розточити отвори 7 та 9 остаточно 7 Зняти деталь		Токарно-револьверний з ЧПК 1П420ПФ30
015	Фрезерна з ЧПК 1 Встановити і закріпити 2 Фрезерувати паз 1 3 Зняти заготовку		Фрезерний з ЧПК ЛТ2630МФ3

Продовження таблиці 2.8

1	2	3	4
020	Токарно-револьверна 1 Встановити і закріпити 2 Точити тонко поверхні 1 та 2 3 Зняти деталь		Токарний з ЧПК підвищеної точності МК260МФ3

2.3.4 Розмірний аналіз технологічного процесу

Вибране розташування технологічних розмірів показано на розмірній схемі технологічного процесу (рис. 2.6).

Прийняті допуски осьових технологічних розмірів і розмірів вихідної заготовки наведені в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9– Допуски технологічних розмірів

Розміри заготовки	Z_1	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8
Попередні значення допусків	1,6	0,63	0,4	0,74	0,43	0,43	0,25	0,16	0,52

Визначені допуски використовуються при подальших розрахунках технологічних розмірів.

Розмірна схема технологічного процесу показана на рис. 2.6.

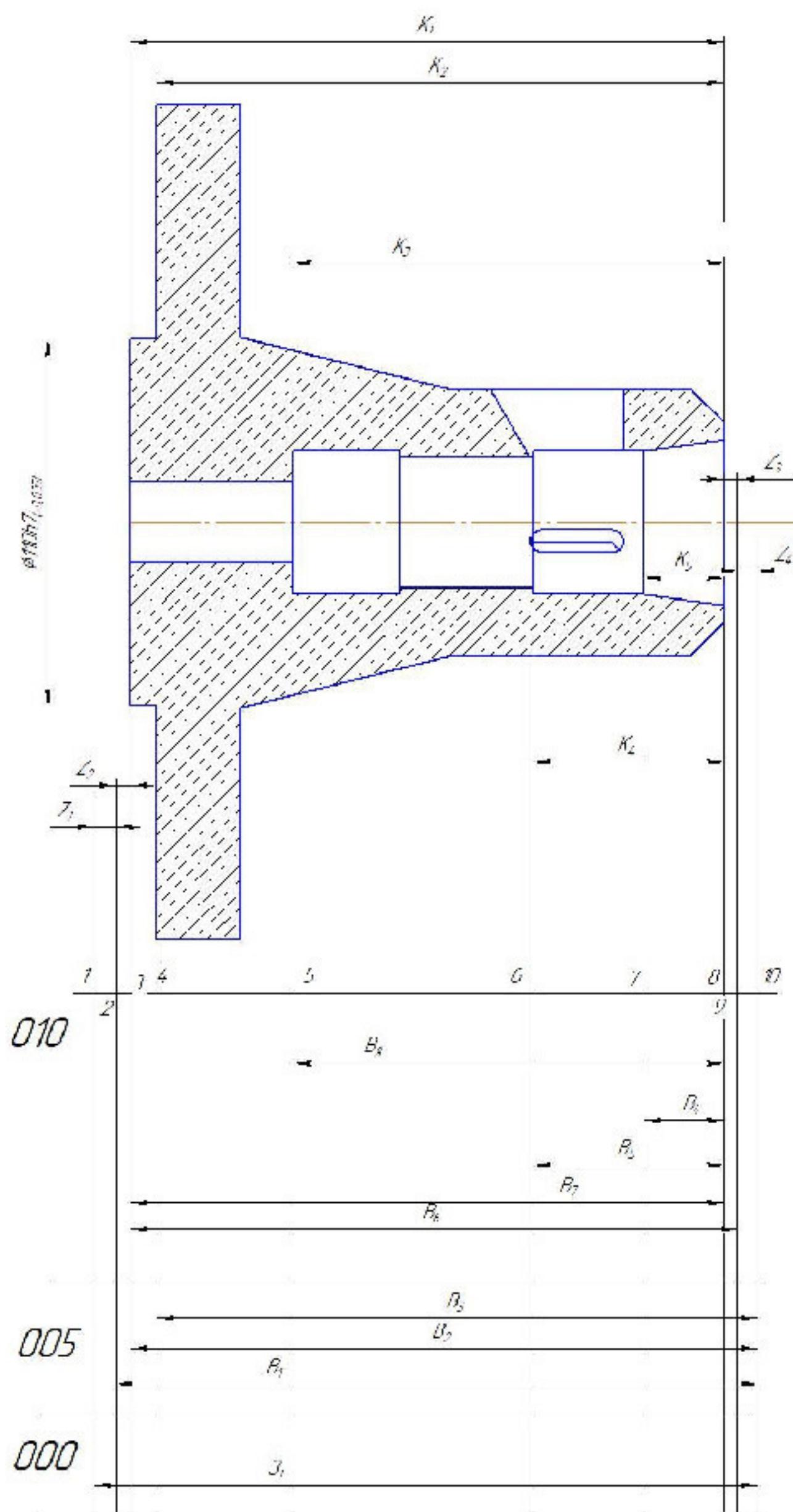


Рисунок 2.6 – Розмірна схема технологічного процесу

Похідний граф-дерево показано на рис. 2.7.

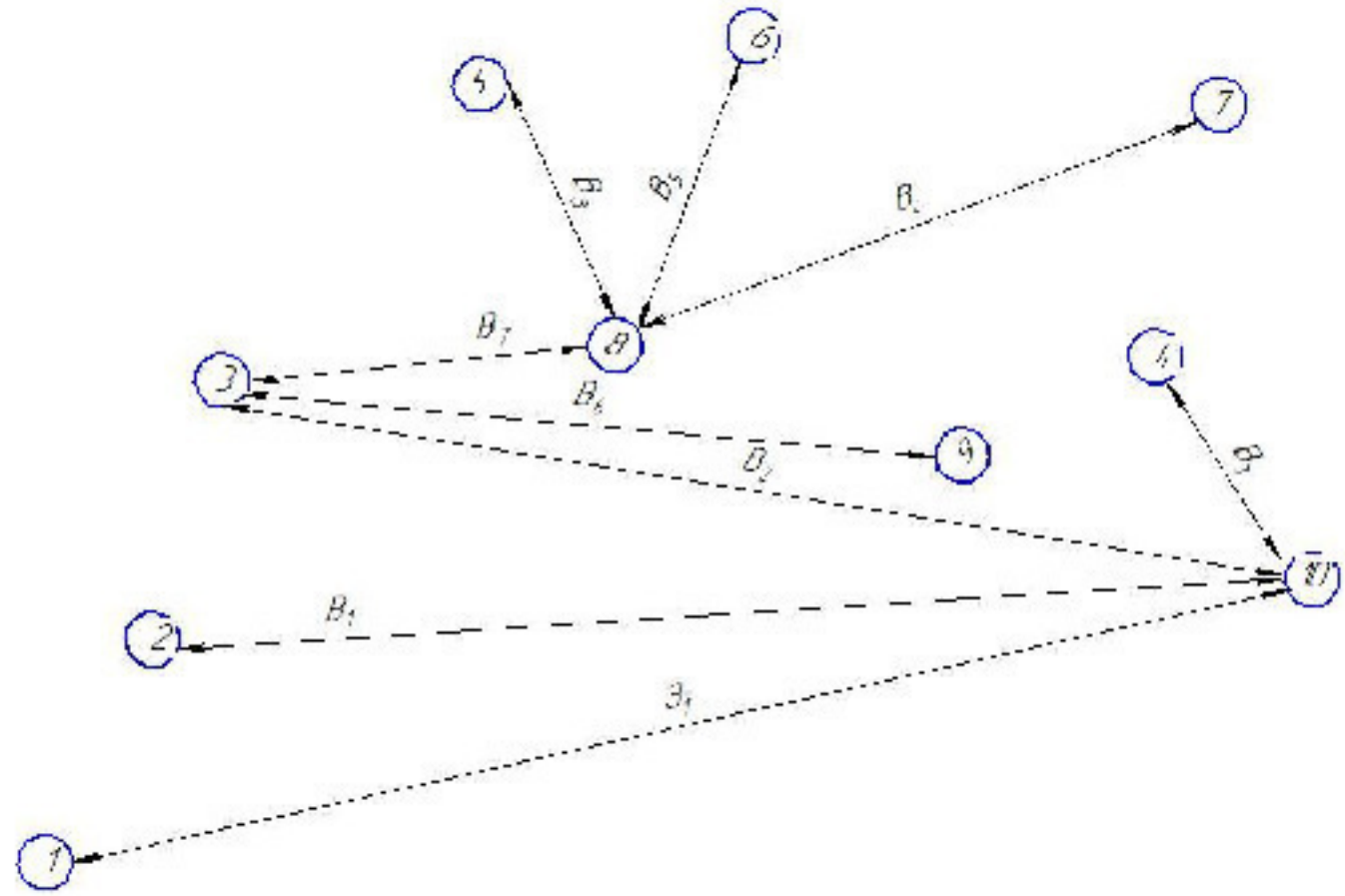


Рисунок 2.7 – Похідний граф-дерево

Вихідний граф-дерево показано на рис. 2.8.

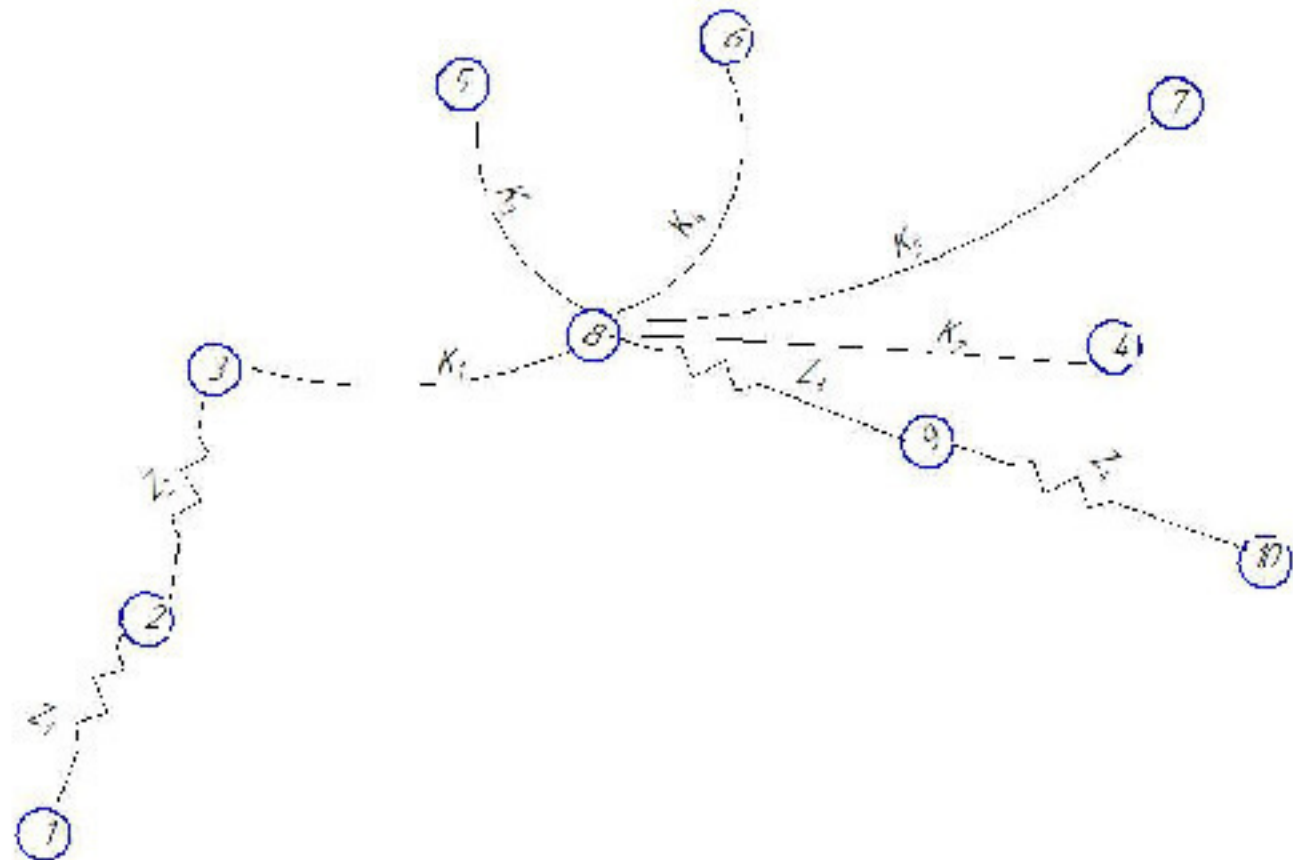


Рисунок 2.8 – Вихідний граф-дерево

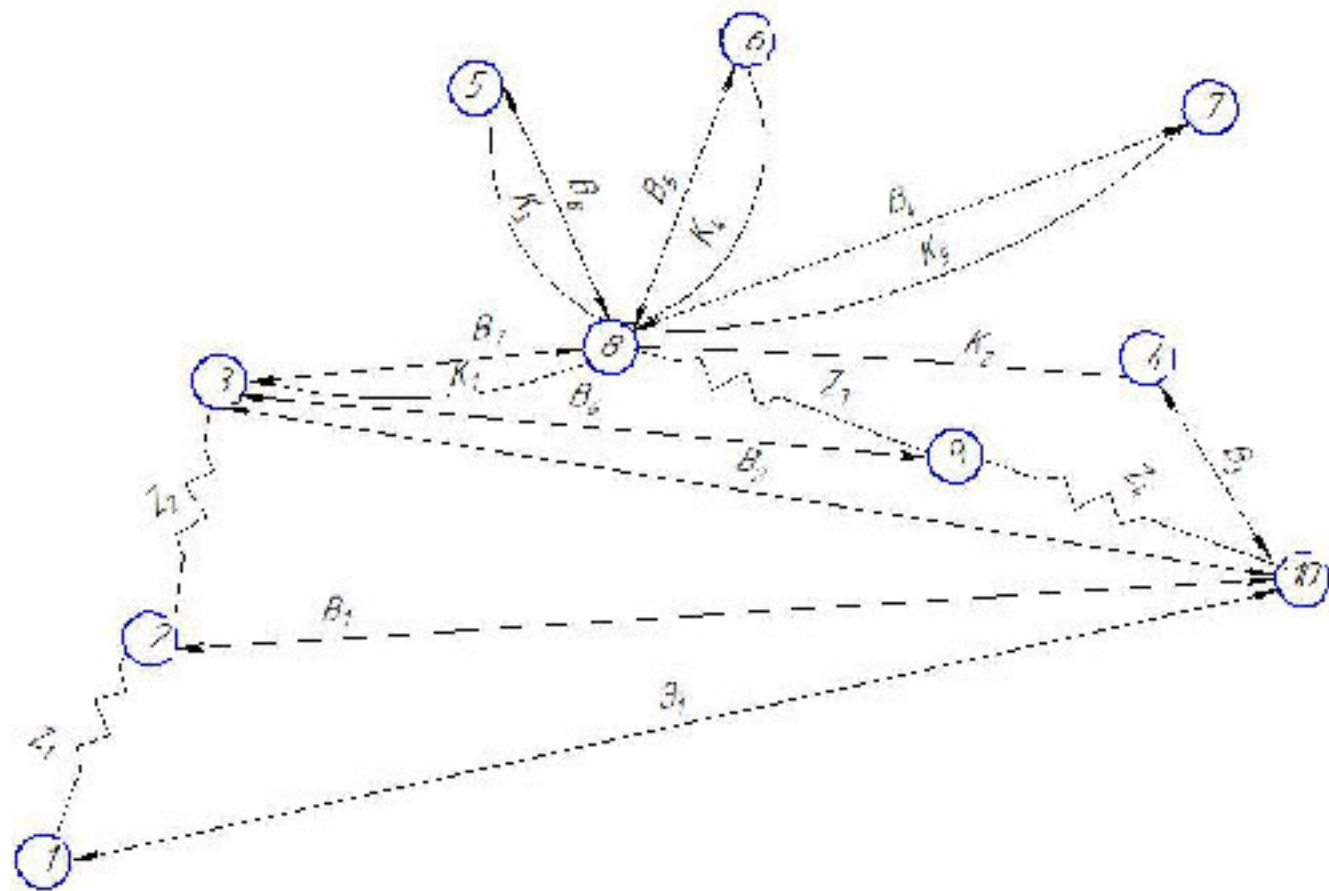


Рисунок 2.9 – Суміщений граф

Дані припусків зводимо в таблицю 2.10.

Таблиця 2.10 – Мінімальні припуски

Припуски	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
$Z_{\min}$	1,2	0,6	0,6	1,2

На основі суміщеного графа записані рівняння технологічних розмірних ланцюгів. Ці рівняння зведено у таблицю 2.11.

Таблиця 2.11 – Рівняння розрахунку розмірних технологічних ланцюгів

№	Розрахункові рівняння	Вихідні рівняння	Невідома ланка
1	2	3	4
1	$B_8 - K_3 = 0$	$B_8 = K_3$	B_8
2	$B_7 - K_1 = 0$	$B_7 = K_1$	B_7

Продовження таблиці 2.11

1	2	3	4
3	$B_5 - K_4 = 0$	$B_5 = K_4$	B_5
4	$B_4 - K_5 = 0$	$B_4 = K_5$	B_4
5	$B_3 - Z_3 - Z_4 - B_7 = 0$	$Z_3 = B_3 - Z_4 - B_7$	B_3
6	$B_6 - Z_3 - B_7 = 0$	$Z_3 = B_6 - B_7$	B_6
7	$B_2 - Z_4 - B_6 = 0$	$Z_4 = B_2 - B_6$	B_2
8	$B_1 - Z_2 - B_2 = 0$	$Z_2 = B_1 - B_2$	B_1
9	$B_1 + Z_1 - 3_1 = 0$	$Z_1 = 3_1 - B_1$	3_1

Визначення технологічних розмірів, розмірів вихідної заготовки і максимальних припусків:

1. $B_8 = K_3 = 129$; (мм);

2. $B_7 = K_1 = 178_{-0,16}$ (мм);

3 $B_5 = K_4 = 57$ (мм);

4 $B_4 = K_5 = 30$ (мм);

5 $Z_{3 \min} = B_{3 \min} - Z_{4 \max} - B_{7 \max}$

$B_{3 \min} = 178 + 1,2 + 0,6 = 179,8$ (мм);

$B_{3 \max} = B_{3 \min} + T(B_3) = 179,8 + 0,25 = 180,05$ (мм);

$B_3 = 180,05_{-0,25}$ (мм);

$Z_{3 \max} = 180,05 - 1,2 - 177,6 = 1,25$ (мм);

6 $Z_{3 \min} = B_{6 \min} - B_{7 \max}$;

$B_{6 \min} = 178 + 0,6 = 178,6$ (мм);

$B_{6 \max} = B_{6 \min} + T(B_6) = 178,6 + 0,25 = 178,85$ (мм);

$B_6 = 178,85_{-0,25}$ (мм);

$Z_{3 \max} = B_{6 \max} - K_{1 \min} = 178,85 - 177,84 = 1,01$ (мм);

7. $Z_{4 \min} = B_{2 \min} - B_{6 \max}$;

$B_{2 \min} = 178,85 + 1,2 = 180,05$ (мм);

$$B_{2\max} = B_{2\min} + T(B_2) = 180,05 + 0,4 = 180,45 \text{ (мм)};$$

$$B_2 = 180,45_{-0,4} \text{ (мм)};$$

$$Z_{4\max} = B_{2\max} - B_{6\min} = 180,45 - 178,6 = 1,85 \text{ (мм)};$$

$$8. Z_{2\min} = B_{1\min} - B_{2\max};$$

$$B_{1\min} = 180,45 + 0,6 = 181,05 \text{ (мм)};$$

$$B_{1\max} = B_{1\min} + T(B_1) = 181,05 + 0,63 = 181,68 \text{ (мм)};$$

$$B_1 = 181,68_{-0,63} \text{ (мм)};$$

$$Z_{2\max} = B_{1\max} - B_{2\min} = 181,68 - 180,05 = 1,65 \text{ (мм)};$$

$$9. Z_{1\min} = Z_{1\min} - B_{1\max};$$

$$Z_{1\min} = 181,68 + 1,2 = 182,88 \text{ (мм)};$$

$$Z_{1\max} = 182,88 + 1,6 = 184,48 \text{ (мм)};$$

$$Z_1 = 184,48_{-1,6} \text{ (мм)};$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\max} - B_{1\min} = 184,48 - 181,05 = 3,43 \text{ (мм)};$$

Таблиця 2.12 – Значення технологічних розмірів, розмірів заготовки та їх допуски

Позначення розміру у	Граничні значення розмірів		Допуск	Номінальний розмір	Значення розміру у технологічному документі	Значення розміру на креслені вихідної заготовки
	Мінімальний розмір	Максимальний розмір				
Z_1	182,88	184,48	1,6	184,48		$184,48_{-1,6}$
B_1	181,05	181,68	0,63	181,68	$181,68_{-0,63}$	
B_2	180,05	180,45	0,4	180,45	$180,45_{-0,4}$	
B_3	179,8	180,05	0,25	180,05	$180,05_{-0,25}$	
B_4	29,74	30,26	0,52	30	$30(\pm 0,26)$	
B_5	56,63	57,37	0,74	57	$57(\pm 0,37)$	
B_6	178,6	178,85	0,25	178,85	$178,85_{-0,25}$	
B_7	177,84	178	0,16	178	$178_{-0,16}$	
B_8	128,57	129,43	0,87	129	$129(\pm 0,43)$	

Отже, в результаті виконання розмірного аналізу технологічного процесу визначено технологічні розміри, припуски та розміри заготовки. На основі цих даних можна розробляти технологічний процес та усю документацію, пов'язану із ним.

2.3.5. Розрахунок припусків

Визначення значень R і T проводимо відповідно до рекомендацій наведених в (1), враховуючи, що для заготовки дані параметри рівні 600 мкм. При попередньому розточуванні приймаємо $R_z = T = 100$ мкм, а на наступному переході відповідно 50 мкм, при чистовому розточуванні – 30 мкм.

Сумарне значення просторових відхилень згідно (1) визначається:

$$\rho = \sqrt{\rho_{жол}^2 + \rho_{зм}^2} \text{ [мкм]}$$

де $\rho_{жол}$ – просторові відхилення спричинені жолобленням

$\rho_{зм}$ – відхилення за рахунок зміщення поверхні з якої знімається припуск, під час самої обробки, відносно технологічних баз. Для даної деталі відповідно:

$$\rho_{жол} = \sqrt{(0,7 \cdot 40)^2 + (0,7 \cdot 106)^2} = 79,3 \text{ (мкм)}$$

$$\rho_{зм} = 220 \text{ (мкм)}$$

$$\rho = \sqrt{79,3^2 + 220^2} = 233 \text{ (мкм)}$$

При подальших переходах механічної обробки:

$$\rho_n = k \cdot \rho_{n-1} \text{ [мкм]}$$

$$\rho_1 = 0,06 \cdot 233 = 14 \text{ (мкм)}$$

$$\rho_2 = 0,05 \cdot 14 = 0,7 \text{ (мкм)}$$

Похибка установки при чорновому розточуванні:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} \text{ [мм]}$$

де ε_6 – похибка базування, що в даному випадкові рівна нулеві;

ε_3 – похибка закріплення, в даному випадкові складає 140 мкм.

Відповідно похибка установки:

$$\varepsilon_1 = 140 \text{ (мкм)}$$

При повторному попередньому розточуванні похибка установки, внаслідок того, що переходи виконуються в одному пристосуванні складатиме:

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_1 \cdot 0,05 = 140 \cdot 0,05 = 7 \text{ (мкм)}$$

На основі отриманих вище даних проводимо розрахунок мінімальних значень міжопераційних припусків, користуючись формулою:

$$2Z_{i\min} = 2(R_{zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \text{ [мкм]}$$

Мінімальний припуск під точіння:

Попереднє розточування:

$$2Z_{1\min} = 2(600 + 600 + \sqrt{233^2 + 140^2}) = 2 \cdot 1472 \text{ (мкм)}$$

попереднє розточування:

$$2Z_{2\min}=2(100 + 100 + \sqrt{14^2 + 7^2})=2\cdot 216 \text{ (мкм)}$$

остаточне розточування:

$$2Z_{3\min}=2(50+50+0,7)=2\cdot 100,7 \text{ (мкм)}$$

При остаточному розточуванні маємо отримати розмір вказаний на креслені:

$$d=39,039 \text{ (мм)}$$

Наступні розміри отримуємо послідовним відніманням розрахункового мінімального припуску кожного технологічного переходу. Таким чином отримуємо:

Для остаточного розточування:

$$D_1=39,039-2\cdot 0,1007=38,8376 \text{ (мм)}$$

для попереднього розточування:

$$d_2=38,8376 -2\cdot 0,216=38,4056 \text{ (мм)}$$

для попереднього розточування:

$$d_3=38,4056-2\cdot 1,472=35,4616 \text{ (мм)}$$

Значення допусків кожного переходу приймаються по таблицям відповідно до квалітету того чи іншого виду обробки занесено до таблиці.

Максимальні граничні розміри отримуються по розрахунковим розмірам заокругленим до точності допуску відповідного переходу.

Мінімальні граничні розміри визначаються шляхом віднімання від

найбільших граничних розмірів допусків відповідних переходів.

Тобто:

$$38,84-0,1=38,74 \text{ (мм)}$$

$$38,40-0,25=38,15 \text{ (мм)}$$

$$35,46-0,62=34,84 \text{ (мм)}$$

Мінімальні граничні значення припусків $Z_{\min}$ рівні різниці найбільших граничних розмірів виконуваного і попереднього переходів, а максимальне значення $Z_{\max}$ – відповідно різниця найменших граничних розмірів.

для остаточного розточування:

$$2Z_{\min 3}=39,039-38,84=0,199 \text{ мм}=199(\text{мкм})$$

$$2Z_{\max 3}=39-38,74=0,26\text{мм}=260(\text{мкм})$$

для попереднього розточування:

$$2Z_{\min 2}=38,84-38,4=0,44\text{мм}=440(\text{мкм})$$

$$2Z_{\max 2}=38,74-38,15=0,59\text{мм}=590(\text{мкм})$$

для попереднього розточування:

$$2Z_{\min 1}=38,4-35,46=2,94\text{мм}=2940(\text{мкм})$$

$$2Z_{\max 1}=38,15-34,84=3,31\text{мм}=3310(\text{мкм})$$

Всі результати проведених розрахунків записано в таблицю 2.13.

Загальні припуски $Z_{0\min}$ і $Z_{0\max}$ визначаємо сумуючи проміжні припуски:

$$2Z_{0\min}=199+440+2940=3589 \text{ (мкм)}$$

$$2Z_{0\max}=3310+590+260=4160 \text{ (мкм)}$$

Виконуємо перевірку вірності виконаних розрахунків:

$$2Z_{\max 3}-2Z_{\min 3}=3310-2940=370 \text{ (мкм)}$$

$$\delta_3-\delta_4=620-250=370 \text{ (мкм)}$$

$$2Z_{\max 2}-2Z_{\min 2}=590-440=150 \text{ (мкм)}$$

$$\delta_2-\delta_3=250-100=150 \text{ (мкм)}$$

$$2Z_{\max 1}-2Z_{\min 1}=260-199=61 \text{ (мкм)}$$

$$\delta_1-\delta_2=100-39=61 \text{ (мкм)}$$

Таблиця 2.13 - Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічним переходам

Технологічні переходи обробки поверхні Ø39	Елементи припуску, мкм			Розрахунк овий припуск, мкм	Розрахун ковий розмір, мм	Допуск мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків	
	R _z	T	ρ	2Z _{min}	d _p	δ	d _{min}	d _{max}	2Z _{min}	2Z _{max}
Заготовка	600	600	233		35,46	620	34,84	35,46		
розточування попереднє	100	100	14	2944	38,4	250	38,15	38,4	2940	3310
розточування попереднє	50	50	0,7	532	38,84	100	38,74	38,84	440	590
розточування остаточне	30	30	-	201,4	39,039	39	39	39,03 9	199	260
Ітого									3589	4160

Визначення оптимальних припусків на обробку тісно пов'язане із встановленням проміжних та початкових розмірів заготовки. Ці розміри необхідні для конструювання штампів, спеціального різального та вимірювального інструменту, а також для настроювання металорізальних верстатів та іншого технологічного обладнання. На основі визначених припусків можна обгрунтовано визначити масу початкових заготовок, режими різання, а також норми часу на виконання операцій механічної

обробки.

В машинобудування використовують дослідно - статичний та розрахунково – аналітичний методи встановлення припусків на обробку. В попередньому розділі використано розрахунково-аналітичний метод, що базується на урахуванні конкретних умов виконання технологічного процесу обробки.

Згідно з дослідно- статичним методом загальні та проміжні припуски визначаються за таблицями, в яких узагальнено і систематизовано виробничі дані передових машинобудівних підприємств. Недоліком цього методу є те, що припуски, як правило, визначаються без урахування конкретних умов виконання технологічних операцій та переходів. Дослідно- статичні припуски в багатьох випадках завищені, оскільки вони орієнтовані на такі умови обробки, коли для уникнення браку припуск повинен бути максимальним. Дослідно- статичний метод простий, однак змушує технолога приймати рішення догматично, не аналізуючи умов виконання операцій та не шукаючи шляхів економії металу.

Використовуючи даний метод визначимо припуски на циліндричні поверхні валу, а результати заносимо до таблиці 2.12

Таблиця 2.12- Припуски на циліндричні поверхні

Розмір деталі	Стадія обробки	Припуск на перехід	Отримуваний розмір
Ø110h7	Попереднє точіння	0,5	111,6
	Попереднє точіння	0,4	110,8
	Остаточне точіння	0,3	110,2
	Тонке точіння	0,1	110

2.3.6. Визначення режимів різання на обробку конструкторських баз та кріпильних отворів

Режими обробки деталі – найважливіший фактор протікання технологічного процесу [9, 10].

Операція 010, розточування пов. 2 (Ø39H8) попереднє.

Вихідні дані:

- верстат: 1П420ПФ30; $N_B = 12$ кВт;

- інструмент: розточний з пластиною із швидкоріжучої сталі;
- матеріал: сталь 40Л ГОСТ 1050-2013;
- глибина різання: $t = (45 - 44)/2 = 0,5$ мм;
- довжина обробки: $\ell = 10$ мм.

- Подача:

$$S = 0,6 - 0,9 \text{ мм/об, приймаємо } S_{\text{пр}} = 0,7 \text{ мм/об}$$

- Швидкість різання:

$$V = 0,9 \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v, [\text{м/хв.}] \quad (2.2)$$

де $C_v = 328$; $T = 60$ хв.; $m = 0,28$; $x = 0,12$; $y = 0,5$;

$$K_v = K_{m_v} \cdot K_{n_v} \cdot K_{u_v} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,08$$

Тоді:

$$V = \frac{328}{60^{0,28} \cdot 0,6^{0,12} \cdot 0,7^{0,5}} \cdot 1,08 \cdot 0,9 = 128,74 \text{ (м/хв.)}$$

- Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 128,74}{3,14 \cdot 39} \cong 980 \text{ (об/хв.)};$$

за паспортом верстата приймаємо: $n_{\text{пр}} = 1000$ об/хв.

- Корегуємо швидкість різання:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{пр}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 39 \cdot 1000}{1000} = 135,25 \text{ (м/хв.)}$$

- Сила різання:

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \text{ [H]}, \quad (2.3)$$

де $C_p = 40$,

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\psi p} = 1.2 \cdot 0.89 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.87 = 0.93,$$

$x = 1.0$; $y = 1.0$; $n = 0$.

Тоді:

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 0.6^{1.0} \cdot 0.7^{1.0} \cdot 135.25^0 \cdot 0.93 \cong 156.24 \text{ (H)}.$$

• Потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V_{\phi}}{1020 \cdot 60} = \frac{156.24 \cdot 131.25}{1020 \cdot 60} = 0.335 \text{ (кВт)}.$$

$N_b > N$ (12 кВт > 0,335 кВт) – обробка заданої поверхні можлива.

Операція 050, перехід 2 – фрезерування пов. 1 однократне.

Вхідні дані:

- верстат: ЛТ260МФ3, $N_b = 15$ кВт;

- інструмент: фреза торцева з конічним хвостовиком, швидкоріжуча 035–2223–0104 ($\varnothing 12$) ОСТ 2462–2–75 ($z = 6$);

- глибина різання: $t = 1.7$ мм;

- довжина обробки: $\ell = 47$ мм.

• Подача

$$S_z = \frac{0.06}{0.04} \text{ мм/зуб}, \text{ приймаємо } S_{z_{\text{н}}} = 0.05 \text{ мм/зуб}.$$

• Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_x^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v \text{ [м/хв.]}, \quad (2.5)$$

де $C_v = 245$; $q = 0,25$; $x = 0,1$; $y = 0,2$; $u = 0,15$; $p = 0,1$; $m = 0,2$; $B = 50$ мм;
 $T = 80$ хв.;

$$K_v = K_{m_v} \cdot K_{n_v} \cdot K_{u_v} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,08.$$

Тоді:

$$V = \frac{245 \cdot 50^{0,25} \cdot 1,08}{80^{0,2} \cdot 0,7^{0,1} \cdot 0,05^{0,2} \cdot 50^{0,15} \cdot 6^{0,1}} = 256,89 \text{ (м/хв.)}$$

• Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\Pi D} = \frac{1000 \cdot 256,89}{3,14 \cdot 50} \cong 1636 \text{ (об/хв.)};$$

за паспортом верстата приймаємо: $n_{пр} = 1500$ об/хв.

• Корегуємо швидкість різання:

$$V_{\Phi} = \frac{\Pi \cdot D \cdot n_{пр}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 1500}{1000} = 235,5 \text{ (м/хв.)}$$

• Сила різання:

$$P_z = \frac{10 C_p \cdot t^x \cdot S_x^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} \text{ [Н]},$$

$C_p = 22,6$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 1,0$; $q = 0,86$; $w = 0$;

$$K_{mp} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,08.$$

Тоді:

$$P_z = \frac{10 \cdot 22.6 \cdot 0,7^{0,86} \cdot 0,05^{0,72} \cdot 50^{1,0} \cdot 6 \cdot 1,08}{50^{0,86} \cdot 1500^0} \cong 215.57 \text{ (Н)}.$$

- Потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V_\phi}{1020 \cdot 60} = \frac{215.57 \cdot 235.5}{1020 \cdot 60} = 0,83 \text{ (кВт)}.$$

$N_B > N$ (15 кВт > 0,83 кВт) – обробка заданої поверхні можлива.

Аналогічно визначимо режими різання для інших переходів. Дані розрахунків зводимо до таблиці 2.26.

Таблиця 2.26 – Режими різання

№ оп.	Переходи	t , мм	S , мм/об	V , м/хв.	n , об/хв.
1	2	3	4	4	6
005	Комбінована				
	Точити торець 1 і поверхню 2 та торець 3 попередньо	1,5	0,4	165	800
	Точити торець 1 і поверхню 2 та торець 3 попередньо	0,5	0,15	149	1600
	Центрувати отвори 4 витримуючи розміри вказані на ескізі	2,5	0,3	20	800
	Свердлийти отвори 4 витримуючи розміри вказані на ескізі	7,5	0,3	25	1000
	Точити торець 1 і поверхню 2 та торець 3 остаточно	0,1	0,12	68	2000

Продовження таблиці 2.26

1	2	3	4	4	6
010	Токарно-револьверна				
	2 Точити торець 1 та поверхні 2,3,4,5 по контуру	1,5	0,4	165	800
	Розточити отвори 7,8,9,6 попередньо	0,9	0,7	78	1000
	Розточити отвір 10	0,9	0,7	78	1000
	Розточити отвори 7,8,9 попередньо	0,3	0,15	71	1600
	Розточити отвори 7 та 9 остаточно	0,1	0,12	68	2000
015	Фрезерна з ЧПК				
	2 Фрезерувати паз 1	1,2	0,05 мм/зуб.	40	1500
020	Токарно-револьверна				
	Точити тонко поверхні 1 та 2	0,1	0,2	173	315

Розрахунок оптимального режиму різання виконаний за допомогою спеціальної комп'ютерної програми і показаний на рис. 2.13 та рис. 2.14.

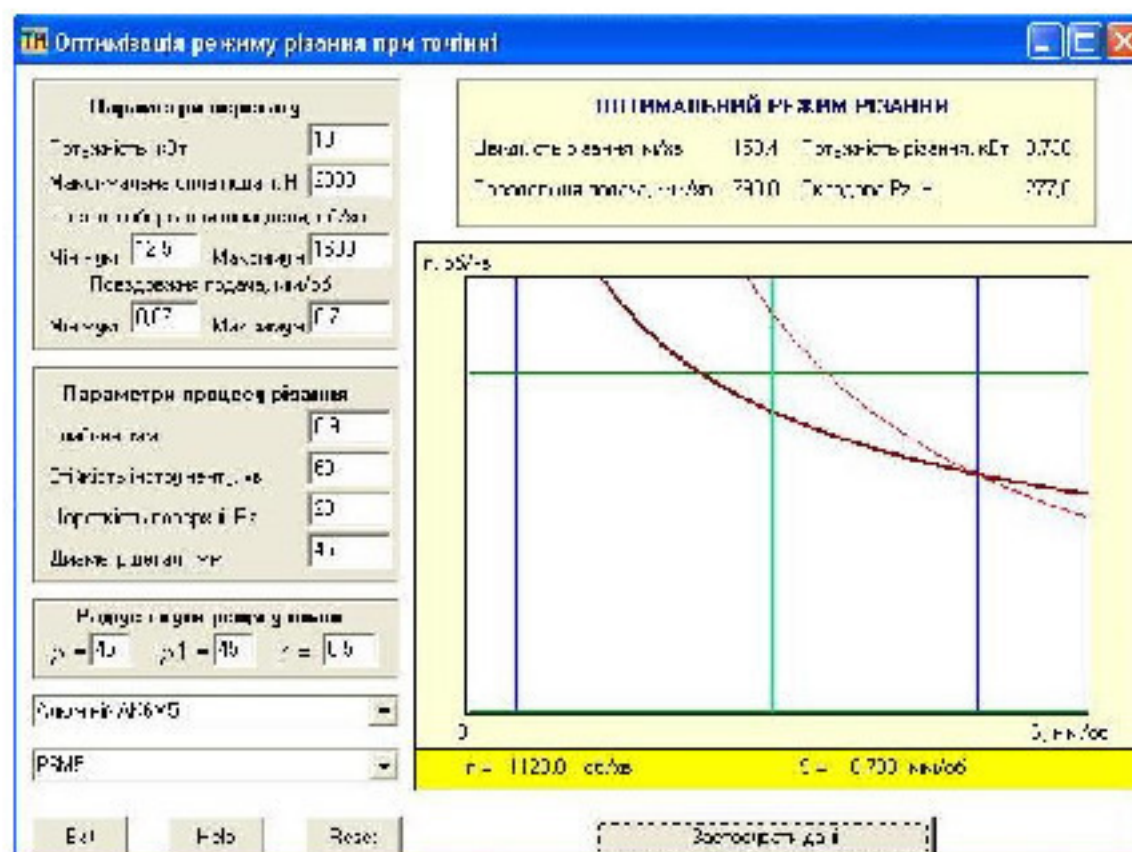


Рисунок 2.13 – Оптимізація режимів різання при попередньому розточуванні поверхні $\varnothing 39$

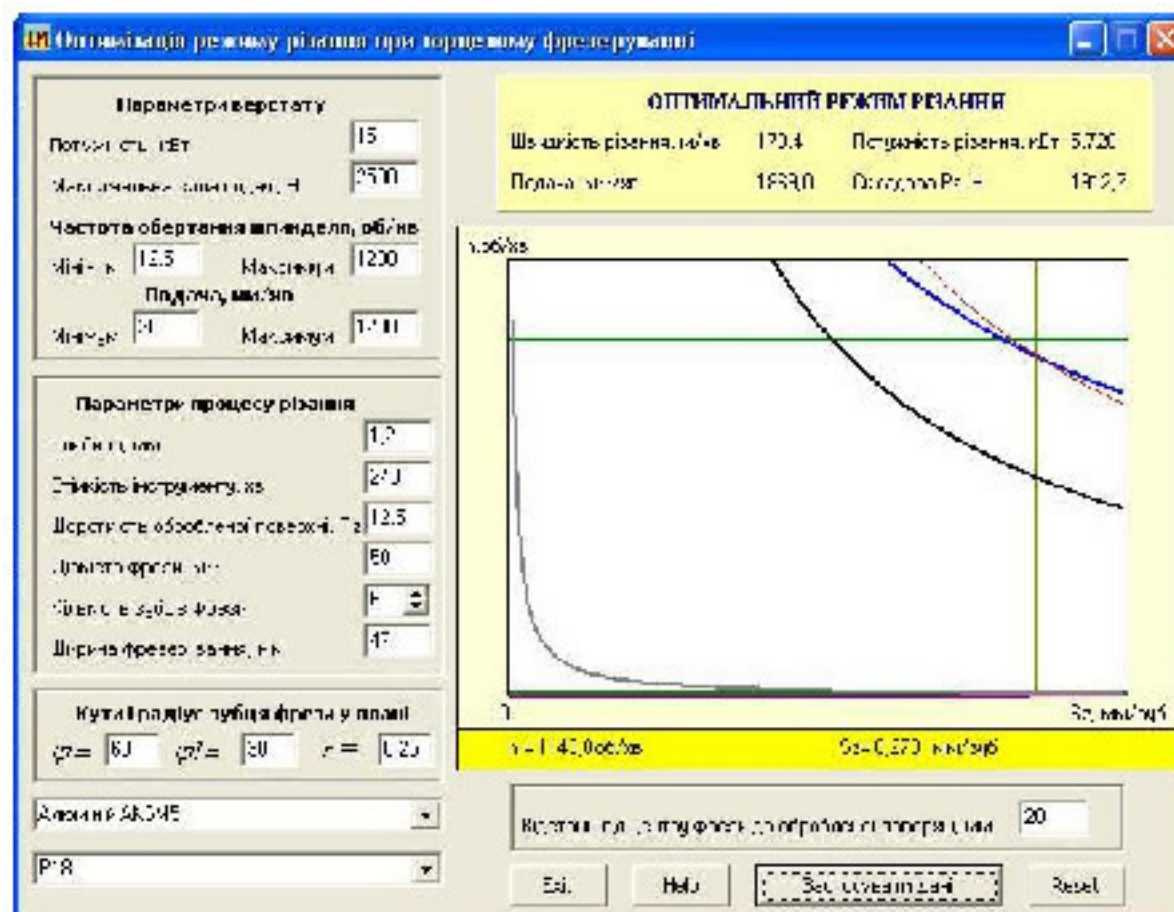


Рисунок 2.14 – Оптимізація режимів різання при фрезеруванні пазу

Отримані результати мають незначну розбіжність з прийнятими режимами різання. Таким чином, максимальна продуктивність обробки на верстатах з ЧПК буде забезпечена.

2.3.7. Визначення технічних норм часу для всіх операцій. Для однієї операції детально, решта у вигляді підсумкової таблиці

Для точних розрахунків виконується нормування операцій технологічного процесу. Норма штучного часу визначається як сума [10, 14, 16]:

$$T_{шт} = t_o + t_d + t_{oo} + t_{mo} + t_s \text{ [хв.]}, \quad (2.5)$$

де t_o – основний час (час роботи інструмента);

t_d – допоміжний час;

t_{oo} – час на організаційне обслуговування;

t_{mo} – час на технічне обслуговування;

t_6 – час на відпочинок.

В умовах серійного виробництва визначається штучно-калькуляційний час.

Штучно-калькуляційний час виконання операцій

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n_{дет}} [\text{хв.}], \quad (2.6)$$

де $T_{п-з}$ – підготовчо-заклучний час, хв.; $n_{дет}$ – кількість деталей в партії.

Операція 005.

Основний час визначається з а формулою

$$t_{осн} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} [\text{хв.}], \quad (2.7)$$

де L – довжина робочого ходу, мм; i – кількість проходів; n – частота обертання шпинделя, об/хв.; S – подача, мм/об.

Розрахунок $t_{осн}$ виконується для свердління отворів Ø13 :

$$t_{осн1} = \frac{35 \cdot 1}{800 \cdot 0,4} = 0,12 \text{ (хв.);}$$

$$L_1 = l_{сп} + l_{обр} + l_{пер} [\text{мм}], \quad (2.8)$$

де $l_{сп}$ – довжина врізання інструменту, мм;

$l_{обр}$ – довжина обробки, мм;

$l_{пер}$ – довжина перебігу інструменту, мм.

$$L_1 = 5 + 25 + 5 = 35 \text{ (мм).}$$

Аналогічно розраховуємо для інших переходів $t_{осн \Sigma} = 12,63 \text{ хв.}$

Допоміжний час виконання операції 005 [2].

$t_{\text{yc}} = 0,1$ хв. – час на установлення та зняття деталі в пневматичному патроні;

$t_{\text{вкл. , вкл.}} = 0,1 \cdot 2 = 0,2$ (хв.) – час на включення та виключення верстата кнопкою;

$t_{\text{пов. , пов.}} = 0,015 \cdot 11 = 0,165$ (хв.) – час на поворот револьверної головки на наступну позицію;

$t_{\text{підв. , відв.}} = 0,025 \cdot 3 + 0,01 \cdot 2 = 0,165$ (хв.) – час на підведення та відведення інструменту (3 різця, свердла);

$t_{\text{контр.}} = 0,16 + 0,16 + 0,17 = 0,49$ (хв.) – час на виконання контролю розмірів; приймаємо, що контроль розмірів виконується для 20% деталей, тобто контролюється кожна п'ята деталь

$$t_{\text{контр.}} = \frac{0,49}{5} = 0,01 \text{ (хв.)}$$

Сумарний допоміжний час $t_{\text{доп. } \Sigma} = 0,64$ хв.

Оперативний час

$$T_{\text{оп.}} = t_{\text{осн.}} + t_{\text{доп.}} = 2,46 + 0,64 = 3,1 \text{ (хв.)}$$

Час обслуговування робочого місця та відпочинку складає 6,5% від $t_{\text{оп.}}$

$$t_{\text{обс.}} + t_{\text{відп.}} = 3,1 \cdot 0,065 = 0,2 \text{ (хв.)}$$

Штучний час виконання операції

$$T_{\text{шт.}} = t_{\text{осн.}} + t_{\text{доп.}} + t_{\text{обс.}} + t_{\text{відп.}} = 2,44 + 0,64 + 0,2 = 3,3 \text{ (хв.)}$$

Підготовчо-заключний час виконання операції

$$T_{n-3} = T_{n-31} + T_{n-32} = 12 + 10 = 22 \text{ (хв.)}$$

де $T_{n-31} = 12$ хв. – час на налагодження верстата, інструмента, пристосування;

$T_{n-32} = 10$ хв. – час на одержання інструмента та пристосування до початку та після завершення обробки.

Тоді, штучно-калькуляційний час виконання операції 005 складає

$$T_{шт-к} = 12,63 + \frac{22}{190} = 16,419 \text{ (хв.)}$$

$$T_{шт-к 005} = 16,419 \text{ хв.}$$

Аналогічно визначено штучно-калькуляційний час виконання інших операцій.

Таблиця 3.22 – Нормування операцій, хв

№ операцій	Основний час t_o , хв	Штучний час $t_{шт}$, хв
005	12,63	16,419
010	8,978	11,671
015	0,72	1,008
020	0,76	0,993

РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ ДІЛЬНИЦІ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

3.1 Розрахунок приведеної програми

Приведена програма може бути розрахована за формулою [1]:

$$N_{пр} = \sum_{i=1}^n N_i \cdot K_{прі} \quad [\text{шт.}], \quad (3.1)$$

де N_i – програма випуску по кожному з найменувань деталей, зібраних у групу;

$K_{прі}$ – коефіцієнт приведення по кожному з найменувань деталей, що зібрані у групу.

$$K_{пр} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (3.2)$$

де K_1 – коефіцієнт приведення за масою; K_2 – коефіцієнт приведення за серійністю; K_3 – коефіцієнт приведення за складністю.

Рекомендуються такі співвідношення маси m і річного об'єму випуску N об'єкта представника та інших об'єктів виробництва, які входять в групу:

$$0,5 m_{\max} \leq m \leq 2 m_{\min};$$

$$0,1 N_{\max} \leq N \leq 10 N_{\min},$$

де $m_{\max}$, $m_{\min}$, $N_{\max}$, $N_{\min}$ – відповідно найбільші і найменші значення маси і річного об'єму випуску об'єктів виробництва, які входять в групу.

Для визначення коефіцієнтів K_1 , K_2 , K_3 скористаємося даними таблиці 4.1.

Розрахуємо коефіцієнт приведення за масою K_1 :

$$K_1 = \sqrt[3]{\left(\frac{m_i}{m_{p.нр.}}\right)^2}, \quad (3.3)$$

де m_i – маса розглядуваного виробу; $m_{p.нр.}$ – маса розрахункового представника.

Таким чином коефіцієнт K_1 складатиме (для деталей, що приводяться до розрахункового представника):

$$\text{- для 1-го виробу } K_{11} = \sqrt[3]{\left(\frac{m_1}{m_{p.нр.}}\right)^2} = \sqrt[3]{\left(\frac{12,4}{15,1}\right)^2} = 0,876 ;$$

$$\text{- для 2-го виробу } K_{12} = \sqrt[3]{\left(\frac{m_2}{m_{p.нр.}}\right)^2} = \sqrt[3]{\left(\frac{14,2}{15,1}\right)^2} = 0,959 ;$$

$$\text{- для 3-го виробу } K_{13} = \sqrt[3]{\left(\frac{m_3}{m_{p.нр.}}\right)^2} = \sqrt[3]{\left(\frac{16,23}{15,1}\right)^2} = 1,049 .$$

Коефіцієнт приведення по серійності K_2 визначається за емпіричною формулою

$$K_2 = \left(\frac{N_{np}}{N_i}\right)^\alpha, \quad (3.4)$$

де N_{np} , N_i – програми випуску відповідно розрахункового представника та i -го виробу; α – показник степені.

Таким чином коефіцієнт K_2 складатиме (для деталей, що приводяться до розрахункового представника):

$$\text{- для 1-го виробу } K_{21} = \left(\frac{N_{p.нр.}}{N_1}\right)^\alpha = \left(\frac{2000}{1500}\right)^{0,15} = 1,044 ;$$

$$\text{- для 2-го виробу } K_{22} = \left(\frac{N_{p.нр.}}{N_2}\right)^\alpha = \left(\frac{2000}{1800}\right)^{0,15} = 1,016 ;$$

$$\text{- для 3-го виробу } K_{23} = \left(\frac{N_{p, \text{пр}}}{N_3} \right)^{\alpha} = \left(\frac{2000}{1500} \right)^{0,15} = 1,044 \text{ .}$$

Коефіцієнт приведення по складності K_3 для подібних деталей може бути визначений [11]

$$K_3 = K_1 \cdot K_2 = \left(\frac{K_{T_i}}{K_{T_{\text{пр}}}} \right)^{\alpha_1} \cdot \left(\frac{Ra_i}{Ra_{\text{пр}}} \right)^{\alpha_2}, \quad (3.5)$$

де K_{T_i} і $K_{T_{\text{пр}}}$ – середні значення квалітетів точності відповідно i -го виробу та розрахункового представника;

Ra_i , $Ra_{\text{пр}}$ – середні значення параметра шорсткості поверхонь Ra відповідно i -го виробу та розрахункового представника;

α_1 , α_2 – показники степеню, що приймається за рекомендаціями [11].

Результати розрахунку коефіцієнтів приведення по складності приведені в таблиці 4.1.

Тоді значення загального коефіцієнта приведення $K_{\text{пр}i}$ для кожного виробу:

- для 1-го виробу $K_{\text{пр}1} = 0,876 \cdot 1,01 \cdot 1,044 = 0,924$;

- для 2-го виробу $K_{\text{пр}2} = 1,016 \cdot 0,959 \cdot 0,95 = 0,926$;

- для 3-го виробу $K_{\text{пр}3} = 1,049 \cdot 1,044 \cdot 0,95 = 1,04$.

Таблиця 3.1 – Розрахунок приведеної програми

Номер виробу	Річний випуск	Маса одного виробу	Коефіцієнти приведення			$K_{\text{пр}i}$	$N_{\text{пр}i}$, шт.
			K_1	K_2	K_3		
Розрахунковий представник	2000	15,1	1	1	1	1	2000
Корпус 1.00	1500	12,4	0,876	1,04	1,01	0,92	1387
Корпус 2.00	1800	14,2	0,959	1,01	0,95	0,92	1668
Корпус 3.00	1500	16,23	1,049	1,04	0,95	1,01	1561
Всього							6616

3.2 Визначення кількості верстатів, коефіцієнтів завантаження та використання за основним часом

Проведемо розрахунок кількості верстатів, що виконується за наступною формулою

$$C = \frac{N_{\text{пр}} \cdot T_{\text{шт-к}}}{60 \cdot \Phi_{\text{д}}} [\text{шт.}], \quad (3.6)$$

де $N_{\text{пр}}$ – приведена річна програма випуску деталей, шт.;

$T_{\text{шт-к}}$ – штучно-калькуляційний час виконання переходів (операцій) механічної обробки, хв.;

$\Phi_{\text{д}}$ – дійсний фонд часу роботи обладнання, год.

Наведемо значення $T_{\text{шт-к}}$, T_o в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Норми часу

Верстат	T_o , хв.	$T_{\text{шт-к}}$, хв.
1П420ПФ40	12,63	16,419
1П420ПФ30	8,978	11,671
ЛТ2630МФ3	0,72	1,008
МК260МФ3	0,76	0,993

Підставивши значення в формулу (3.6), отримаємо:

Для 1П420ПФ40:

$$C = \frac{16,419 \cdot 6616}{60 \cdot 2040} = 0,874, C_{\text{пр}}=1.$$

Для 1П420ПФ30:

$$C = \frac{11,671 \cdot 6616}{60 \cdot 2040} = 0,6308, C_{\text{пр}}=1.$$

Для ЛТ2630МФ3:

$$C = \frac{1,008 \cdot 6616}{60 \cdot 2040} = 0,0544, C_{\text{пр}}=1.$$

Для МК260МФ3:

$$C = \frac{0,993 \cdot 6616}{60 \cdot 2040} = 0,0536, C_{\text{пр}}=1.$$

Коефіцієнт завантаження знаходиться за формулою:

$$\eta_z = \frac{C_p}{C_{\text{пр}}}, \quad (3.7)$$

де C_p – розрахована кількість верстатів;

$C_{\text{пр}}$ – прийнята кількість верстатів.

Коефіцієнт завантаження за основним часом знаходиться за формулою:

$$\eta_{zo} = \frac{T_o}{T_{\text{шт} - \kappa}}. \quad (3.8)$$

Результати розрахунків наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Розрахунок кількості обладнання і працюючих на ділянці механічної обробки деталей

№ операц	Назва операції	Розрах. кільк. верст.	Прийн. кільк. верст.	Коеф. завантаження	Середній коеф. завант по ділянці	Коеф. заван. за основним часом	Середній коеф. заван. за основним часом
005	Багатоцільова	0,887	1	0,887	0,4066	0,769	0,754
010	Токарна з ЧПК	0,630	1	0,630		0,763	
015	Фрезерна з ЧПК	0,054	1	0,054		0,714	
020	Токарна з ЧПК	0,053	1	0,053		0,765	

Побудова графіків завантаження обладнання

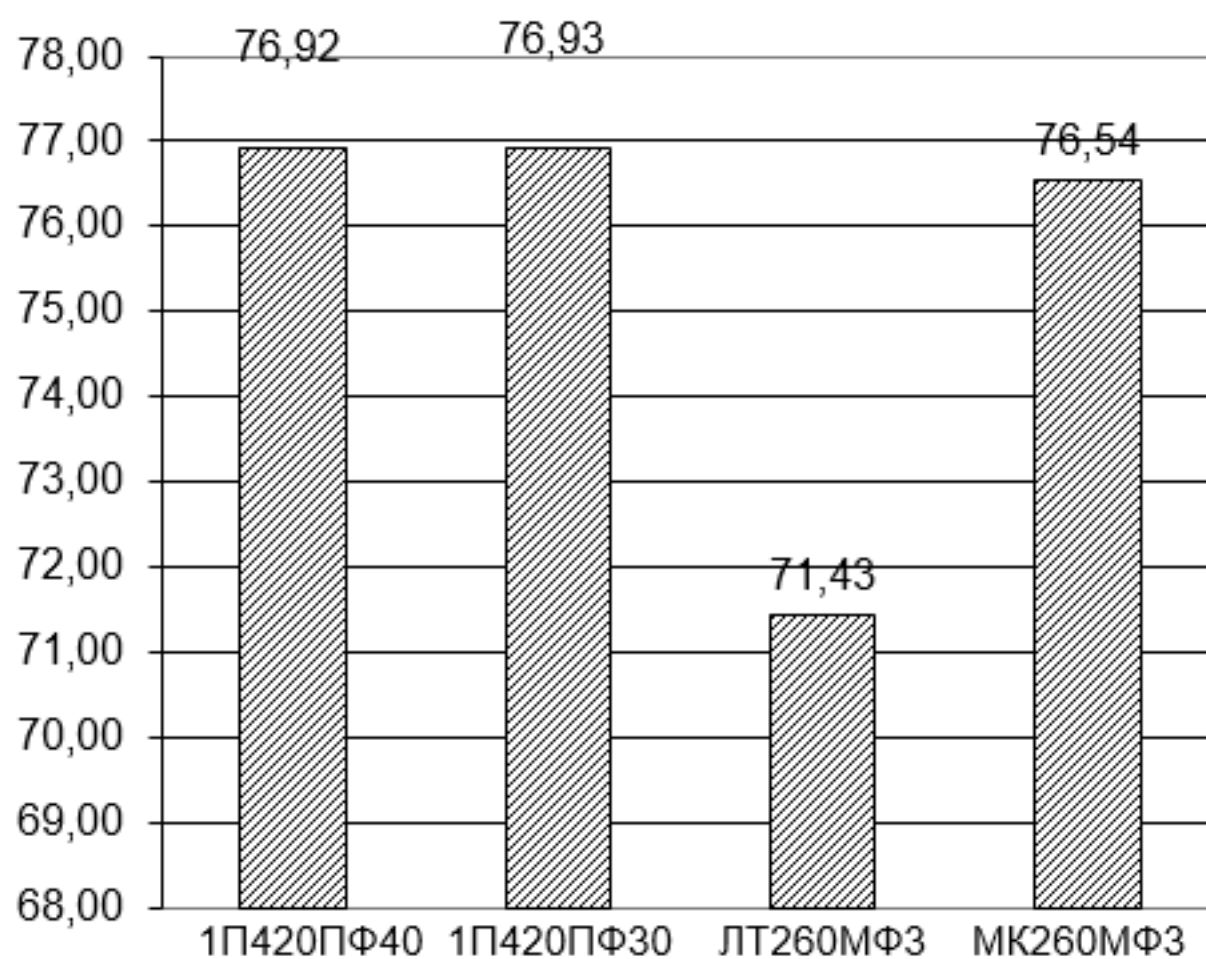


Рисунок 4.1 – Графік завантаження верстатів

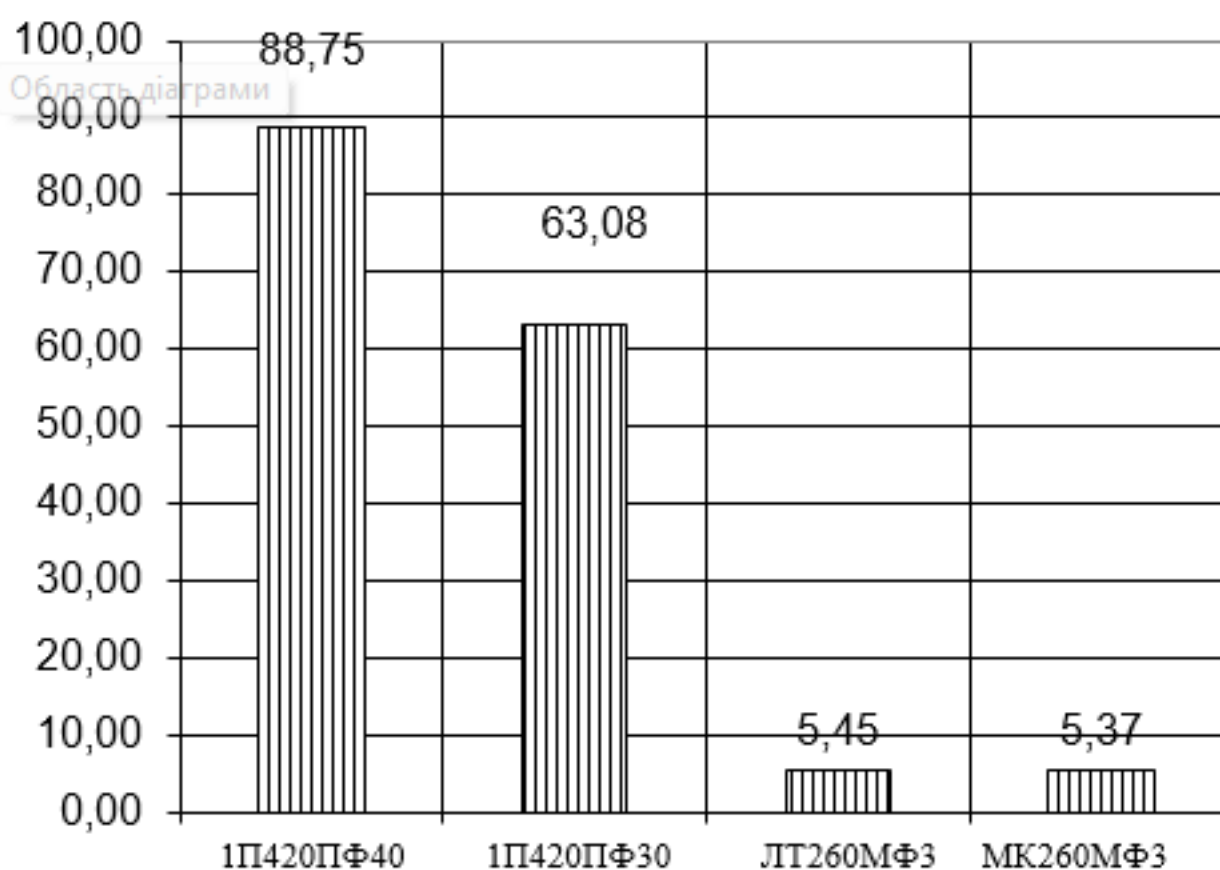


Рисунок 4.2 – Графік використання верстатів за основним часом

Середній коефіцієнт завантаження обладнання свідчить про те, що верстати завантажені нижче рекомендованих норм 75-85%, тому потрібно довантажити верстати обробкою інших деталей.

Отримане середнє значення коефіцієнта завантаження за основним часом складає 80%, що є досить високим показником і свідчить про правильність розробленого технологічного процесу.

3.3 Розрахунок кількості працівників на дільниці

Кількість робітників-верстатників дільниці механічного цеху може бути підрахована в залежності від прийнятої кількості верстатів за формулою:

$$P_i = \frac{\Phi_d \cdot C_{\text{пр}} \cdot \eta_z \cdot \eta_{\text{осн}}}{\Phi_p \cdot K_{\text{м}}}, \quad (3.9)$$

де $C_{\text{пр}}$ – прийнята кількість верстатів, шт.;

Φ_p – ефективний річний фонд роботи верстатника, $\Phi_p = 1820$ год.
(тривалість робочої неділі – 41 год., основної відпустки – 24 днів);

Φ_d – ефективний фонд роботи верстата, год.;

$K_{\text{м}}$ – коефіцієнт багатOVERстатного обслуговування, $K_{\text{м}} = 1,0 \dots 2,2$;

η_z – коефіцієнт завантаження обладнання;

$\eta_{\text{осн}}$ – коефіцієнт використання обладнання по основному часу.

Так кількість верстатників на операції 005 складає:

$$P_{005,010} = \frac{1 \cdot 2040 \cdot 0,8874 \cdot 0,7692}{1860 \cdot 1} = 0,98.$$

Приймаємо 1 верстатника. Результати розрахунків записуємо до таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Кількість робітників-верстатників

№ оп.	Назва операції	$C_{\text{пр}}$	η_z	$\eta_{\text{осн}}$	$K_{\text{м}}$	P_i , чол.	$P_{\text{пр}}$, чол.
005	Багатоцільова	1	0,887	0,769	1	0,98	1
010	Токарна з ЧПК	1	0,630	0,763	1	0,68	1
015	Фрезерна з ЧПК	1	0,054	0,714	1	0,06	1
020	Токарна з ЧПК	1	0,053	0,765	1	0,06	1

Так як, на 015-020 операціях робітники повністю не завантажені, то потрібно довантажити їх роботою з іншими деталями. Згідно таблиці 3.4 сума всіх основних робочих – 4 чол.

Кількість допоміжних робітників:

$$P_{\text{ДР}} = (0,2 \dots 0,25) \cdot 4 = 0,8 \dots 1.$$

Приймаємо 1 допоміжного робітника, який має обслуговувати іншу ділянку.

Кількість ІТР:

$$P_{\text{ІТР}} = (0,16 \dots 0,22) \cdot 4 = 0,72 \dots 0,96.$$

Приймаємо 1 чол. ІТР. Він має бути довантажений роботою інших ділянок.

Кількість службовців:

$$P_{\text{СКП}} = (0,009 \dots 0,019) \cdot 4 = 0,036 \dots 0,076.$$

Приймаємо 1 чол., але очевидно це буде працівник механічного цеху, який буде працювати на декількох ділянках механічної обробки.

Кількість молодшого обслуговуючого:

$$P_{\text{МОП}} = 0,02 \cdot (4+1+1+1) = 0,14.$$

Приймаємо 1 чол. молодшого обслуговуючого персоналу, оскільки він є не завантаженим, то він буде працювати і на інших ділянках механічної обробки.

Отримані дані занесемо до таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Відомість складу працюючих дільниці

Категорії працюючих	Спосіб визначення	Розрахункова кількість	Прийнята кількість
Основні робітники-верстатники	розрахунок	4	4
Допоміжні робітники	20...25%	0,8...1	1
ІТР	16...22%	0,72...0,96	1
СКП	0,9...1,9%	0,036...0,076	1
МОП	2%	0,14	1

Отже на дільниці механічної обробки для виготовлення деталі по запропонованому маршруту механічної обробки, має бути розміщено 4 металорізальних верстати, які обслуговуються 4 основними робітниками. Крім того для забезпечення нормальної роботи дільниці необхідно ще 4 робітника. Але як показали розрахунки використання даного технологічного процесу забезпечить отримання деталі з відповідними кресленню показниками точності.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз умов праці

В роботі розглядається ділянка механічної обробки деталі типу Корпус цангового пристрою. У приміщенні можуть виникати небезпечні і шкідливі виробничі фактори, що відносять до фізичної і психологічної груп. До групи фізичних небезпечних і шкідливих виробничих факторів відносяться:

- рухомі частини виробничого обладнання;
- вироби що переміщуються;
- підвищений рівень шуму;
- гострі кромки, заусениці;
- підвищена напруга в електричній мережі, замикання якої може пройти через тіло людини;
- недостатня освітленість робочої зони;
- недостатня природного освітлення.

До психологічних відносяться: швидка стомлюваність, послаблення уваги, головний біль, нудота, порушення координації руху у наслідок дії підвищених рівнів шуму та вібрації.

Крім того, невірне користування органічними розчинниками (бензином, керосином, дизельним паливом), ароматичними вуглеводами (бензолом, толуолом, ксилолом), синтетичними миючими засобами для очистки складальних одиниць, різноманітними герметиками та клеями створює небезпеку отруєнь.

4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Дільниця механічної обробки відноситься до приміщень з особливою небезпекою враження людей електричним струмом.

Враження електричним струмом може статися в результаті:

- випадкового дотику до струмонесучих частин, які знаходяться під напругою;
- виникнення напруги на металевих конструкціях електрообладнання (корпусах, кожухах, тощо), внаслідок пошкодження ізоляції;
- Порушення правил безпечної експлуатації електроустановок.

4.1.2 Електробезпека

Для захисту людей від небезпеки враження електричним струмом проведені такі заходи:

- 1) занулення корпусів електричних машин, електричних апаратів, освітлювачів, каркасів розподільчих щитів, щитів керування, металевих кабельних конструкцій;
- 2) захисне відключення обладнання;
- 3) застосування працюючим персоналом засобів захисту: ізолюючих підставок, діелектричних рукавиць, інструмента з ізолюючими ручками.

До роботи на дільниці повинний допускатися обслуговуючий персонал, що добре знає пристрій і роботу установки, що комплектує устаткування, електроживлення, вакуумних вимірів, а також технологічний процес.

Вентиляція, що відсмоктує, повинна бути постачена пиловловлюючим фільтром. Необхідно стежити за своєчасним очищенням пиловловлюючого фільтра.

Профілактичне очищення стінок камери робити пилососом і металевою щіткою.

Паління в таких приміщеннях забороняється.

У приміщеннях необхідно мати засоби для гасіння пожежі - вогнегасники ОУ - 5 (не менш 2-х шт.).

4.2. Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

4.2.1 Мікроклімат

Метеорологічні умови (мікроклімат) виробничого приміщення визначаються діючими на організм людини сукупністю температури, вологості, та швидкості руху повітря, а також температури оточуючих поверхонь.

В приміщенні механічної дільниці метеорологічні умови залежать від технологічного процесу та від зовнішніх погодніх умов.

Допустимі та дійсні значення температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні дільниці з урахуванням теплонадлишків, важкості виконуваної роботи та періоду року встановлені санітарними нормами.

Роботи на дільниці механічної обробки деталі «Вал гідромотора» відносяться до категорії – Пб. Для якої згідно згідно [14] визначені допустимі і оптимальні параметри. наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Характеристика умов на дільниці

Категорія робіт	Період року	Температура, °C			Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
		Дійсна	Допустима на постійних робочих місцях		Дійсна	Допустима на постійних робочих місцях	Дійсна	Допустима на постійних робочих місцях
			Верхня межа	Нижня межа				
Середньої важкості Пб	Холодний	18 ÷ 20	21	15	40 ÷ 60	75	0,1 ÷ 0,2	Не більше 0,3
	Теплий	21 ÷ 23	27	16	40 ÷ 60	Примітка 1	0,2 ÷ 0,3	0,2 ÷ 0,4

Інтенсивність теплового випромінювання не повинна перевищувати 140 Вт/м^2 при опроміненні до 25% поверхні тіла.

Нормальні метеорологічні умови в приміщенні дільниці забезпечуються раціональною вентиляцією і опаленням на рівні допустимих значень температури повітря, відносної вологості та швидкості руху повітря.

Шкідливі речовини на дільниці показані в таблиці 4.2.

Це в основному речовини, які містяться в матеріалах для очищення забруднених зовні форсунок та для очищення внутрішніх деталей елементів паливних систем в ультразвуковій ванні, а також матеріалах та речовинах.

Таблиця 4.2 – Шкідливі речовини та їх ГДК

№ п/п	Найменування речовини	Величина ГДК, мг/м^3	Класи небезпеки
1	Бензин паливний	100	IV
2	Уайт-спірит	300	IV
3	Луги їдкі	0,5	II
4	Сірки моно хлорид +	0,3	II
5	Сірковуглець (CS)	0,03	II

Для захисту від шкідливих речовин, що знаходяться в повітрі робочої зони дільниці застосовують такі заходи:

- 1) Обладнано місцевою витяжною вентиляцією для видалення шкідливих речовин безпосередньо з місць їх утворення;
- 2) Попереджувальні та періодичні медичні огляди, профілактичне харчування і дотримання правил особистої гігієни.

При виконанні вказаних заходів і при працюючій загально-обмінній та місцевій вентиляції концентрація шкідливих речовин в повітрі дільниці значно менша від норм ГДК.

4.2.2 Освітлення

Згідно згідно [15] приміщення з постійним перебуванням людей повинно мати, як правило, природне освітлення. Роботи на ділянці механічної обробки деталей відносяться до розряду зорових робіт – 4а.

Коефіцієнт природного освітлення:

$$e^4 = e_H^3 \cdot m \cdot C_K, \quad (4.1)$$

де $e_H^3 = 1.5$ - нормоване значення коефіцієнта природного освітлення;

$m = 0.9$ – коефіцієнт світлового клімату;

$C_K = 0.75$ - коефіцієнт сонячності клімату;

$$C_K = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 1,01$$

Штучне освітлення в приміщеннях повинно задовольняти вимогам (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Норми освітленості приміщень і виробничих діляниць механічної обробки

Приміщення	Площина нормування освітленості	Розряд зорової роботи	Освітленість	
			норма	діюче
Механічна діляниця	Горизонтальна 0,8м	4а	300(750)	250(700)

Освітлення робочої поверхні, що здійснюється світильниками загального освітлення в системі комбінованого освітлення повинно складати 10(%) від тієї, що нормується для комбінованого освітлення при тих джерелах світла, що використовуються для місцевого освітлення.

Для загального освітлення в системі комбінованого слід передбачити, як правило, газорозрядні лампи незалежно від типу джерела світла місцевого освітлення.

При проектуванні загального освітлення (незалежно від системи освітлення) на підставі техніко-економічних розрахунків, слід приймати мінімально нерівномірність освітленості в зоні розташування робочих місць, при цьому відношення максимальної освітленості до мінімальної не повинно перевищувати для робіт I - III розрядів при люмінесцентних лампах 1,5; при інших джерелах світла-2.

При виконанні в приміщеннях робіт 1-V розрядів освітленість проходів та ділянок де роботи не виконуються, повинна складати не менше 25(%) освітленості, що створюються світильниками загального освітлення на робочому місці, але не менше 75(лк) при газорозрядних лампах.

4.2.3 Шум

На механічній ділянці працюючі постійно піддаються впливу дії шуму. Джерелами шуму являються працюючі інструменти, обладнання та верстати.

За характером спектру шум на ділянці широкопasmовий із безперервним спектром шириною більше октави. За часовими характеристиками шум постійний, так як рівень звуку за восьмигодинний робочий день змінюється в часі не більш, ніж на 5 дБА. За походженням шум механічний (від працюючого обладнання) і аеродинамічний (від вентиляційних установок). Допускається в якості характеристики постійного широкопasmового шуму на робочих місцях при орієнтовній оцінці приймати рівень звуку (дБА), виміряний на тимчасовій характеристиці "повільно" шумоміра по згідно [3].

Гранично допустимий спектр шуму на робочих місцях на ділянці відновлювання приведений у табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Допустимий спектр шуму на робочих місцях

Вид трудової діяльності	Октавні рівні звукового тиску, дБ на середньгеометричних частотах, Гц									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
На постійних робочих місцях	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Для зменшення шуму на дільниці використовують архітектурно-планувальні методи захисту. Сюди відноситься раціональне розміщення технологічного обладнання, верстатів, раціональне розміщення робочих місць, раціональне акустичне планування зон і режиму руху транспорту, створення різних шумозахищених зон в різних місцях знаходження людей.

4.2.4 Вібрації

Від інструменту та іншого обладнання на працюючих може діяти вібрація. Вібрація характеризується такими показниками як віброшвидкість, віброприскорення, рівень віброшвидкості, рівень віброприскорення.

Категорія вібрації 3 тип "а" - технологічна на робочих місцях. Критерій оцінки - межа зниження продуктивності праці. На працюючих діє локальна і загальна вібрація. Вона передається через руки працюючих і через підшви ніг.

Санітарні норми одночислових показників вібраційного навантаження на працюючого при тривалості зміни 8 год згідно з згідно [4] вказані в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Санітарні норми одно чисельних показників вібраційного навантаження на оператора при тривалості зміни 8 год

Вид вібрації	Категорія	Напрямок дії	Значення	Нормативні коректовані по частоті та еквіваленті коректовані значення			
				Віброприскорення		Віброшвидкість	
				$A_H, \text{м/с}^2$	$L_{aH}, \text{дБ}$	$V_H 10^{-2} \text{м/с}$	$L_{vH}, \text{дБ}$
Локальна		X_π, Y_π, Z_π	нормативне	2,0	126	2,0	112
			фактичне	$1 \div 1,7$	$10 \div 116$	$0 \div 18$	$0 \div 105$
Загальна	3 тип «а»	X_0, Y_0, Z_0	нормативне	0.10	100	0.2	92
			фактичне	$0.07 \div 0.08$	$10 \div 84$	$0.05 \div 0.14$	$39 \div 78$

На ділянці механічної обробки рівень вібрації знаходиться в допустимих межах і загрозу здоров'ю працюючих не створює, це було досягнуто раціональними акустичними рішеннями планування будівлі, раціональним розміщенням робочих зон, та правильним розміщенням необхідного для роботи обладнання.

4.3 Технічні рішення з пожежної безпеки

Будівля в якій розташована механічна ділянка має несучі стіни з кам'яних матеріалів товщиною 0,6 м., та залізобетонну стіну посередині вздовж будівлі, що відповідає згідно [6-9]. Цехи і ділянки, де ведуться роботи відновлення та зміцнення, відносяться до категорії Г виробництв по пожежній і вибуховій небезпеці. Кількість вогнегасників і інших первинних

засобів пожежегасіння для таких цехів і ділянок повинне вибиратися відповідно до зазначених вище Типовими правилами.

Таблиця 4.6 – Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у год.) і максимальні межі розповсюдження полум'я по них (у см.) для даного ступеня вогнестійкості будівель

Ступінь вогнестійкості	Стіни				Колони	Сходчаті площадки і клітки, косоури	Плити, настили інші несучі конструкції перекрить	Елементи покриття	
	Несучі	Самонесічі	Зовнішні несучі	Внутрішні несучі				Плити, настили, прогони	Балки, ферми, арки, рами
Па	1/0	0,5/0	0,25/40	0,25/40	0,25/0	1/0	0,25/0	0,25/25	0,25/0

Таблиця 4.7 – Ступінь вогнестійкості, допустима кількість поверхів і площа поверху в межах пожежного відсіку будівлі

Категорія будівлі	Допустима кількість поверхів	Ступінь вогнестійкості будівлі	Площа поверху в межах пожежного		
			Одноповерхових	Багатоповерхових	
				2 поверхи	3 і більше
Г	6	Не обмеж.	Не обмеж.	Не обмеж.	Не обмеж.

Найбільш прийнятним способом пожежегасіння для проектуємої ділянки є спосіб розбавлення. Він полягає у тому, що при концентрації кисню у повітрі до 14-18% горіння припиняється. Досягається це за рахунок введення в повітря інертних газів, головним чином вуглекислого. Вуглекислим газом можна гасити все, включаючи електроустановки, що знаходяться під напругою. Для пожежегасіння використовують рідку вуглекислоту. В якості ручних вуглекислотних вогнегасників застосовуються ОУ-2, ОУ-5 та ОУ-8.

ВИСНОВКИ

В результаті виконаної бакалаврської дипломної роботи спроектовано технологічний процес механічної обробки заготовки деталі «Корпус цангового пристрою». Визначено, що при заданій річній програмі випуску (2 тис. шт.) виробництво буде дрібносерійним, а організація роботи групова. При цьому вихідну заготовку доцільно виготовляти литтям в піщано глинисті форми з машинним формуванням суміші.

Відповідно до типу виробництва та форми і точності заготовки розроблено маршрут механічної обробки, який складається з чотирьох операцій. Операції виконуються на токарних та фрезерних багатоцільових верстатах з ЧПК.

В результаті виконання розмірно-точнісного моделювання для всіх операцій визначено технологічні розміри, а також розміри вихідної заготовки. Для циліндричної поверхні Ø39H8 визначені припуски і технологічні розміри на механічну обробку.

Визначено режими різання та норми часу, приведену програму, яка склала 6616 шт.

Виконано розрахунок елементів ділянки механічної обробки, розраховано необхідну кількість верстатів - 4 шт., середнє завантаження розрахованого обладнання на ділянку механічної обробки складає 0,4066. Розрахована кількість працюючих 8 осіб.

Розроблено необхідні заходи з охорони праці, техніки безпеки та промислової санітарії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дусанюк Ж.П.. Посібник до практичних занять з дисципліни "Механоскладальні дільниці та цехи в машинобудуванні" / Дусанюк Ж.П., Савуляк В.В., Репінський С.В., Сердюк О.В - Вінниця: ВНТУ, 2016. — 148 с
2. Руденко П. О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні./ Руденко П. О. — К. : Вища школа, 1993. — 414 с.
3. Боженко Л. І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок / Боженко Л. І. – Львів : Світоч, 1996. – 348 с.
4. Руденко П. О. Вибір, проектування і виробництво заготовок деталей машин / П. О. Руденко, Ю. О. Харламов, О. Г. Шустик. – К. : ІСДО, 1993. – 304 с.
5. Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Лیتی заготовки: навчальний посібник / Ж. П. Дусанюк, О. П. Шиліна, С. В. Репінський, С. В. Дусанюк. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 199 с.
6. Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Гаряче об'ємне штампування : навчальний посібник / Ж. П. Дусанюк, І. О. Сивак, С. В. Дусанюк, С. В. Репінський. – Вінниця : ВНТУ, 2006. – 106 с.
7. Григурко І. О. Технологія машинобудування (дипломне проектування). Навчальний посібник / І. О. Григурко, М. Ф. Брендюля, С. М. Доценко. – Львів : «Новий світ 2000», 2007. – 768 с.
8. Дерібо О.В. Основи технології машинобудування. Частина 1 : навчальний посібник / О.В. Дерібо — Вінниця: ВНТУ, 2013. — 125 с.
9. Дерібо О. В. Основи технології машинобудування. Частина 2 : навчальний посібник / О. В. Дерібо Вінниця: ВНТУ, 2015. — 116 с.
10. Дерібо О. В. Основи технології машинобудування. Частина 1: практикум / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський — Вінниця: ВНТУ, 2017. — 106 с.
11. Дерібо О. В. Основи технології машинобудування. Частина 2: практикум / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, С. І. Сухоруков — Вінниця: ВНТУ, 2015. — 116 с.
12. Дерібо О. В. Технологія машинобудування. Курсове проектування: навчальний посібник. / О.В. Дерібо, Ж.П. Дусанюк, В.П. Пурдик – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 122 с.
13. Когут, М.С. Механоскладальні цехи та дільниці у машинобудуванні: Підручник [Текст] / М. С. Когут – Львів: Видавництво Державного університету «Львівська політехніка», 2000. – 352 с.
14. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/vie>.
15. ДБНВ.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. К. : Мінрегіонбуд України, 2013.
16. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885
17. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

18.ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.

19.ДСТУ 2272:2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять. URL: https://ammokote.com/wp-content/uploads/2020/08/DSTU_2272_2006.pdf.

20.ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. URL: <https://dwg.ru/dnl/15125>.

21.ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. URL: http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.

22.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

(обов'язковий)

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ НАВЧАЛЬНОЇ (КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ) РОБОТИ

Назва роботи: Технологічний процес механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус цангового пристрою»

Тип роботи: бакалаврська кваліфікаційна робота

Підрозділ кафедра технологій та автоматизації машинобудування
(кафедра, факультет (інститут), навчальна група)

Науковий керівник професор кафедри ТАМ Дерібо О.В.
(прізвище, ініціали, посада)

Показники звіту подібності

Plagiat.pl (StrikePlagiarism)		Unicheck	
КП1		Оригінальність	
КП2			
Тривога/Білі знаки	/	Схожість	

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне)

Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її автора. Роботу направити на доопрацювання.

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.

Заявляю, що ознайомлений (-на) з повним звітом подібності, який був згенерований Системою щодо роботи (додається)

Автор _____
(підпис)

Домославський В
(прізвище, ініціали)

Опис прийнятого рішення

Особа, відповідальна за перевірку _____
(підпис)

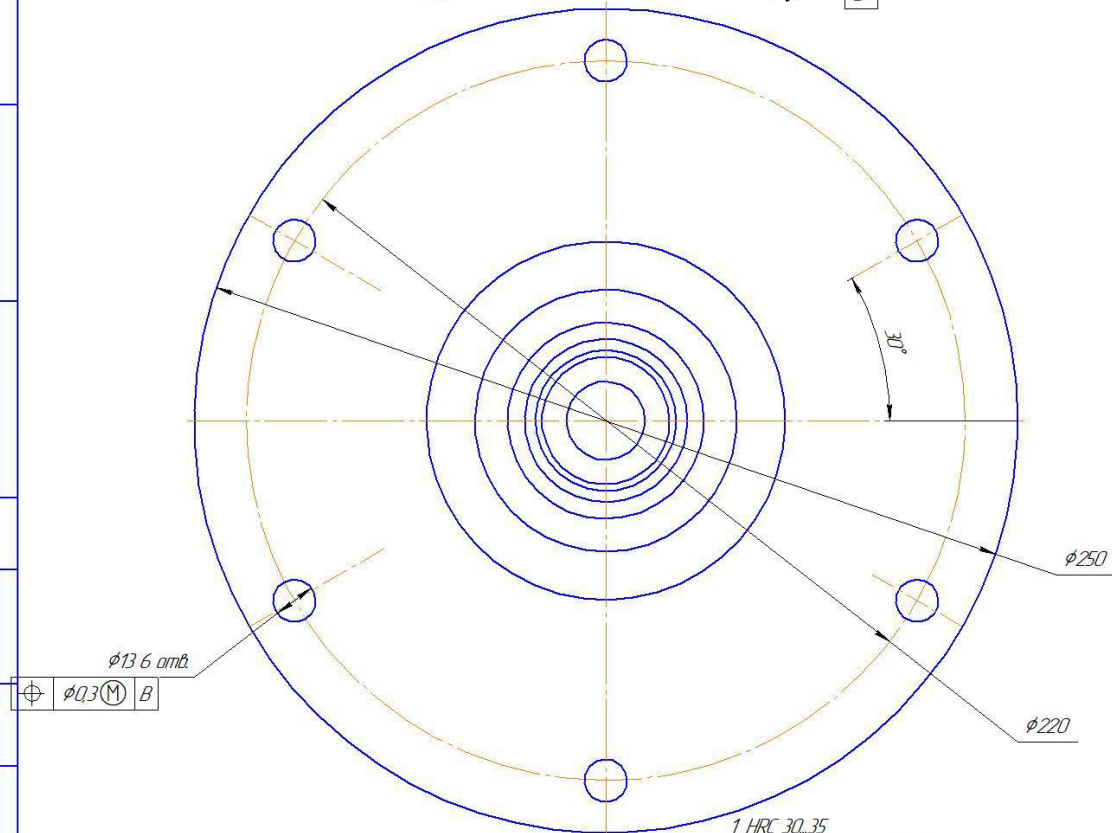
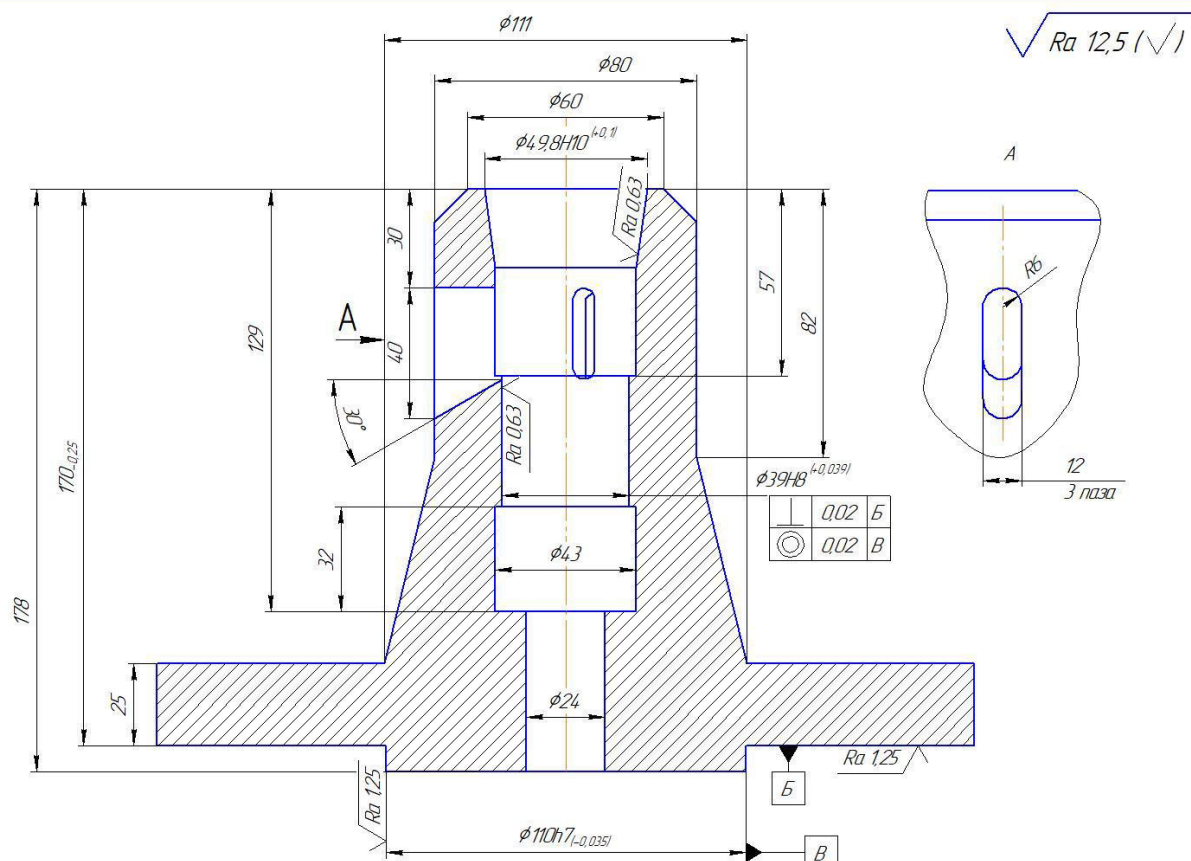
Лозінський Д.О.
(прізвище, ініціали)

Експерт _____
(за потреби) (підпис)

(прізвище, ініціали, посада)

ДОДАТОК Б
(обов'язковий)
Графічна частина

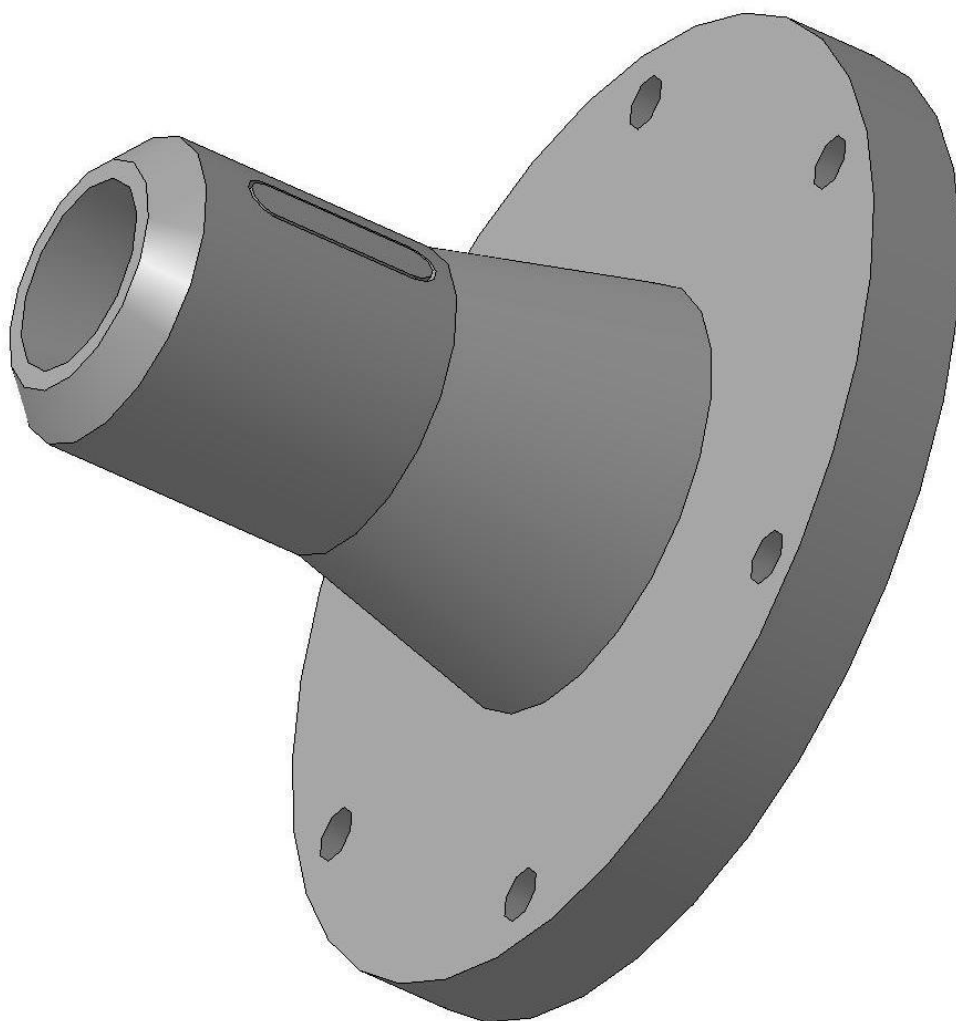
08-64.БДР.009.00.001



1 HRC 30-35
2 Неказані граничні відхилення валів h14, отворів H14, інші ±IT14/2

08-64.БДР.009.00.001					Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Корпус цангового пристроя		
Разраб.	Датиславський			5.06			
Проб.	Деріва			5.06			
Т.контр.					Лист	Листов	1
Н.контр.	Лозинський			7.06	Сталь 40/ГОСТ 1050-2013		
Утв.	Козлов ЛГ			11.06			
Копіював					ВНТУ		
					Формат А2		

*Корпус цангового приспособа
3d -модель*

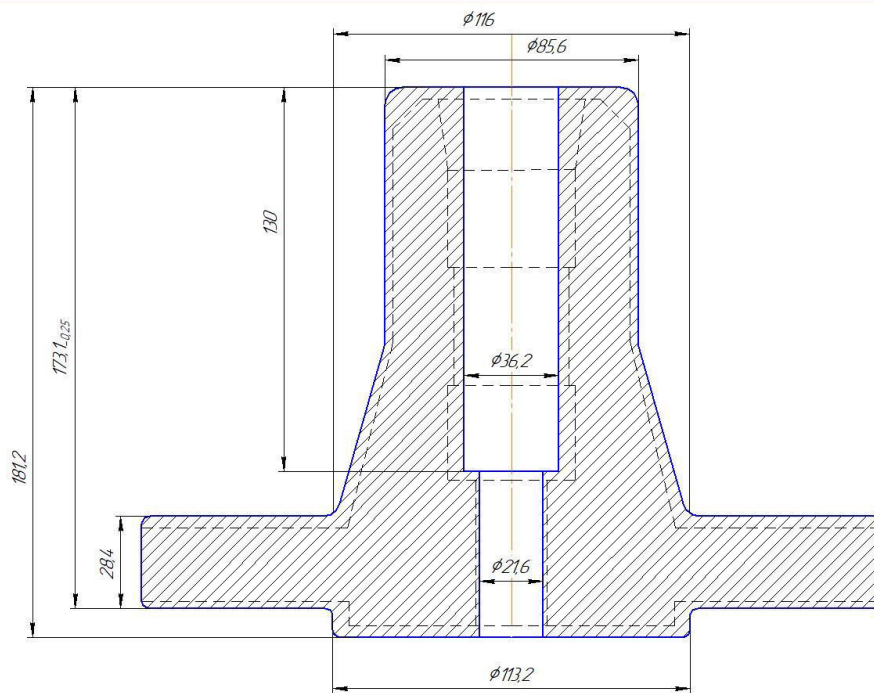


Перв. примен.	Стрел. №
---------------	----------

Подп. и дата	Инд. № з/д	Взам. инд. №	Инд. № подл.
--------------	------------	--------------	--------------

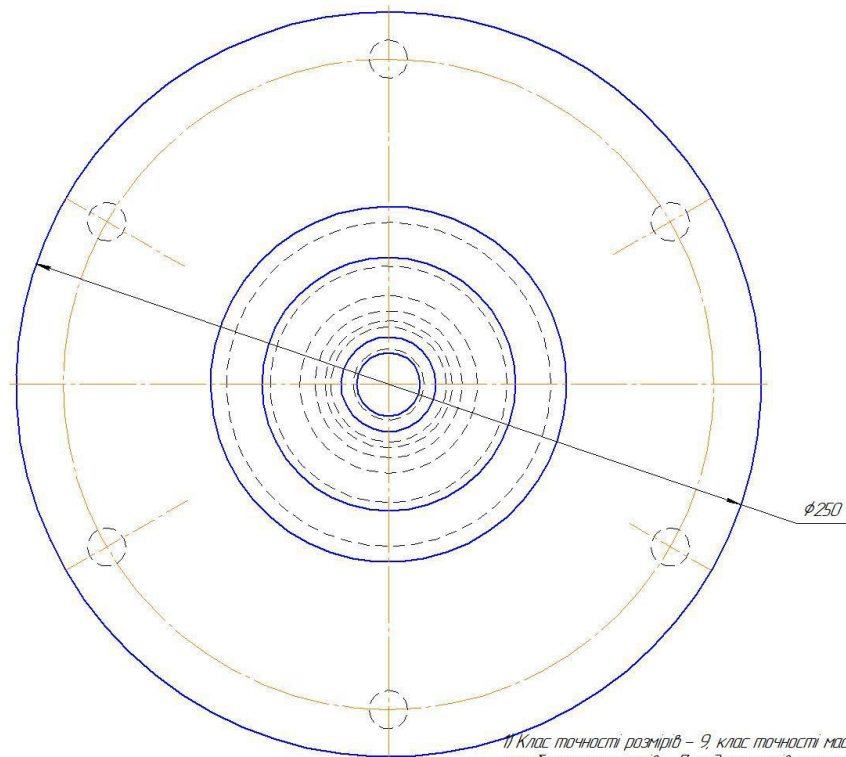
08-64.БДР.009.00.002 П/П

08-64.БДР.009.00.002 П/П				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Ломославский			5.06
Проб.	Деріба			5.06
Т.контр.				
И.контр.	Лазіньский			7.06
Утв.	Казлов Л.Г.			11.06
Корпус 3d - модель				
Лит.		Масса	Масштаб	
			1:1	
Лист		Листов 1		
ВНТУ				



✓ Ra 12,5 (✓)

08-64.БДР.009.00.003



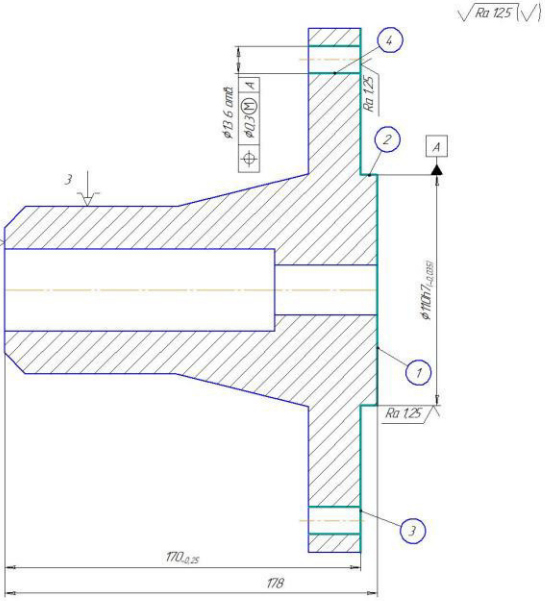
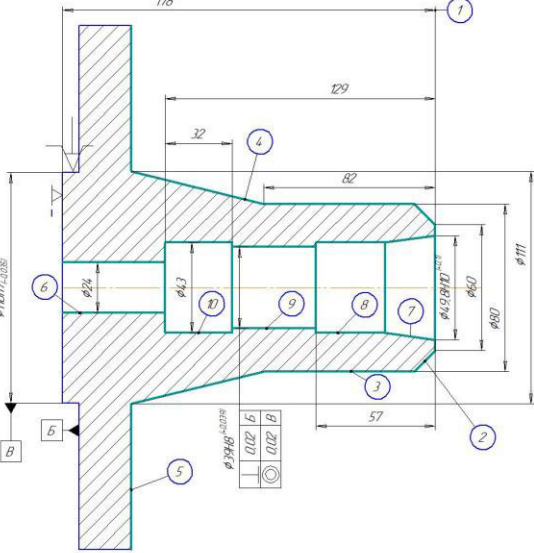
- 1) Клас точності розмірів – 9, клас точності маси – 9т, ступінь
холодження елементів – 7, ряд припусків на механічну обробку – 6.
2) Невказані радіуси заокруглень R5.
3) На необроблених поверхнях допускаються раковини до 2мм, і
глибина не більше 0,9мм.
4) Невказані формовочні нахили 14°2 1°13

				08-64.БДР.009.00.003		
Лист	№ докум.	Лист	Дата	Карпус цангового пристрою (виллибак)	Лист	Масса
Разраб.	Лопатинський	Лист	5.06		171	11
Проб.	Давид	Лист	5.06		Лист	Листов
Т.контр.				Сталь 40Л ГОСТ 1050-2013	ВНТУ, гр. 1ПМ-208	
Исполн.	Лопатинський		7.06			
Утв.	Козлов ЛГ		11.06			

Котиребол

Формат А2

Маршрут механічної обробки

№	Операції, переходи	Ескіз деталі та схема установки	Моделі верстатів
005	<i>Комбінована</i> 1 Встановити і закріпити 2 Точити торець 1 і поверхню 2 та торець 3 попередньо 3 Точити торець 1 і поверхню 2 та торець 3 попередньо 4 Центрувати отвори 4 витримуючи розміри вказані на ескізі 5 Свердлити отвори 4 витримуючи розміри вказані на ескізі 6 Точити торець 1 і поверхню 2 та торець 3 остаточно 7 Зняти заготовку	 <i>Невказані граничні відхилення розмірів отворів Н14, валів h14, інших IT14/2</i>	Богдановий з ЧК ПЧ 201040
010	<i>Токарно-револьверна</i> 1 Встановити і закріпити 2 Точити торець 1 та поверхні 2,3,4,5 по контуру 3 Розточити отвори 7,8,9,6 попередньо 4 Розточити отвір 10 5 Розточити отвори 7,8,9 попередньо 6 Розточити отвори 7 та 9 остаточно 7 Зняти деталь	 <i>Невказані граничні відхилення розмірів отворів Н14, валів h14, інших IT14/2</i>	Токарно-револьверний з ЧК ПЧ 201040

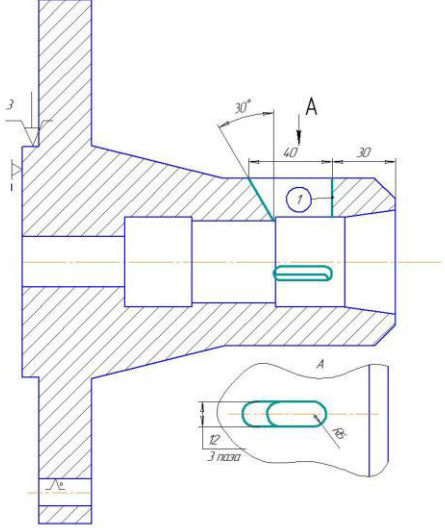
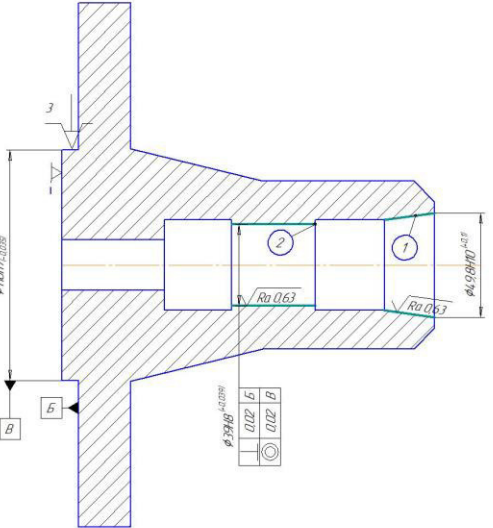
Стор. №	Пер. прим.
---------	------------

Підп. і дата	Інд. № змін	Взам. інд. №	Підп. і дата
Інд. № підп.			

08-64.БДР.009.00.004 П/П

08-64.БДР.009.00.004 П/П				
Мет.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Разроб.	Ломославський			5.06
Проб.	Деріба			5.06
Т.контр.				
Н.контр.	Лазінський			7.06
Утв.	Казлов Л.Г.			11.06
Маршрут механічної обробки				
Лист		Масштаб		Масса
		1:1		
Лист		Листов		1
ВНТУ, зр 1ПМ-20б				

Маршрут механічної обробки (продовження)

№	Операції, переходи	Ескіз деталі та схема установки	Моделі верстатів
015	Фрезерна з ЧПК 1 Встановити і закріпити 2 Фрезерувати паз 1 3 Зняти заготовку	$\sqrt{Ra\ 125}(\sqrt{V})$  Неказані граничні відхилення розмірів отвору H14, валу h14, інших IT14/2	Фрезерний з ЧПК ЛГ260МФ3
020	Точарно-револьверна 1 Встановити і закріпити 2 Точити танко поверхні 1 та 2 3 Зняти деталь	$\sqrt{Ra\ 125}(\sqrt{V})$  Неказані граничні відхилення розмірів отвору H14, валу h14, інших IT14/2	Точарний з ЧПК підвищеної точності МК260МФ3

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № з/дл.	Подп. и дата

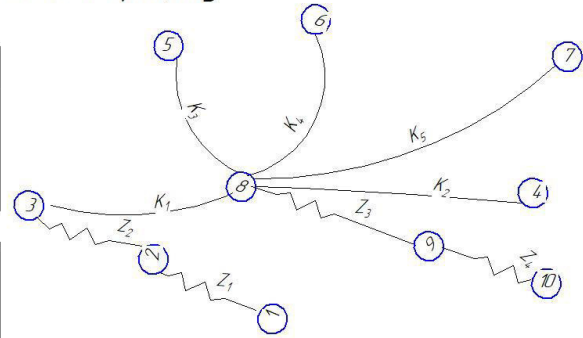
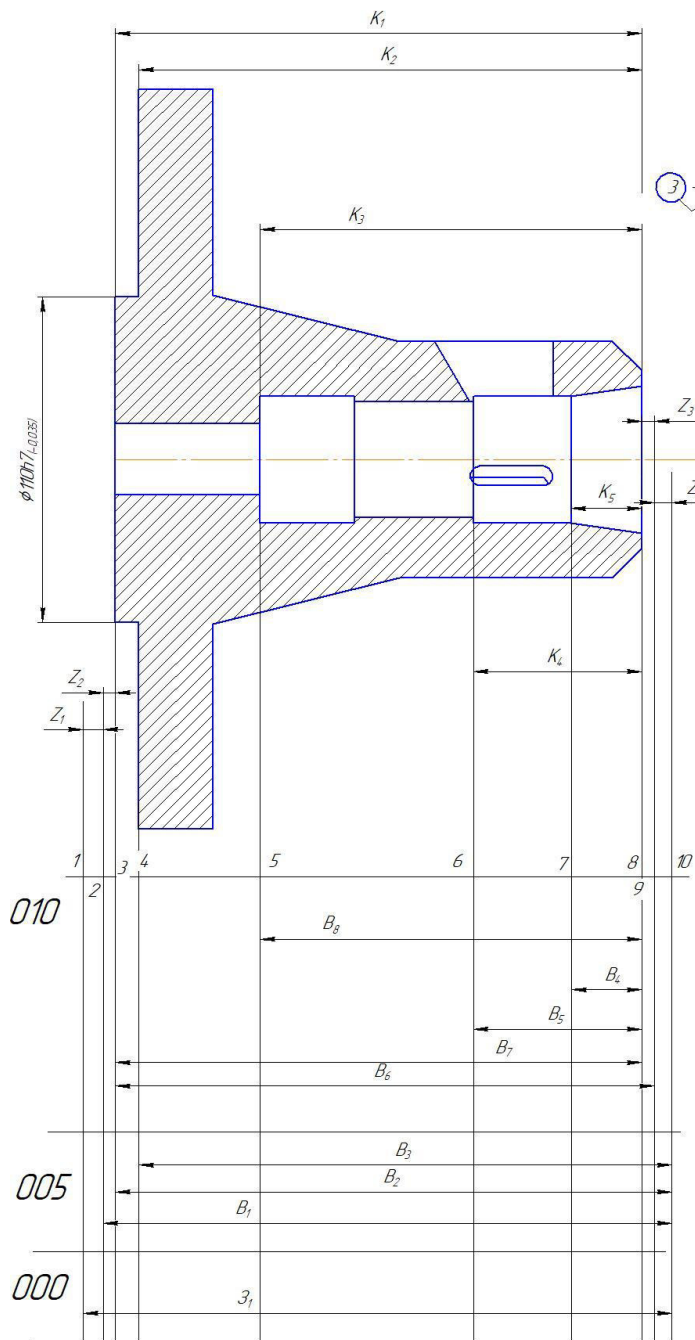
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата

08-64.БДР.009.00.004 ПЛ

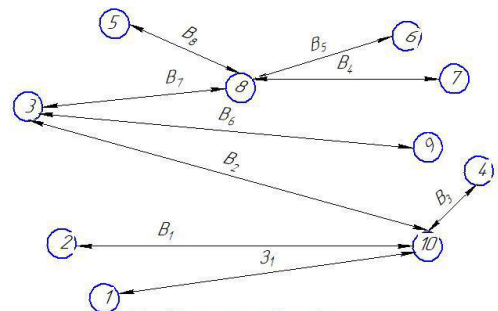
Лист

08-64.БДР.009.00.004 ПЛ

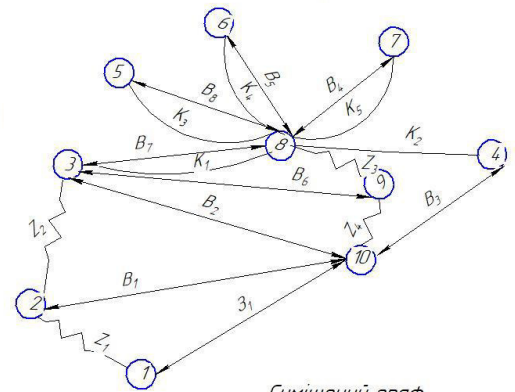
Розмірний аналіз технологічного процесу



Вихідне граф-дерево



Похідне граф-дерево



Суміщений граф

Таблиця 1 – Рівняння розрахунку розмірних технологічних ланцюгів

№	Розрахункові рівняння	Вихідні рівняння	Невідома лан-ка
1	$B_8 - K_3 = 0$	$B_8 = K_3$	B_8
2	$B_7 - K_1 = 0$	$B_7 = K_1$	B_7
3	$B_5 - K_4 = 0$	$B_5 = K_4$	B_5
4	$B_4 - K_5 = 0$	$B_4 = K_5$	B_4
5	$B_3 - Z_3 - Z_4 - B_7 = 0$	$Z_3 = B_3 - Z_4 - B_7$	B_3
6	$B_6 - Z_3 - B_7 = 0$	$Z_3 = B_6 - B_7$	B_6
7	$B_2 - Z_4 - B_6 = 0$	$Z_4 = B_2 - B_6$	B_2
8	$B_1 - Z_2 - B_2 = 0$	$Z_2 = B_1 - B_2$	B_1
9	$B_1 + Z_1 - Z_3 = 0$	$Z_1 = Z_3 - B_1$	Z_1

Таблиця 2 – Значення технологічних розмірів, розмірів заготовки та їх допуски

Позначення розміру	Граничні значення розмірів		Допуск	Номинальний розмір	Значення розміру у технологічному документі	Значення розміру на кресленні вихідної заготовки
	Мінімальний розмір	Максимальний розмір				
Z_1	182,88	184,48	1,6	184,48		184,48 _{-1,6}
B_1	181,05	181,68	0,63	181,68	181,68 _{-0,63}	
B_2	180,05	180,45	0,4	180,45	180,45 _{-0,4}	
B_3	179,8	180,05	0,25	180,05	180,05 _{-0,25}	
B_4	29,74	30,26	0,52	30	30(±0,26)	
B_5	56,63	57,37	0,74	57	57(±0,37)	
B_6	178,6	178,85	0,25	178,85	178,85 _{-0,25}	
B_7	177,84	178	0,16	178	178 _{-0,16}	
B_8	128,57	129,43	0,87	129	129(±0,43)	

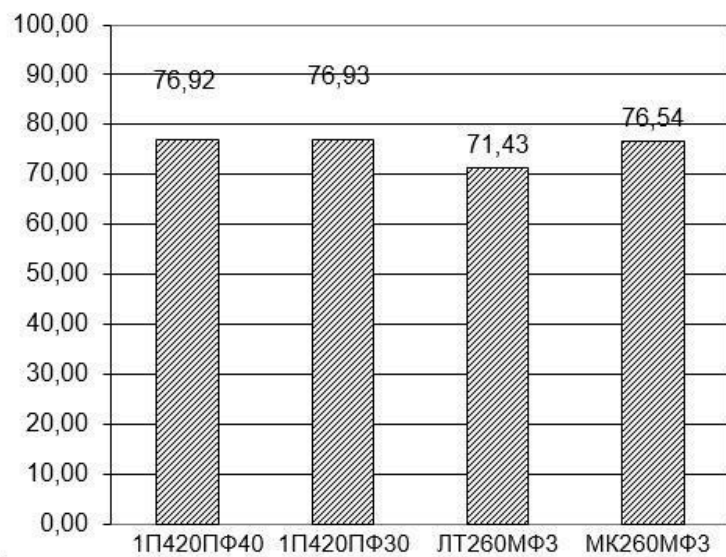
Перв. примеч.	
Справ. №	

Подп. и дата	
Инд. № з/д	
Взам. инд. №	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

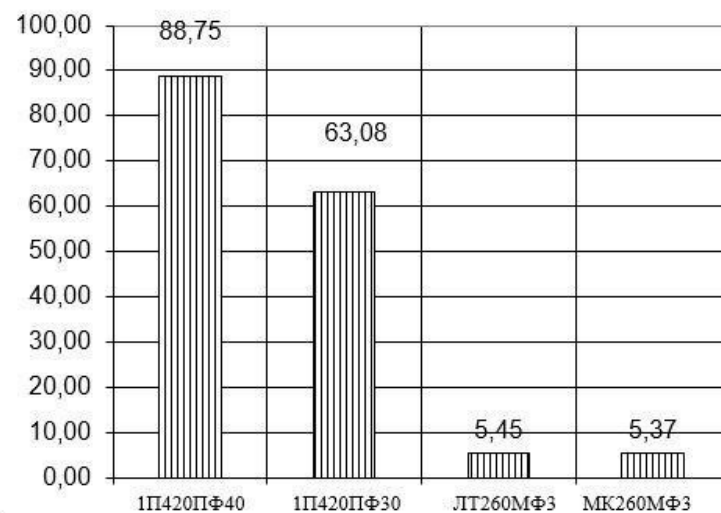
08-64.БДР.009.00.005 П/1

					08-64.БДР.009.00.005 П/1		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Розмірний аналіз технологічного процесу		
Розроб.	Ломославський		5.06				
Проб.	Деріба		5.06				
Т.контр.							
И.контр.	Лазінський		7.06		ВНТУ, зр 1ПМ-20б		
Утв.	Казлов Л.Г.		11.06				

Графіки завантаження обладнання



Графік використання верстатів за основним часом



Графік завантаження верстатів

