

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))

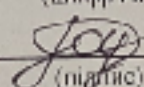
Бакалаврська кваліфікаційна робота

на тему:

«ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗАГОТОВКИ ДЕТАЛІ
ТИПУ «ГІЛЬЗА ПНЕВМОЦИЛІНДРА»

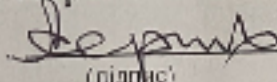
Виконав: студент 4 курсу, групи 1ПМ-216
спеціальності 131 – Прикладна
механіка

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)


(підпис)

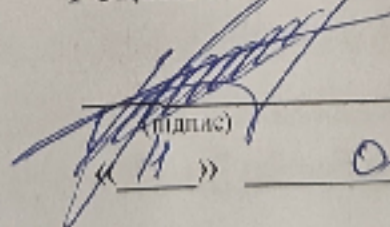
Богдан ДАВЛЯТОВ

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник: к.т.н., доц., професор каф. ТАМ
 Олександр ДЕРІБО
(підпис) (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

« 06 » 06 2025 р.

Рецензент: к.т.н., доц., завідувач кафедри АТМ

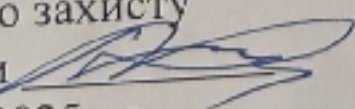

(підпис)

Сергій ЦИМБАЛ

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

« 11 » 06 2025 р.

Допущено до захисту

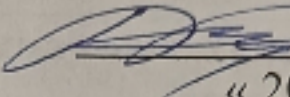
Зав. кафедри 

« 16 » 06 2025 р.

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)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТАМ

 д.т.н., проф. Леонід КОЗЛОВ

« 20 » 03 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Давлятову Богдану Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологічний процес механічної обробки заготовки деталі типу «Гільза пневмоциліндра»

Керівник роботи Дерібо Олександр Володимирович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від « 20 » 03 2025 року №97

2. Термін подання студентом роботи 14.06.25р.

3. Вихідні дані до роботи Креслення деталі: Гільза пневмоциліндра

Матеріал: Сталь 45Л ГОСТ 1050-2013.

Програма випуску: 8000 шт.

4. Зміст текстової частини

1. Аналіз методів виготовлення та обробки заготовок деталей типу «Фланець»

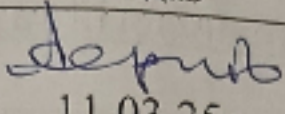
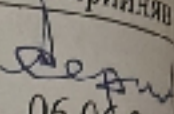
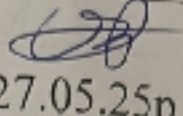
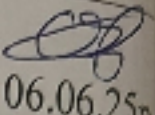
2. Розробка технологічного процесу механічної обробки

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;

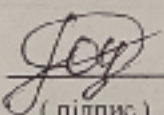
6. Консультанти розділів роботи

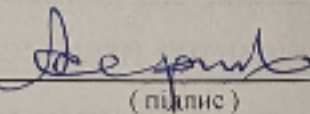
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
Спеціальна частина	Олександр ДЕРІБО, професор кафедри ТАМ	 11.03.25р	 06.06.25р
Охорона праці	Олег БЕРЕЗЮК, професор кафедри БЖД ПБ	 27.05.25р	 06.06.25р

7. Дата видачі завдання «20» 03 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва та зміст етапу	Термін виконання		Примітки
		початок	закінчення	
	Формування та затвердження теми бакалаврської дипломної роботи (БКР)	11.03.25р	20.03.25р	
	Виконання спеціальної частини БКР. Перший рубіжний контроль виконання БКР	23.04.25р	26.04.25р	
	Виконання спеціальної частини БДР. Другий рубіжний контроль виконання БКР	27.05.25р	29.05.25р	
	Виконання розділу «Охорона праці»	27.05.25р	06.06.25р	
	Перевірка на антиплагіат	06.06.25р	07.06.25	
	Нормоконтроль БКР	06.06.25р	07.06.25р	
	Попередній захист БКР	10.06.25р	11.06.25р	
	Рецензування БКР	11.06.25р	12.06.25р	
	Захист БКР	17.06.25р.	19.06.25р.	

Студент  (підпис) Богдан ДАВЛЯТОВ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи  (підпис) Олександр ДЕРІБО (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

АНОТАЦІЯ

Бакалаврська дипломна робота складається з 72 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 гільз, 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: гільза, технологічний процес, заготовка, механічна обробка, розмірний аналіз, планіровка, дільниця механічної обробки.

ABSTRACT

The bachelor thesis consists of 72 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 for machining a sleeve-type workpiece, which will allow obtaining a part with the accuracy and roughness parameters indicated in 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 "ГІЛЬЗА ПНЕВМОЦИЛІНДРА"	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	12
2.1. Аналіз конструкції і технологічності деталі	12
2.2. Проектування вихідної заготовки.....	13
2.3 Розробка маршруту механічної обробки.....	17
2.3.1. Аналітичний огляд відомих маршрутів механічної обробки подібних деталей в умовах заданого типу виробництва.....	17
2.3.2. Вибір способів механічної обробки поверхонь з підвищеними вимогами точності, визначення кількості ступенів механічної обробки	18
2.3.3 Вибір чистових та чорнових технологічних баз	19
2.3.3 Розробка маршруту механічної обробки	21
2.3.4 Розмірний аналіз технологічного процесу.....	23
2.3.5. Визначення припусків і технологічних розмірів на механічну обробку циліндричних поверхонь.....	30
2.3.6. Визначення режимів різання на обробку конструкторських баз та кріпильних отворів	33
2.3.7.Визначення технічних норм часу.....	35
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ ДІЛЬНИЦІ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ	39
3.1 Розрахунок приведеної програми	39
3.2 Визначення кількості верстатів, коефіцієнтів завантаження та використання за основним часом	43
3.3 Розрахунок кількості працюючих на ділянці	45

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ	50
ВИСНОВКИ	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	61
ДОДАТКИ	63
ДОДАТОК А (обов'язковий) Поток перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	64
ДОДАТОК Б (обов'язковий). Графічна частина	65

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 «Гільза пневмоциліндра» 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 «Гільза пневмоциліндра»;
- обґрунтувати вибір чистових та чорнових технологічних баз;

- розробити удосконалений варіант маршруту механічної обробки заготовки деталі типу «Гільза пневмоциліндра»;
- 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 «Гільза пневмоциліндра».

1 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ОБРОБКИ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ ТИПУ «ГІЛЬЗА ПНЕВМОЦИЛІНДРА»

1.1. Визначення типу виробництва і форми організації робіт

Тип виробництва визначено за коефіцієнтом закріплення операцій за співвідношенням [1]:

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

де $\sum O_i$, $\sum P_i$ – кількість операцій, що виконуються на ділянці протягом місяця, і кількість робочих місць відповідно.

Згідно з кресленням деталі «Гільза пневмоциліндра» встановлено найхарактерніші переходи механічної обробки заготовки цієї деталі, а саме:

- точіння зовнішньої циліндричної поверхні Ø160 мм;
- розточування отвору Ø150мм;
- розточування отвору Ø40 мм;
- свердління отворів Ø8 мм;
- точіння поверхні Ø192 мм.

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

Для вказаних переходів механічної обробки за наближеними формулами [3] визначено основний час $T_{осн}$. Результати показано у таблиці 1.1.

Для кожної операції механічної обробки необхідну кількість верстатів визначено за співвідношенням

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

де $N = 8000$ шт. – річна програма виготовлення деталі «Гільза пневмоциліндра»;

$T_{шт.к.}$ – 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 й отримано кількість верстатів P , яку взято як прийняту.

Фактичний коефіцієнт завантаження обладнання визначення за формулою:

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

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

P_i – кількість робочих місць для виконання 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 - й операції.

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

Таблиця 1.1 – Визначення типу виробництва

№ п/п	Зміст технологічних операцій	T_o , хв	$T_{шт.к.}$, хв	C_p	$\eta_{з.ф}$	O
1	Точіння попереднє та остаточне поверхні Ø160 мм	4,41	8,73	0,76	0,76	0,98
2	Розточування попереднє та остаточне отвору Ø150 мм;	3,35	6,63	0,57	0,57	1,3
3	розточування попереднє та остаточне отвору Ø40;	0,45	0,8	0,07	0,07	10,71
4	свердління 6 отворів Ø8;	0,5	0,86	0,07	0,07	10,71
5	точіння попереднє та остаточне поверхні Ø192 мм	1	1,98	0,17	0,17	4.41
	Всього	9,71	19			28,11

Сумарна кількість прийнятих верстатів i , відповідно, робочих місць $\sum P=5$. Коефіцієнт закріплення $K_{з.о.}$ складатиме

$$K_{з.о.}=28,11/5=5,62.$$

Отже, тип виробництва — великосерійний.

Встановлення форми організації роботи.

Добовий випуск виробів розраховано за формулою:

$$N_o = \frac{N}{254} = \tag{1.5}$$

де 254 кількість робочих днів у році.

Продуктивності потокової лінії:

$$Q_{\partial} = \frac{F_{\partial}}{T_{шт-ксер} \cdot \eta_z}, \quad (1.6)$$

де $T_{шт-к}$ – середній штучно-калькуляційний час операцій, хв.; η_z – добовий коефіцієнт завантаження потокової лінії.

$$T_{шт-ксер} = \frac{\sum T_{шт-кi}}{\sum n_i}, [хв] \quad (1.7)$$

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

$\sum n_i$ – сумарна кількість виконуваних операцій.

Середній штучно-калькуляційний час виконуваних операцій становитиме:

$$T_{шт-к} = (8,73+6,63+0,8+0,86+0,1,98)/5=3,44 \text{ (хв).}$$

Отже, добова продуктивність лінії становитиме:

$$Q_{\partial} = \frac{952}{3,44 \cdot 0,75} = 369 \text{ (шт.)}$$

Потрібний добовий випуск виробів:

$$N_{\partial} = \frac{8000}{254} = 31,87 \approx 32 \text{ (шт.)}$$

Оскільки $N_{\partial} = 32 \text{ шт.} < Q_{\partial} = 369 \text{ шт.}$, то прийнято групову форму організації робіт.

Тоді кількість деталей в партії для одночасного запуску можна визначити за формулою [6]:

$$n = \frac{N \cdot a}{254} \text{ [шт.]}, \quad (1.8)$$

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

$$n = \frac{8000 \cdot 6}{254} = 188,97 \text{ (шт.)}, \text{ приймаємо } n = 189 \text{ шт.}$$

Розрахункове число змін [6]:

$$C_{зм} = \frac{T_{шт-к_{ср}} \cdot n}{476 \cdot 0,75}; \quad (1.9)$$

$$c = \frac{3,44 \cdot 188,97}{476 \cdot 0,75} = 1,82$$

Кількість деталей у партії для цілого числа змін:

$$n_{пр} = \frac{C_{зм} \cdot 476 \cdot 0,75}{T_{шт-к_{ср}}}, \quad (1.10)$$

$$n_{пр} = \frac{1,82 \cdot 476 \cdot 0,75}{3,44} = 190 \text{ (шт.)}$$

Остаточно прийнято кількість деталей у партії 190 шт.

Отже тип виробництва – великосерійний, форма організації роботи – групова.

Кількість деталей у партії для одночасного запуску має складати 190 шт.

1.2 Загальний огляд існуючих технологічних процесів обробки деталі типу «Корпус»

Технологічний процес механічної обробки деталі типу «Гільза пневмоциліндра» розроблено з урахуванням типових рішень, прийнятих для обробки заготовок подібних деталей. Для серійного виробництва, що передбачає широку номенклатуру виробів, які виготовляються партіями, доцільно застосовувати універсальне обладнання, у т. ч.

верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК), гнучкі переналагоджувані виробничі лінії, а також універсальне та спеціальне оснащення, яке забезпечує швидку зміну налаштувань для виготовлення інших деталей.

В результаті вибору послідовності механічної обробки поверхонь сформовано маршрут механічної обробки, що ґрунтується на типових технологічних процесах, апробованих для подібних деталей.

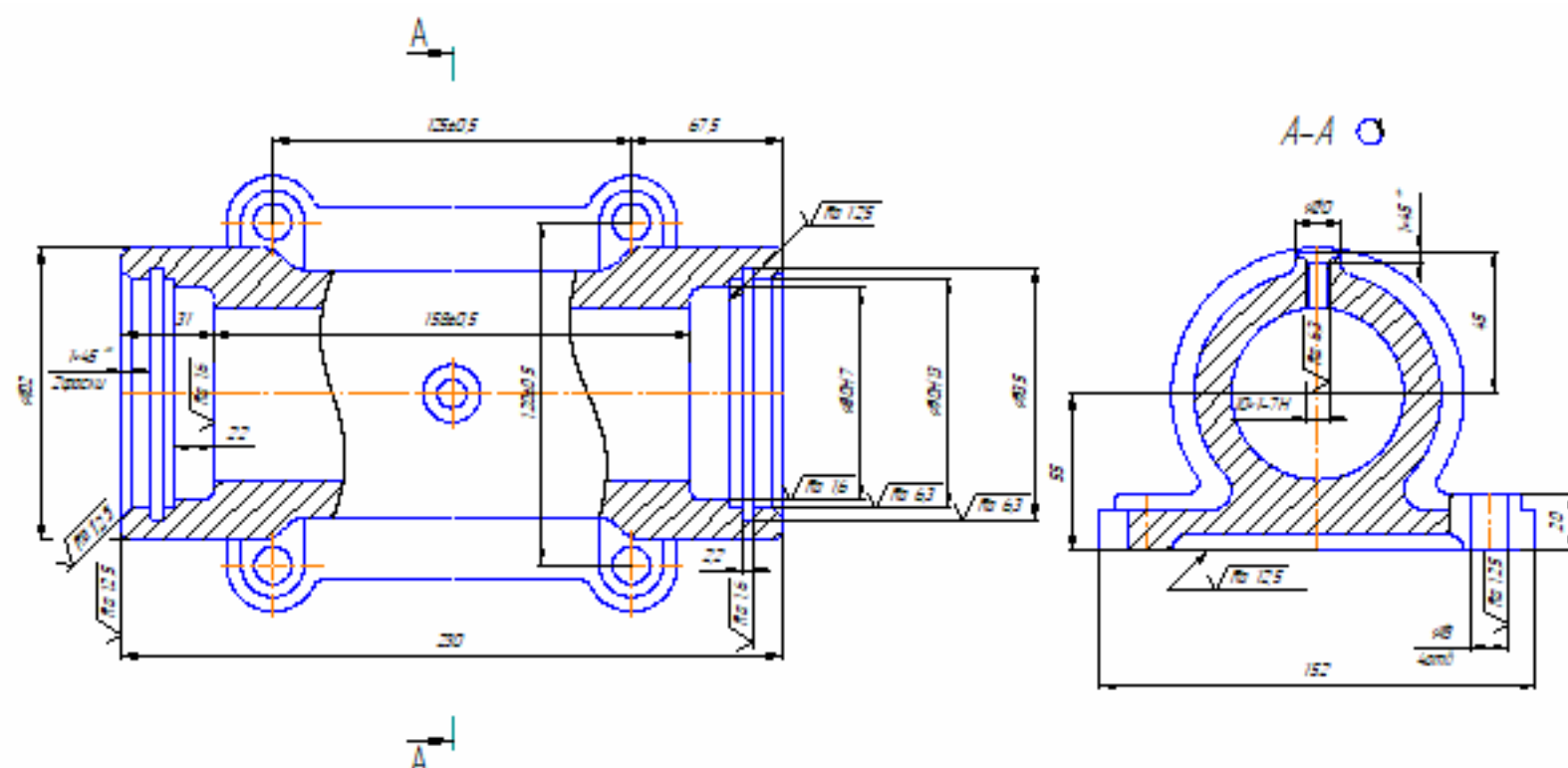


Рисунок 1.1 – Ескіз деталі «Корпус підшипників»

Таблиця 1.2 – Типовий технологічний процес

№ операції	Зміст і назва операції	Тип обладнання
005	Багатоцільова з ЧПК 1. Встановити і закріпити заготовку 2. Фрезерувати площину основи попередньо, остаточно 3. Свердли 4 <u>отв. Ø13</u> 4. Фрезерувати <u>площину бобишки Ø20</u> остаточно 5. Свердли і нарізати різьбу M10•1-7H 6. Фрезерувати торець Ø120, витримуючи розмір 230 попередньо, остаточно 7. Розточити виточки Ø80H7 попередньо, остаточно; Ø90H13 і фаску остаточно 8. Фрезерувати канавку 2,2±0,5 остаточно	Багатоцільовий з ЧПУ IP500MФ4

У деталі, що розглядається, як і в типовій, конструкторськими базами є площина та торці, які забезпечують надійне базування деталі у виробі. Внутрішні циліндричні поверхні з високими вимогами до точності виконують функцію допоміжних конструкторських баз.

Способи механічної обробки, що застосовуються для обох деталей, є подібними. Для деталі, що розглядається, як і для типової, використовуються верстати з ЧПК. З огляду на достатньо складну конструкцію деталі (зокрема, наявність отворів, що обробляються через інші), доцільним є використання аналогічних верстатів з ЧПК.

Проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що типовий технологічний процес є придатним для подальшого застосування у розробці маршруту обробки заготовки цієї деталі.

2 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ЗАГОТОВКИ ДЕТАЛІ

2.1 Аналіз конструкції й технологічності деталі

Деталь «Гільза пневмоциліндра» має відносно нескладну форму. Виготовляється зі сталі марки 45Л. За технологічні бази може бути використано торець та зовнішню циліндричну поверхню.

Задані параметри точності та шорсткості можна досягти за допомогою токарних і свердлильних операцій, що дозволяє уникнути додаткових трудомістких технологічних процесів. Поверхні, до яких висуваються підвищені вимоги щодо точності, мають оброблятися на шліфувальних верстатах або на токарних верстатах високої точності.

Допуски на розміри та шорсткість, вказані на кресленику, узгоджені між собою та відповідають вимогам стандартів. Вимоги щодо відхилення геометричної форми і відносного розташування дозволяють забезпечити необхідну точність на наявному обладнанні.

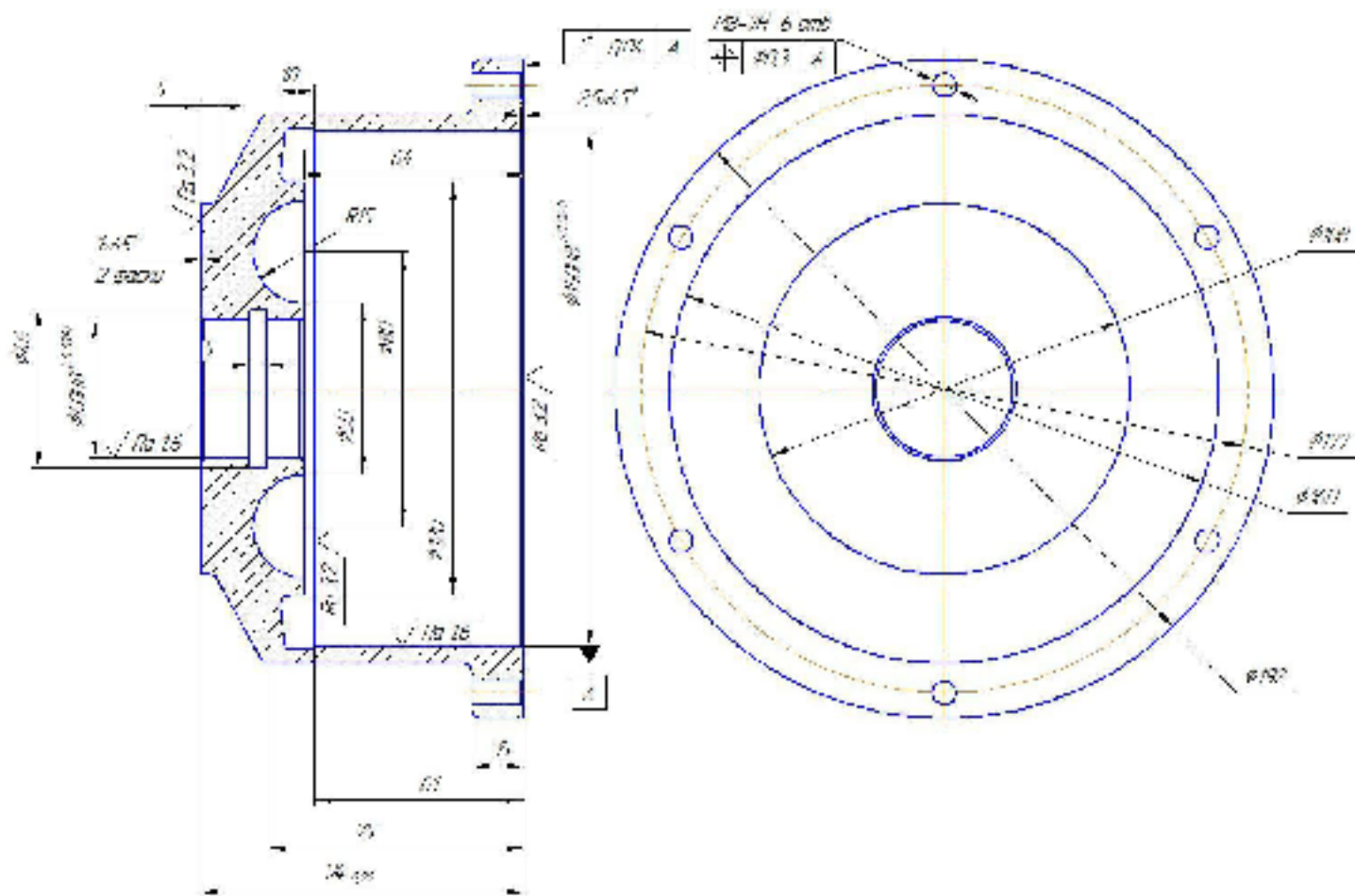


Рисунок 2.1 – Ескіз деталі

Більшість вказаних на кресленіку деталі розмірів можуть безпосередньо вимірюватись за допомогою універсальних вимірювальних інструментів, окрім: дійсного відхилення від співвісності та перпендикулярності. На цю контрольну операцію необхідно спроектувати і виготовити спеціальний вимірювальний пристрій.

2.2 Проектування вихідної заготовки

Оскільки матеріал заготовки – сталь 45Л, що має досить гарні ливарні властивості, за метод виготовлення заготовки вибрано лиття.

Найбільш раціональними способами лиття для даної заготовки є: лиття в піщано-глинисті форми з машинним формуванням та лиття за виплавними моделями, оскільки лиття в кокіл, вимагає використання додатково облицювання кокілю. Це призведе до здорожчання заготовки. Відцентрове лиття не дасть можливості отримати ступінчастий отвір, оболонкові форми більш вартісний спосіб, ніж лиття в піщано-глинисті форми з машинним формуванням суміші.

Найбільший габаритний розмір деталі — 170 мм.

Тип сплаву — вуглецева сталь.

Тип виробництва — великосерійне.

Для призначення норм точності литої заготовки використано

ДСТУ 8981–2020.

Для лиття в піщано-глинисті форми з машинним формуванням: рекомендовано клас точності 7т—11. Прийнято 9 клас розмірної точності. Для лиття за виплавними моделями: рекомендовано 5т—9т, прийнято клас розмірної точності 7т.

Таблиця 2.1 — Лиття в піщано-глинисті форми з машинним формуванням

Вихідні дані (норми точності)	Лиття в піщано-глинисті форми з машинним формуванням і вологістю до 2,8%			
	Згідно з ДСТУ 8981–2020		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	Ø150	Ø40	94	64
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	Ø190	Ø110	170	150
	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	Ø147	Ø37	98	66

Ступінь точності поверхонь виливка: при литті в піщано-глинисті форми з машинним формуванням 9—16. Приймаємо 12 ступінь точності відповідно

Ряд припусків приймаємо згідно зі ступенем точності поверхні.

Призначаємо такі радіуси заокруглень для сталі за діапазона кутів 75—105°:

$$1) r = 5 \text{ мм}; 2) r = 5 \text{ мм},$$

Призначаємо на вертикальних стінках поверх припуску на механічну обробку. Вибираємо залежно від висоти формуютьованої поверхні та способу лиття. Отже на ділянці 105 мм нахил складатиме 4°34'.

Мінімальна товщина стінок призначається так, щоб забезпечити необхідну розрахункову міцність і задовольнити потребам технології вибраного способу лиття. Найменшу товщину стінок вибираємо за [4] залежно від приведенного габариту заготовки, який обраховано за формулою

$$N = \frac{2l + b + h}{4} = \frac{2 \cdot 190 + 170 + 110}{4} = 160 \text{ (мм)},$$

Цьому значенню відповідає мінімальна товщина стінки $\delta = 8 \text{ мм}$.

Мінімальний діаметр отвору визначено за формулою:

$$d_{\min} = d_0 + 0,1 \cdot s \text{ [мм]}.$$

При $d_0 = 10 \text{ мм}$ – для сталі і $s = 75/2 - 30/2 = 22,5 \text{ (мм)}$, значення мінімального діаметра буде дорівнювати:

$$d_{\min} = d_0 + 0,1 \cdot s = 10 + 0,1 \cdot 22,5 = 10,25 \text{ (мм)}.$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу як відношення маси деталі до маси заготовки

$$\gamma = \frac{G_d}{G_z} = 4,45 / 5,8 = 0,67.$$

Вартість заготовок, що виготовляються способами лиття в оболонкові форми та в піщано-глинисті форми можна визначити за формулою:

$$C_{\text{заг}} = \frac{C_{\text{л}}}{1000} \cdot Q_{\text{заг}} \cdot K_T \cdot K_H \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_{II} - (Q_{\text{заг}} - Q_{\text{дет}}) \frac{C_{\text{відх}}}{1000} \text{ [грн.]}, \quad (2.1)$$

де $C_{\text{відх}}$ – заготівельні ціни на стружку чорних і кольорових металів за преїскурантами, для сталі ця величина становить 390 грн за тону;

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

$K_T, K_H, K_C, K_B, K_{II}$ – коефіцієнти, що залежать відповідно від класу точності виливка, марки матеріалу, групи складності, маси і обсягу виробництва заготовок;

Для лиття в піщано-глинисті форми:

$K_T, K_H, K_C, K_B, K_{II}$ відповідно рівні 1,0 – 1,0 – 1,2 – 0,96 – 1,0.

Тоді вартість заготовки для лиття в піщано-глинисті форми:

$$C_{\text{заг.лит}} = \frac{2,8 \cdot 15600 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 0,91 \cdot 1,0}{1000} - \frac{(2,8 - 1,9) \cdot 2500}{1000} = 36,88 \text{ (грн.)}$$

2.3 Розробка маршруту механічної обробки

2.3.1 Вибір способів механічної обробки поверхонь із підвищеними вимогами точності

Визначимо кількість переходів і способи та методи попередньої та остаточної обробки для отвору $\varnothing 40\text{H}8$, враховуючи, що допуск точності заготовки (допуск після чорнового точіння) складає 0,021 мм:

$$\varepsilon = 0,84/0,021 = 40.$$

Отже, можна проводити обробка за чотири переходи і призначаємо:

$$\varepsilon_1 = 5,8;$$

$$\varepsilon_2 = 4.$$

Відповідно тоді ступінь уточнення другого переходу складатиме:

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

Тобто:

$$\varepsilon_3 = 40 / 5,8 \cdot 4 = 1,72.$$

Допуск складатиме:

$$T_1 = 0,84 / 5,8 = 0,144 \text{ (мм)};$$

$$T_2 = 0,144 / 4 = 0,036 \text{ (мм)};$$

$$T_3 = 0,036 / 1,72 = 0,021 \text{ (мм)}.$$

Остаточно прийнято такі переходи механічної обробки цієї поверхні: розточування попереднє (13 квалітет точності); розточування попереднє (8 квалітет точності); розточування остаточне (7 квалітет точності).

2.3.2 Вибір чистових і чорнових технологічних баз

Правильність вибору технологічних баз на даному етапі проектування значною мірою визначає досягнення необхідної точності деталі в процесі її виготовлення та економічність процесів.

За чорнові технологічні бази використовуються зовнішня циліндрична поверхня та торець. При цьому розв'язується задача .

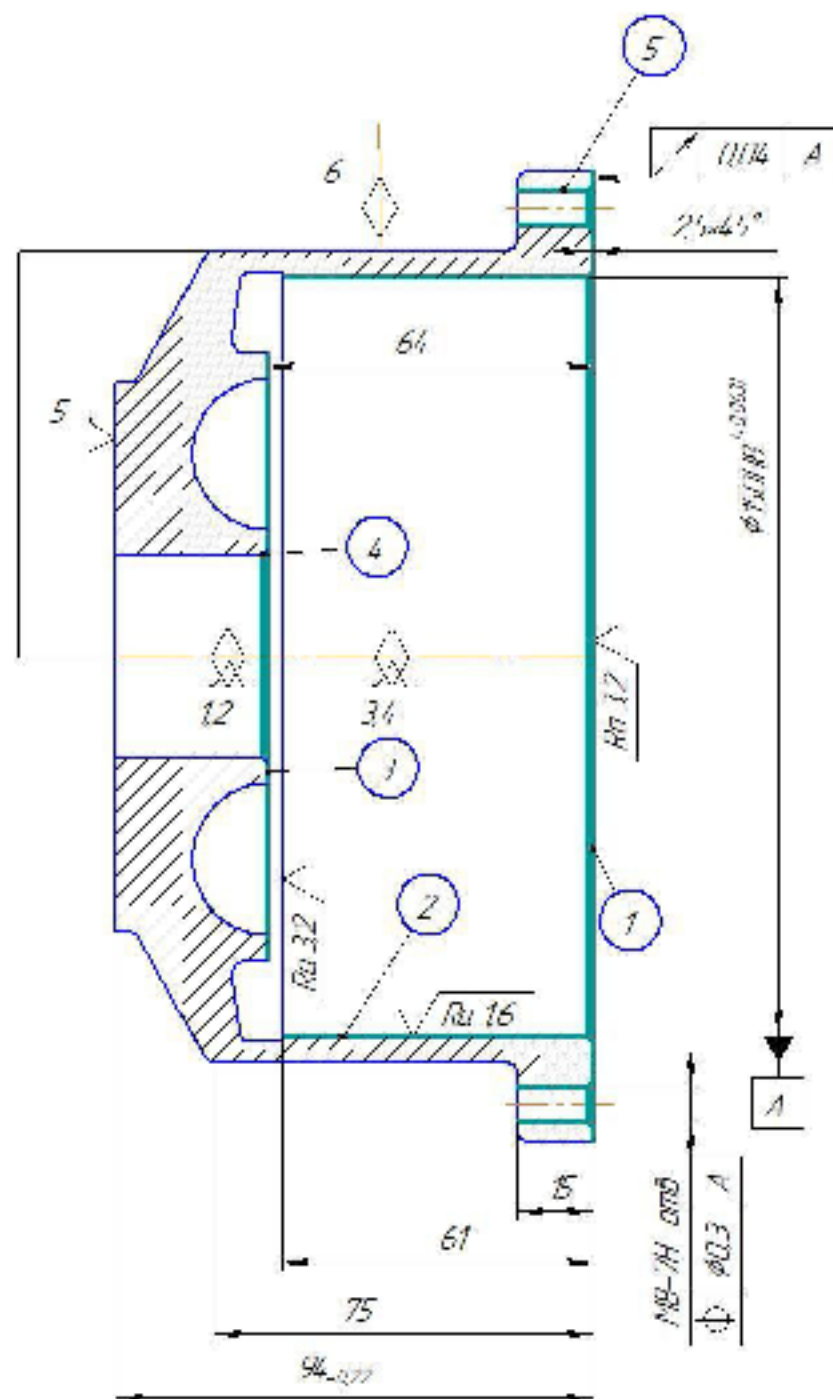


Рисунок 2.2 – Чорнові технологічні бази (операція 005)

Таблиця 2.2 – Аналіз вибору технологічних баз на операції 005

Назва операції	Розмір чи вимога точності	Відсутність чи наявність похибки базування	Фактор, який забезпечує відсутність чи зумовлює наявність похибки базування
Багатоцільова з ЧПК	Ø68150, M8	відсутня	Діаметральний розмір
	64, допуск биття і позиціонування відносно бази А	відсутня	Обробка з одного установа
	94	відсутня	Виконується принцип суміщення баз, вимірювальної і технологічної

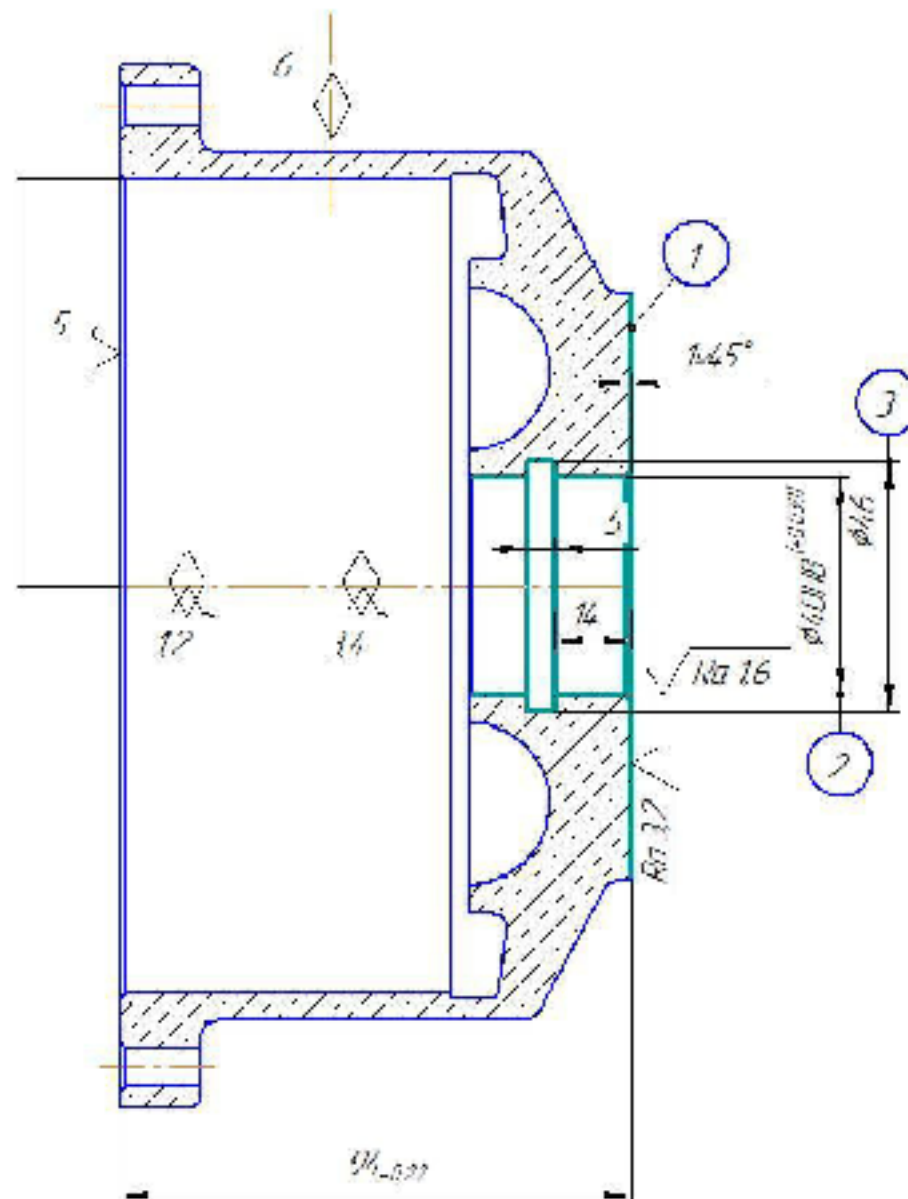


Рисунок 2.3 – Схема базування на операції 010

Таблиця 2.3 – Аналіз вибору технологічних баз на операції 010

Назва операції	Розмір чи вимога точності	Відсутність чи наявність похибки базування	Фактор, який забезпечує відсутність чи зумовлює наявність похибки базування
Багатоцільова з ЧПК	Ø40	відсутня	Діаметральний розмір
	14, 5	відсутня	Обробка з одного установа
	94	відсутня	Виконується принцип суміщення баз, вимірювальної і технологічної

2.3.3 Проектування маршруту механічної обробки

Таблиця 2.4 – Маршрут механічної обробки

№	Зміст операцій та переходів	Ескіз та схема установки	Верстат
005	<u>Комбінована з ЧПК</u> 1 Встановити і закріпити заготовку. 2 Точити торець 1 попередньо. 3 Точити торець 1 остаточно. 4 Розточити отвір 2 і торець 3 та фаску 4 попередньо. 5 Розточити отвір 2 попередньо. 6 Розточити отвір 2 остаточно. 7 Центрувати отвори 5 витримуючи розміри вказані на ескізі 8 Свердлити отвори 5 витримуючи розміри вказані на ескізі. 9 Зенкувати фаску в отворах 6 витримуючи розміри вказані на ескізі. 10 Нарізати різь в отворах 6. 11 Зняти заготовку.		Токарно-револьверний з ЧПК 1П420ПФ40
010	<u>Токарно-револьверна з ЧПК</u> 1 Встановити і закріпити заготовку. 2 Точити торець 1 попередньо. 3 Точити торець 1 остаточно. 4 Розточити отвір 2 попередньо. 5 Розточити канавку 3. 6 Розточити отвір 2 попередньо. 7 Розточити отвір 2 остаточно. 8 Зняти деталь.		Токарно-револьверний з ЧПК 1П420ПФ30

2.3.4 Розмірний аналіз технологічного процесу

2.3.4.1 Вибір розташування технологічних розмірів

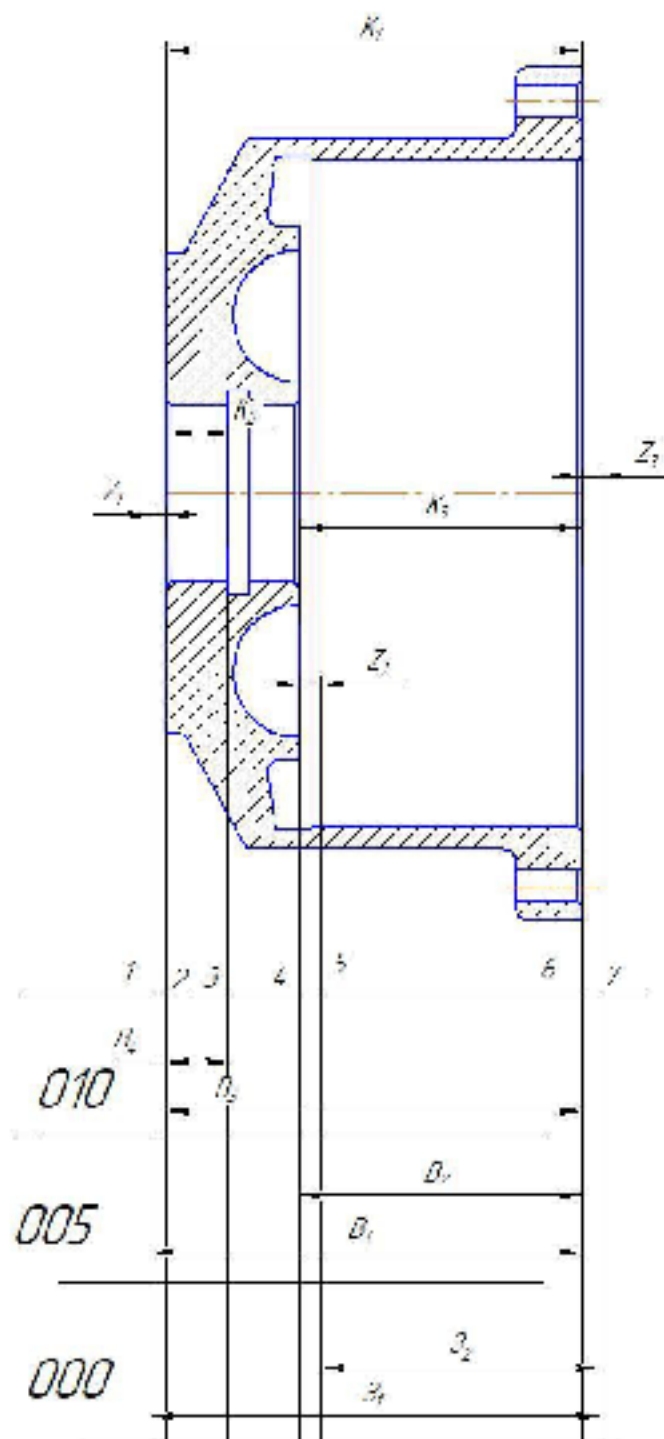
Розташування технологічних розмірів показано на рис. 2.4.

2.3.4.2 Попереднє визначення допусків технологічних розмірів

Визначені допуски використовуються при подальших розрахунках технологічних розмірів.

Одним із перших етапів розмірного аналізу є побудова розмірної схеми технологічного процесу.

2.3.4.3 Розмірна схема технологічного процесу



Рисунки 2.4 – Розмірна схема першого технологічного процесу

2.3.4.4 Похідний, вихідний граф-дерева, суміщений граф

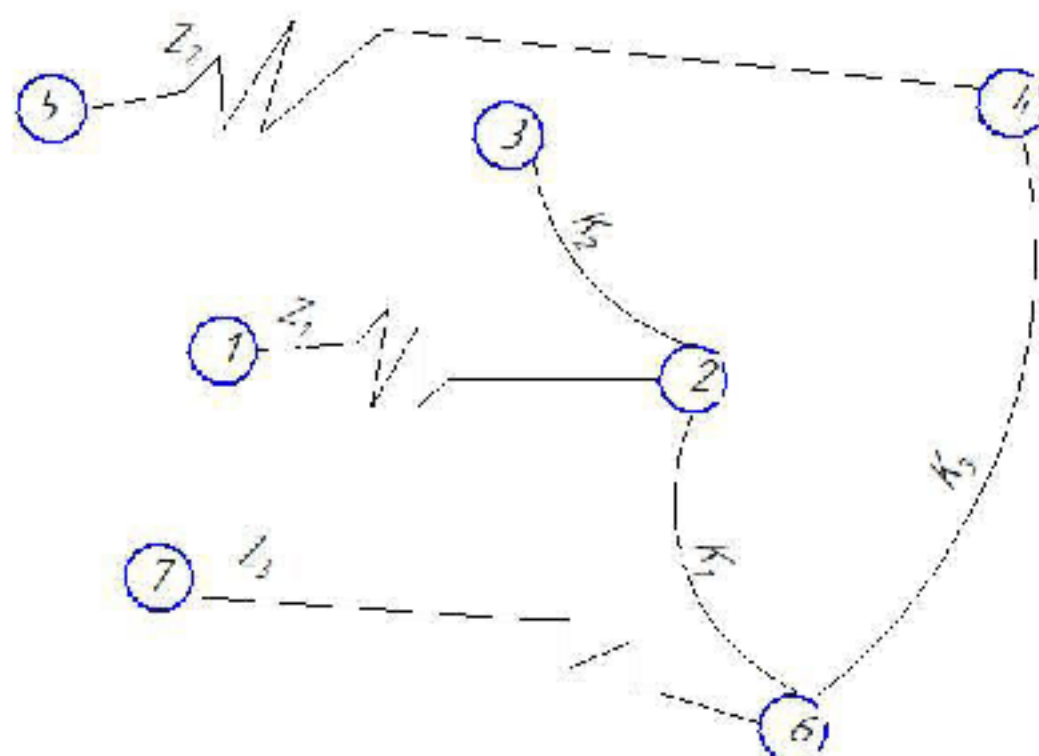


Рисунок 2.5 – Вихідний граф-дерево

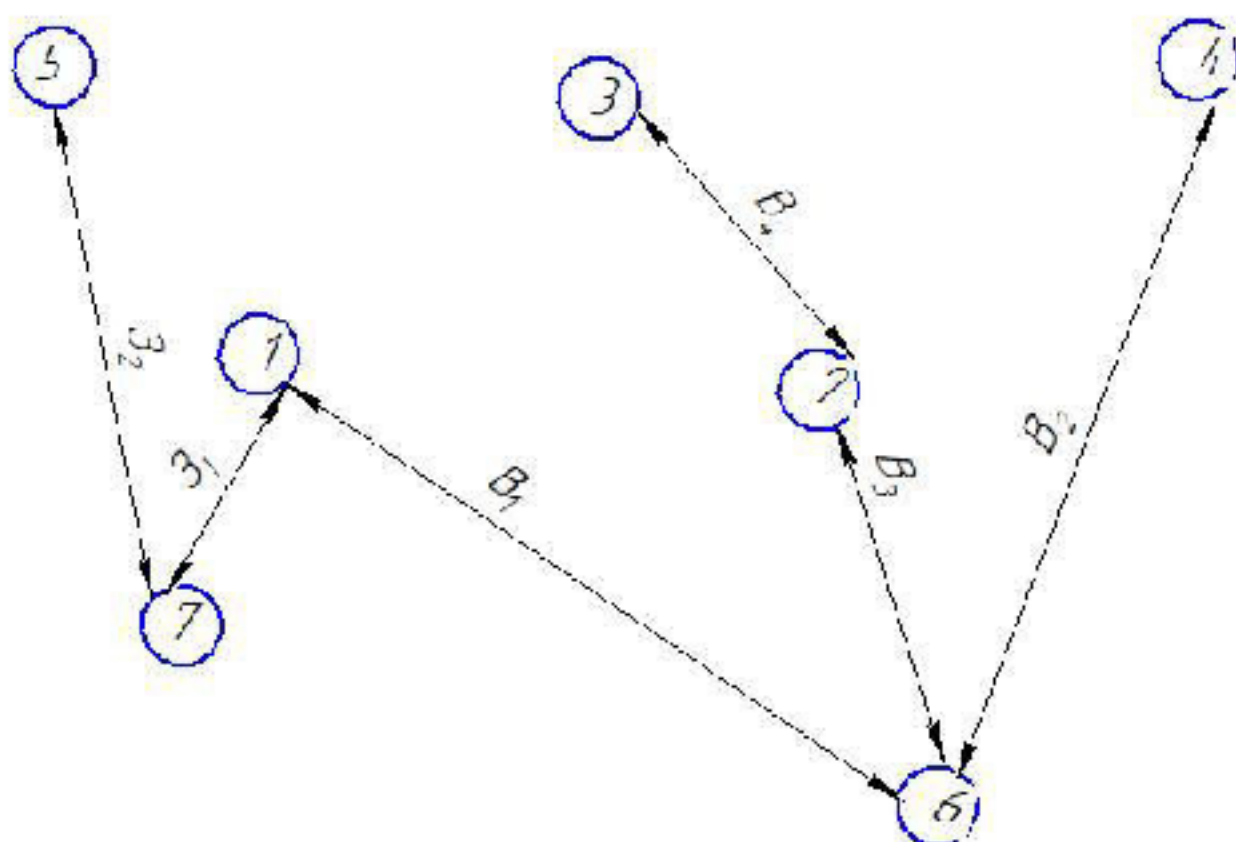


Рисунок 2.6 – Похідний граф-дерево

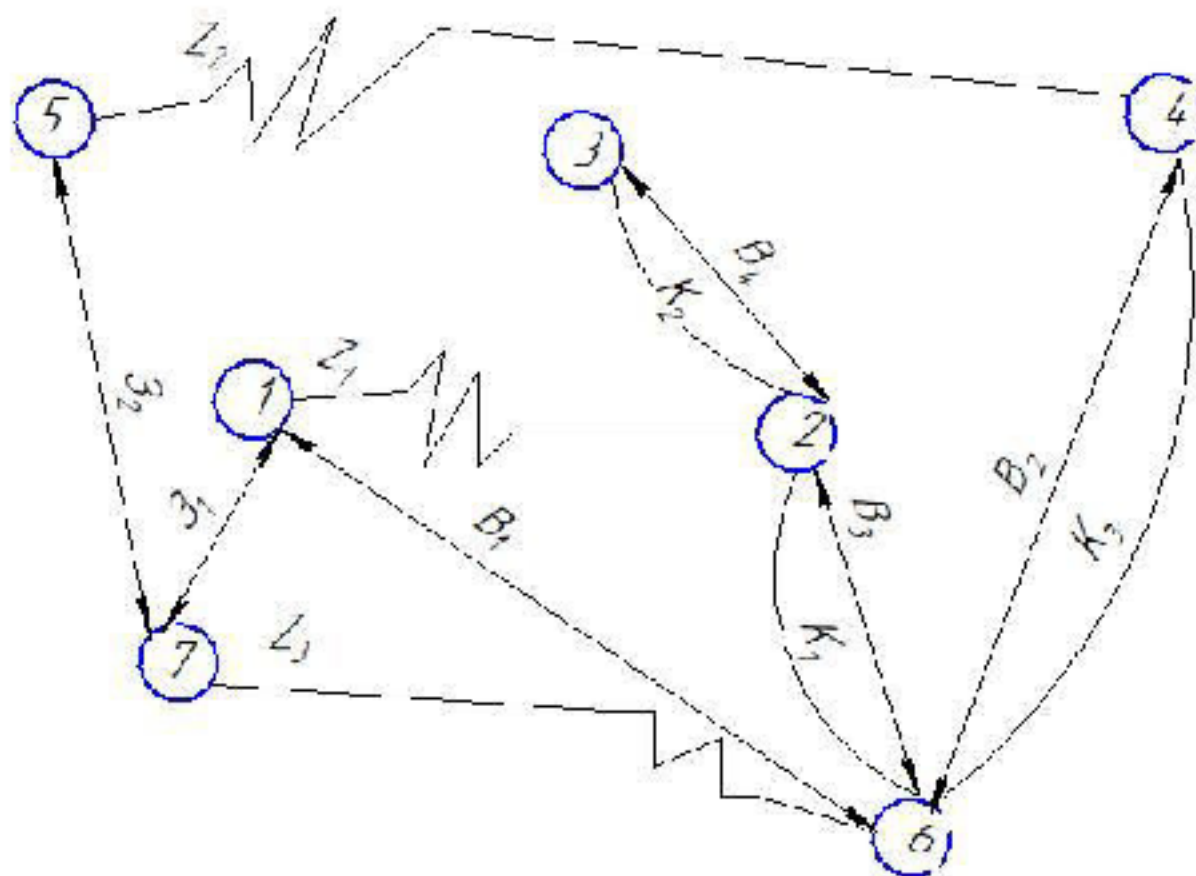


Рисунок 2.7 – Суміщений граф-дерево

2.3.4.5 Визначення проміжних мінімальних припусків на механічну обробку плоских поверхонь

Дані припусків зводимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Мінімальні припуски

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

2.3.4.6 Таблиця рівнянь технологічних розмірних ланцюгів

Згідно із суміщеним графом, визначено розрахункові рівняння, які наведені у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Рівняння для розрахунку технологічних розмірних ланцюгів

№	Розрахункові рівняння	Вихідні рівняння	Невідома ланка
1	$B_2 - K_3 = 0$	$B_2 = K_3$	B_2
3	$B_4 - K_2 = 0$	$B_4 = K_2$	B_4
4	$B_3 - K_1 = 0$	$B_3 = K_1$	B_3
6	$B_1 - Z_1 - K_1 = 0$	$Z_1 = B_1 - K_1$	B_1
7	$B_1 + Z_3 - 3_1 = 0$	$Z_3 = 3_1 - B_1$	3_1
8	$3_2 + Z_2 - K_3 - Z_3 = 0$	$Z_2 = 3_2 - K_3 - Z_3$	3_2

2.3.4.7 Визначення технологічних розмірів, розмірів вихідної заготовки, максимальних припусків

Відповідно до визначених вище технологічних рівнянь визначимо для кожного розміру цого межі:

$$6. Z_{1\min} = B_{1\min} - K_{1\max};$$

$$B_{1\min} = 94 + 1,2 = 95,2 \text{ мм};$$

$$B_{1\max} = B_{1\min} + T(B_1) = 95,2 + 0,54 = 95,74 \text{ мм};$$

$$B_1 = 95,74_{-0,54} \text{ мм}$$

$$Z_{1\max} = B_{1\max} - K_{1\min} = 95,74 - 93,65 = 2,09 \text{ мм}$$

$$7. Z_{3\min} = 3_{1\min} - B_{1\max};$$

$$3_{1\min} = 95,74 + 1,2 = 96,94 \text{ мм};$$

$$3_{1\max} = 96,94 + 1,4 = 98,34 \text{ мм};$$

$$3_1 = 98,3_{-1,4} \text{ мм}.$$

$$Z_{3\max} = 3_{1\max} - B_{1\min} = 98,34 - 95,2 = 3,14 \text{ мм}$$

$$8. Z_{2\min} = 3_{2\min} - K_{3\max} - Z_{1\max};$$

$$3_{2\min} = 1,2 + 64 + 3,14 = 67,34 \text{ мм};$$

$$3_{2\max} = 67,34 + 1,0 = 68,34 \text{ мм};$$

$$3_2 = 67,3_{-1,0} \text{ мм}.$$

$$Z_{2\max} = 67,34 - 63,75 - 1,2 = 3,39 \text{ мм}$$

Отже, визначено технологічні розміри при механічній обробці, припуски та розміри

заготовки, на їх основі можна розробляти технологічний процес та усю документацію пов'язану з ним.

2.3.5 Визначення припусків і технологічних розмірів на механічну обробку циліндричних поверхонь

Визначення значень R_z і T проводимо відповідно до рекомендацій наведених в [14], враховуючи, що для заготовки дані параметри рівні 600 мкм. При попередньому розточуванні приймаємо $R_z=T=50$ мкм, а на наступному переході відповідно 30 мкм, при чистовому розточуванні – $R_z=20$ мкм, $T=25$ мкм.

Жолоблення отвору слід враховувати як в діаметральному так і в осьовому напрямі, тому:

$$\rho_{\text{жол}} = \sqrt{(\Delta_{\kappa} d)^2 + (\Delta_{\kappa} l)^2} \text{ [мкм]}, \quad (2.2)$$

де Δ_{κ} – питома кривизна заготовок, для литої заготовки складає 0,7;

$$\rho_{\text{жол}} = \sqrt{(0.7 \cdot 35)^2 + (0.7 \cdot 83)^2} = 38,55 \text{ (мкм)};$$

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

Для даної деталі відповідно сумарне значення просторових відхилень складатиме:

$$\rho = \sqrt{38.55^2 + 10^2} = 41,23 \text{ (мкм)}.$$

При подальших переходах механічної обробки:

$$\rho_n = k \cdot \rho_{n-1}, \text{ [мкм]} \quad (2.3)$$

де k – коефіцієнт уточнення форми [14].

$$\rho_1 = 0,06 \cdot 41,23 = 2,5 \text{ (мкм)};$$

$$\rho_2=0,04 \cdot 52=0,099 \text{ (мкм)}.$$

Похибка установки при чорновому розточуванні:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} \text{ [мкм];} \quad (2.4)$$

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

ε_3 – похибка закріплення, що при установці на площину з пневматичним затисканням складає 200 мкм.

Відповідно похибка установки:

$$\varepsilon_1=200 \text{ (мкм)}$$

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

$$\varepsilon_2=\varepsilon_1 \cdot 0,05=200 \cdot 0,05=10 \text{ (мкм)}.$$

Мінімальне значень міжопераційних припусків можна визначити користуючись формулою:

$$2Z_{imin}=2(R_{zi-1}+T_{i-1}+\sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \text{ [мкм]} \quad (2.5)$$

Мінімальний припуск під розточування:

- попереднє розточування:

$$2Z_{1min}=2(600 + \sqrt{41,23^2 + 200^2})=2 \cdot 554,2 \text{ (мкм);}$$

- попереднє розточування:

$$2Z_{2\min}=2(50+50+\sqrt{2,5^2+10^2})=2\cdot110,3 \text{ (мкм)};$$

- остаточне розточування:

$$2Z_{2\min}=2(30+30+0,09)=2\cdot60,1 \text{ (мкм)}.$$

При остаточному розточуванні маємо отримати розмір вказаний на кресленні:

$$d = 40,039 \text{ мм.}$$

Розрахункові розміри:

- для попереднього розточування:

$$d_2=40,039-2\cdot0,0601=39,9188 \text{ (мм)};$$

- для попереднього розточування:

$$d_3=39,9188-2\cdot0,1103=39,6982 \text{ (мм)};$$

- для заготовки

$$d_4=39,6982-2\cdot0,5542=38,59 \text{ (мм)}.$$

Значення допусків: для чистового розточування відповідно для 7 квалітету допуск складає 39 мкм; для попереднього точіння для 9 і 10 квалітетів допуск відповідно рівний – 100 і 390 мкм та для заготовки допуск складає 3,6 мкм.

Максимальні граничні розміри:

$$39,919-0,1=39,819 \text{ (мм)}$$

$$39,7-0,39=39,31 \text{ (мм)}$$

$$38,6-1,8=38,8 \text{ (мм)}$$

Граничні значення припусків:

- для остаточного розточування:

$$2Z_{\min 3}=39,039-39,919=0,12 \text{ (мм)};$$

$$2Z_{\max 3}=40-39,819=0,181 \text{ (мм)};$$

- для попереднього розточування:

$$2Z_{\min 2}=39,919-39,7=0,219 \text{ (мм)};$$

$$2Z_{\max 2}=39,819-39,31=0,509 \text{ (мм)};$$

- для попереднього розточування:

$$2Z_{\min 1}=39,7-38,6=1,1 \text{ (мм)};$$

$$2Z_{\max 1}=39,31-36,8=2,51 \text{ (мм)}.$$

Всі результати проведених розрахунків записано у таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 – Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічним переходам для обробки поверхні $\varnothing 40H7$

Технологічні переходи обробки поверхні $\varnothing 40H7$	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків	
	R_z	T	ρ	ε	$2Z_{\min}$	d_p	δ	$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Заготовка	600		41,2		-	33,5897	1,8	36,8	38,6	—	—
Розточування попереднє	50	50	2,47	200	2·554	34,6982	0,39	39,31	39,7	1,1	2,51
Розточування попереднє	30	30	0,09	10	2·110	34,9188	0,1	39,819	39,919	0,219	0,509
Розточування остаточне	20	25	-	-	2·60	35,039	0,039	40	40,039	0,12	0,181
Загальний припуск										1,439	3,2

Перевірка правильності розрахунків:

$$2Z_{\max 3} - 2Z_{\min 3} = 0,181 - 0,12 = 0,061 \text{ (мм);}$$

$$\delta_3 - \delta_4 = 100 - 39 = 61 \text{ (мкм);}$$

$$2Z_{\max 2} - 2Z_{\min 2} = 509 - 219 = 290 \text{ (мкм);}$$

$$\delta_2 - \delta_3 = 390 - 100 = 290 \text{ (мкм);}$$

$$2Z_{\max 1} - 2Z_{\min 1} = 2510 - 1100 = 1410 \text{ (мкм);}$$

$$\delta_1 - \delta_2 = 1,8 - 0,39 = 1,41 \text{ (мм).}$$

Отже, всі розрахунки виконанні вірно і не потребують уточнення.

2.3.6 Визначення за нормативами режимів різання

Приведемо приклад розрахунку режимів різання для обробки на верстатах з ЧПК на прикладі виконання операції 010.

На даній операції виконується розточування отвору 1. При цьому знімаються припуск 0,5 мм.

Згідно [23] рекомендована подача для точіння торців складає:
 $S_{от1} = 0,5 \text{ мм/об.}$

Але для того, щоб врахувати конкретні умови роботи інструменту визначимо комплекс коефіцієнтів:

- коефіцієнт, що залежить від виду інструментального матеріалу (Т14К8): $K_{SU}=1,15$;
- коефіцієнт, що залежить від способу кріплення пластини (механічне кріплення): $K_{SP}=1,1$;
- коефіцієнт, що залежить від виду інструменту: $K_{SG}=0,95$;
- коефіцієнт, що залежить від міцності ріжучої частини інструменту, а саме від його товщини, що згідно рекомендацій прийнята рівною 4 мм: $K_{sh}=1$;
- коефіцієнт, що враховує механічні властивості оброблюваного матеріалу: $K_{sm}=0,9$;
- коефіцієнт, що враховує схему установки (в трьохкулачковому самоцентрувальному патроні): $K_{sy}=1,2$;
- коефіцієнт, що залежить від стану поверхні: $K_{sp}=1$;
- коефіцієнт, що враховує геометричні параметри інструменту: $K_{S\phi}=1$;
- коефіцієнт, що враховує жорсткість верстату: $K_{sj}=0,75$.

Загальний коефіцієнт становить:

$$K = 1,1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 = 0,84337.$$

Відповідно подача складатиме:

$$S_{ol} = 0,5 \cdot 0,84337 = 0,421 \text{ (мм/об)}.$$

Але для того, щоб врахувати конкретні умови роботи інструменту визначимо комплекс коефіцієнтів, для чорнового та напівчистового розточування:

- коефіцієнт, що залежить від виду інструментального матеріалу (Т14К8): $K_{SU}=0,95$;
- коефіцієнт, що залежить від способу кріплення пластини (механічне кріплення): $K_{SP}=1$;
- коефіцієнт, що враховує механічні властивості оброблюваного матеріалу: $K_{sm}=1,2$;
- коефіцієнт, що залежить від стану поверхні: $K_{sp}=0,85$;
- коефіцієнт, що враховує геометричні параметри різця: $K_{S\phi}=1$;

- коефіцієнт, що враховує виліт різця: $K_{Sl}=0,95$;
- коефіцієнт, що враховує діаметр деталі: $K_{SD}=0,8$.

Загальний коефіцієнт становить:

$$K = 1 \cdot 1,1 \cdot 0,8 \cdot 0,95 \cdot 0,9 \cdot 0,85 \cdot 1,2 = 0,767.$$

Відповідно подача складатиме:

$$S_{o3}=0,74 \cdot 0,77=0,567 \text{ (мм/об);}$$

$$S_{от4}= 0,55 \cdot 0,767=0,421 \text{ (мм/об)}$$

Для чистового розточування поправочні коефіцієнти складають:

- коефіцієнт, що залежить від виду інструментального матеріалу (Т14К8): $K_{SU}=1$;
- коефіцієнт, що враховує механічні властивості оброблюваного матеріалу:

$$K_{sm}=1,2;$$

- коефіцієнт, що залежить від радіуса вершини різця: $K_{sr}=0,8$;
- коефіцієнт, що враховує кінематичний кут в плані: $K_{S\varphi K}=0,95$;
- коефіцієнт, що враховує виліт різця: $K_{Sl}=0,9$;
- коефіцієнт, що враховує квалітет оброблюваної деталі: $K_{SK}=1$.

Загальний коефіцієнт становить:

$$K = 1 \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,95 \cdot 1=0,8208.$$

Відповідно подача складатиме:

$$S_{o5}=0,4 \cdot 0,8208=0,328 \text{ (мм/об).}$$

Швидкість різання визначається за таблицями і складає:

$$V_{тріз1}=108 \text{ м/хв;}$$

$$V_{тріз2}=108 \text{ м/хв;}$$

$$V_{тріз3}=138 \text{ м/хв;}$$

$$V_{\text{різ4}}=148 \text{ м/хв};$$

$$V_{\text{різ5}}=415 \text{ м/хв}.$$

При цьому потужність складає

$$P_1=5 \text{ кВт};$$

$$P_2=5 \text{ кВт};$$

$$P_3=3,7 \text{ кВт};$$

$$P_4=3,4 \text{ кВт}.$$

Але для того щоб врахувати умови в яких виконується процес, вид інструменту і стан деталі введемо поправочні коефіцієнти:

- коефіцієнт, що враховує вид інструментального інструменту: $K_{vi}=1$;
- коефіцієнт, що враховує групу оброблюваності матеріалу: $K_{vc}=1$;
- коефіцієнт, що враховує жорсткість верстату: $K_{vj}=0,75$;
- коефіцієнт, що враховує механічні властивості оброблюваного матеріалу:

$$K_{vm}=1,3;$$

- коефіцієнт, що враховує геометричні параметри різця: $K_{vp}=0,95$;
- коефіцієнт, що враховує період стійкості ріжучої частини інструменту: $K_{vt}=1,1$;
- коефіцієнт, що враховує наявність охолодження (без охолодження): $K_{vж}=0,75$;
- коефіцієнт, що враховує вид обробки для підрізання торцю: $K_{vo}=1$; для

розточування отвору: $K_{vo}=1,2$.

Загальний коефіцієнт складає:

$$K_1=1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1,3 \cdot 0,95 \cdot 1,1 \cdot 0,75=0,7641;$$

$$K_2=1 \cdot 1,2 \cdot 0,75 \cdot 1,3 \cdot 0,95 \cdot 1,1 \cdot 0,75=0,917.$$

Отже, швидкість різання складатиме:

$$V_{\text{різ1}}=108 \cdot 0,7641=82,5 \text{ (м/хв)};$$

$$V_{\text{різ2}}=108 \cdot 0,7641=82,5 \text{ (м/хв)};$$

$$V_{\text{різ3}}=138 \cdot 0,7641=105,5 \text{ (м/хв)};$$

$$V_{\text{тріз4}}=148 \cdot 0,7641=113,1 \text{ (м/хв)};$$

$$V_{\text{тріз5}}=415 \cdot 0,917=380,555 \text{ (м/хв)}.$$

Частота обертання шпинделя визначається за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ [об/хв]}. \quad (2.6)$$

Відповідно отримаємо:

$$n_1=1000 \cdot 82,5 / 3,14 \cdot 52=138,28 \text{ (об/хв)};$$

$$n_2=1000 \cdot 82,5 / 3,14 \cdot 55= 138,28 \text{ (об/хв)};$$

$$n_3=1000 \cdot 105,5 / 3,14 \cdot 52= 176,84 \text{ (об/хв)};$$

$$n_4=1000 \cdot 113,1 / 3,14 \cdot 55= 189,6 \text{ (об/хв)};$$

$$n_5=1000 \cdot 380,555 / 3,14 \cdot 36=637,87 \text{ (об/хв)}.$$

Оскільки на верстаті безступінчаста коробка швидкостей, то приймаємо частоту обертання:

$$n_1=138 \text{ об/хв};$$

$$n_2=138 \text{ об/хв};$$

$$n_3=176 \text{ об/хв};$$

$$n_4=189 \text{ об/хв};$$

$$n_5=637 \text{ об/хв}.$$

Хвилинна подача визначається за формулою:

$$S_M = n \cdot S_O \text{ [мм/хв]} \quad (2.7)$$

В даному випадкові отримаємо:

$$S_{M1}=138 \cdot 1,067=147,246 \text{ (мм/хв)};$$

$$S_{M2}=138 \cdot 1,067=147,246 \text{ (мм/хв)};$$

$$S_{m3}=176\cdot0,567=99,792 \text{ (мм/хв)};$$

$$S_{m4}=189\cdot0,421=79,569 \text{ (мм/хв)};$$

$$S_{m5}=637\cdot0,328=208,936 \text{ (мм/хв)}.$$

Аналогічно проводяться розрахунки для операції 010. Отримані результати заносимо до таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Режими різання на операції 010

Перехід	Глибина, мм	Таблична подача, мм/об	Прийнята подача, мм/об	Таблична швидкість різання, м/хв	Прийнята швидкість різання, м/хв	Частота обертання шпинделя, об/хв	Потужність різання	Хвилинна подача
1 Точіння попереднє	2,2	0,97	1,067	108	82,5	138	5	147,2
2 Точіння остаточне	2,2	0,97	1,067	108	82,5	138	5	147,2
3 Розточування отвору попереднє	2,2	0,74	0,567	138	105,5	176	3,7	99,79
4 Розточування отвору попереднє	1,1	0,55	0,421	148	113,1	189	3,4	79,57

2.3.7 Визначення технічних норм часу на операції

Для наближених розрахунків скористаємося укрупненими нормативами.

Таблиця 2.9 – Основний час маршруту механічної обробки першого варіанту

Назва переходу, операції	Основний час на виконання переходу, to, хв.			
	Формула			Результат
		d	l	
1	2	3	4	5
Точити поверхню 1 попередньо	0,17dl	100	9	0,153
Точити поверхню 1 остаточно	0,2dl	100	9	0,180
Розточити отвори попередньо	0,21dl	42	7	0,062
	0,21dl	32	40	0,269
6 Розточити отвори остаточно	0,3dl	42	7	0,088
	0,3dl	32	40	0,384

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4	5
7 Центрувати отвір 5	0,52dl	5	5	0,013
8 Свердлити отвір 5	0,52dl	8	19	0,079
Всього				1,287
010				
2 Точити торець 1 попередньо	0,17dl	52	20	0,177
	0,17dl	55	16	0,150
3 Точити торець 1 остаточно	0,2dl	52	20	0,208
	0,2dl	55	16	0,176
4 Розточити отвори 5 попередньо	0,21dl	40	14	0,118
	0,21dl	36	20	0,151
5 Точити канавку	0,21dl	36	20	0,32
6 розточити отвори 4,5 остаточно	0,3dl	40	14	0,168
	0,3dl	36	20	0,216
6 Центрувати 4 отвори 6	0,52dl	5	5	0,052
7 Свердлити 4 отвори 7	0,52dl	11	47	1,075
8 Цекувати 4 отвори 7	4l	18	20	0,320
Всього				2,811

Штучно-калькуляційний час можна визначити згідно формули:

$$t_{\text{шт}} = t_o \cdot \varphi_k [\text{хв.}] \quad (2.8)$$

Аналогічно визначається штучно-калькуляційний час для усіх інших операцій, дані заносимо до таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Штучно-калькуляційний час

№ операцій	Основний час t_o , хв	Коефіцієнт φ_k	Штучний час $t_{\text{шт}}$, хв
005	1,287	1,3	1,51
010	1,447	1,3	1,69

3 РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ ДІЛЬНИЦІ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

3.1 Розрахунок приведеної програми

Приведена програма може бути розрахована за формулою [1]:

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

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

K_{npi} – коефіцієнт приведення по кожному з найменувань деталей, що зібрані у групу;

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

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

Для визначення коефіцієнтів K_1 , K_2 , K_3 скористаємося даними табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Розрахунок приведеної програми

Номер виробу	Річний випуск	Маса одного виробу	Коефіцієнти приведення			K_{npi}	N_{npi} , шт.
			K_1	K_2	K_3		
Розрахунковий представник	8000	4,45	1	1	1	1	8000
Корпус 1.00	7200	5,3	1,06	1,1	1,24	1,44	10368
Корпус 2.00	9200	3,8	0,94	0,88	1,36	1,12	10304
Корпус 3.00	8500	4,8	1,02	0,94	0,57	0,54	4590
Всього							33262

Розрахуємо коефіцієнт приведення за масою K_1 :

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

де m_i – маса деталі розглядуваного виробу; $m_{p,np}$ – маса розрахункового представника.

Таким чином коефіцієнт K_1 :

$$\text{- для 1-го виробу } K_{11} = \sqrt[3]{\left(\frac{m_1}{m_{p,np}}\right)} = \sqrt[3]{\left(\frac{5,3}{4,45}\right)} = 1,06;$$

$$\text{- для 2-го виробу } K_{12} = \sqrt[3]{\left(\frac{m_2}{m_{p,np}}\right)} = \sqrt[3]{\left(\frac{3,8}{4,45}\right)} = 0,94;$$

$$\text{- для 3-го виробу } K_{13} = \sqrt[3]{\left(\frac{m_3}{m_{p,np}}\right)} = \sqrt[3]{\left(\frac{4,8}{4,45}\right)} = 1,02.$$

Коефіцієнт приведення по серійності K_2 визначається за формулою:

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

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

Таким чином, коефіцієнт K_2 складатиме:

$$\text{- для 1-го виробу } K_{21} = \left(\frac{N_{np}}{N_i}\right)^{0,9} = \left(\frac{8000}{7200}\right)^{0,9} = 1,1;$$

$$\text{- для 2-го виробу } K_{21} = \left(\frac{N_{np}}{N_i}\right)^{0,9} = \left(\frac{8000}{9200}\right)^{0,9} = 0,88;$$

$$\text{- для 3-го виробу } K_{21} = \left(\frac{N_{np}}{N_i}\right)^{0,9} = \left(\frac{8000}{8500}\right)^{0,9} = 0,94.$$

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

$$K_3 = K_1 \cdot K_2 = \left(\frac{K_{Ti}}{K_{Tnp}}\right)^{a_1} \cdot \left(\frac{Ra_i}{Ra_{Tnp}}\right)^{a_2}, \quad (3.5)$$

де K_{Ti} і K_{Tnp} – середні значення квалітетів точності відповідно i -го виробу та розрахункового представника;

Ra_i, Ra_{np} – 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 3.1.

Тоді значення загального коефіцієнта приведення K_{npi} для кожного виробу:

- для 1-го виробу $K_{np1} = 1,06 \cdot 1,1 \cdot 1,24 = 1,44$;

- для 2-го виробу $K_{np2} = 0,94 \cdot 0,88 \cdot 1,36 = 1,12$;

- для 3-го виробу $K_{np3} = 1,02 \cdot 0,94 \cdot 0,57 = 0,54$.

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

Проведемо розрахунок кількості верстатів, що виконується за наступною формулою:

$$C_p = \frac{T_{шт-к} \cdot N_{np}}{60 \cdot \Phi_d}, \quad (3.6)$$

де N_{np} – приведена річна програма випуску деталей, шт.;

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

Φ_d – дійсний фонд часу роботи обладнання, год.

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

Таблиця 3.2 – Норми часу

Верстат	T_o , хв.	$T_{шт-к}$, хв.
1П420ПФ40	1,287	1,673
1П420ПФ30	1,447	1,881

Підставивши значення в формулу (3.6), отримаємо:

- для 1П420ПФ40:

$$C = \frac{10368 \cdot 1,673}{60 \cdot 2040} = 0,14, C_{np} = 1;$$

- для 1П420ПФ30:

$$C = \frac{10368 \cdot 1,881}{60 \cdot 2040} = 0,16, C_{np} = 1.$$

Коефіцієнт завантаження знаходиться за формулою:

$$\eta_3 = \frac{C_p}{C_{np}}, \quad (3.7)$$

де C_p – розрахункова кількість верстатів; C_{np} – прийнята кількість верстатів.

Коефіцієнт використання за основним часом:

$$\eta_{осн} = \frac{T_{осн}}{T_{нмт-к}}. \quad (3.8)$$

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	0,14	1	0,14	0,15	0,769	0,769
010	Токарна з ЧПК	0,16	1	0,16		0,769	

Побудова графіків завантаження обладнання

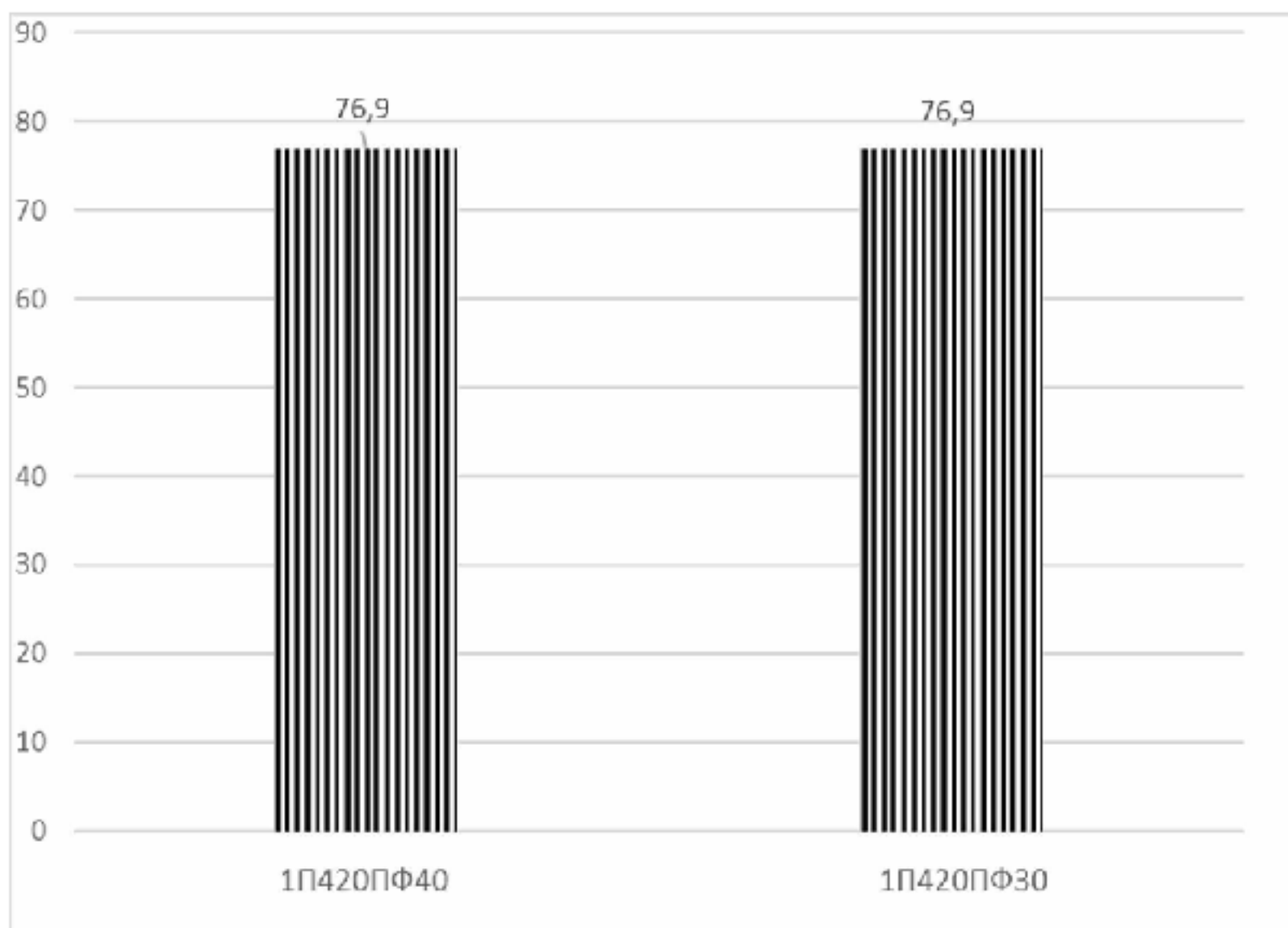


Рисунок 3.1 – Графік завантаження верстатів

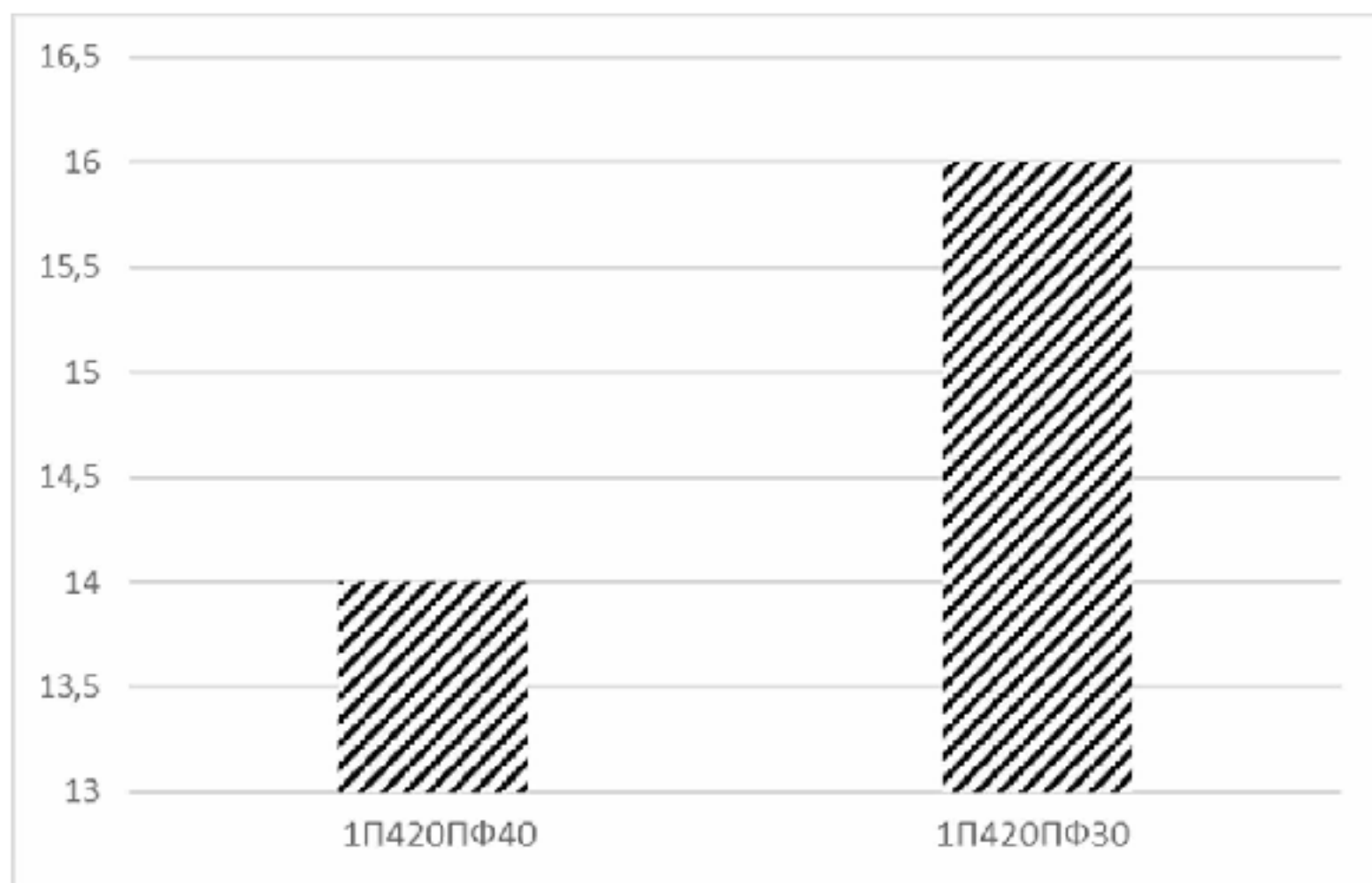


Рисунок 3.2 – Графік використання верстатів за основним часом

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:

$$P = \frac{\Phi_{\partial} \cdot C_{np} \cdot \eta_3 \cdot \eta_{осн}}{\Phi_p \cdot K_m}, \quad (3.9)$$

де C_{np} – 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_{∂} – ефективний фонд роботи верстата, год.;

K_m – коефіцієнт багатоверстатного обслуговування, $K_m = 1,0 \dots 2,2$;

η_3 – коефіцієнт завантаження обладнання;

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

Так кількість верстатників на операції 005 складає:

$$P_{005} = \frac{1 \cdot 2040 \cdot 0,14 \cdot 0,769}{1860 \cdot 1} = 0,11.$$

Так кількість верстатників на операції 010 складає:

$$P_{010} = \frac{1 \cdot 2040 \cdot 0,16 \cdot 0,769}{1860 \cdot 1} = 0,13.$$

Приймаємо 1 верстатника. Результати розрахунків записуємо до табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Кількість робітників-верстатників

№ оп.	Назва операції	$C_{пр}$	η_z	$\eta_{осн}$	K_m	P_i , чол.	$P_{пр}$, чол.
005	Багатоцільова з ЧПК	1	0,14	0,769	1	0,11	1
010	Токарна з ЧПК	1	0,16	0,769	1	0,13	1

Так як, на 005-010 операціях робітники повністю не завантажені, то потрібно довантажити їх роботою з іншими деталями.

Згідно з таблицею 3.4 сума всіх основних робочих – 2 чол.

Кількість допоміжних робітників:

$$P_{др} = (0,2 \dots 0,25) \cdot 2 = 0,4 \dots 0,5.$$

Приймаємо 1 допоміжного робітника, який має обслуговувати іншу дільницю.

Кількість ІТР:

$$P_{ІТР} = (0,16 \dots 0,22) \cdot 2 = 0,32 \dots 0,44.$$

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

Кількість службовців:

$$P_{скп} = (0,009 \dots 0,019) \cdot 2 = 0,018 \dots 0,036.$$

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

Кількість молодшого обслуговуючого:

$$P_{моп} = 0,02 \cdot (2+1+1+1) = 0,1.$$

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

Отримані дані занесемо до таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Відомість про склад працюючих на дільниці, чол.

Категорії працюючих	Спосіб визначення	Розрахункова кількість	Прийнята кількість
Основні робітники-верстатники	розрахунок	2	2
Допоміжні робітники	20...25%	0,4...0,5	1
ІТР	16...22%	0,32...0,44	1
СКП	0,9...1,9%	0,018...0,036	1
МОП	2%	0,1	1

Отже, для реалізації запропонованого маршруту механічної обробки на виробничій дільниці необхідно встановити два металорізальні верстати, обслуговуваних чотирма основними працівниками. Додатково, для підтримки безперебійної роботи дільниці, потрібно ще чотири допоміжні робітники. Проведені розрахунки підтверджують, що застосування цього технологічного процесу дозволяє виготовити деталь з показниками точності, що відповідають вимогам кресленика.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Історично склалося так, що охорона праці як галузь науки з'явилась на стику соціально-правових, технічних та медичних наук, науки про людину. Так як головним об'єктом охорони праці є саме людина під час трудової діяльності, то при розробці норм виробничої санітарії застосовуються результати досліджень низки біологічних та медичних дисциплін.

Завданням розділу є проведення атестації робочого місця за умовами праці, яке знаходиться в приміщенні, що зв'язане з напрямком майбутнього спеціаліста після закінчення вищого навчального закладу.

4.1 Причини виникнення, дія на організм людини та нормування шкідливих та небезпечних виробничих чинників у виробничому приміщенні

При роботі в даному приміщенні, виникає низка небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які класифікуються за [1].

Вказане приміщення характеризується небезпечними та шкідливими виробничими факторами фізичної, хімічної, біологічної та психофізіологічної груп [1, 2], які класифікуються таким чином:

1) Фізичні небезпечні і шкідливі виробничі фактори: підвищений рівень інфразвуку, шуму, ультразвуку та вібрації; підвищений рівень електромагнітних випромінювань; понижена або підвищена температура, вологість і рухливість повітря робочої зони; підвищена інтенсивність теплового випромінювання; недостатність або відсутність природного освітлення; недостатня освітленість робочої зони.

2) Хімічні небезпечні і шкідливі фактори – шкідливі хімічні речовини.

3) Біологічні небезпечні і шкідливі виробничі фактори – відсутні.

4) Психофізіологічні небезпечні і шкідливі виробничі фактори:

а) фізичні перевантаження – відсутні.

б) нервово-психічні перевантаження: перенапруження аналізаторів; монотонність праці.

Вкажемо імовірні підстави виникнення цих факторів та коротко опишемо їхню дію на організм працівника, оформивши їх в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Причини виникнення НШВФ та їхня дія на організм людини

НШВФ	Причини виникнення	Дія на організм людини
Підвищений рівень шуму і вібрації	наявність рухомих частин технологічного обладнання	швидка стомленість працюючого, погіршення слуху, нервові розлади
Підвищений рівень інфразвуку	інфразвукові складові, що як правило, присутні у спектрі шуму, який генерується промисловими установками і транспортними засобами	може викликати нездужання типу морської хвороби, нервову втому
Підвищений рівень ультразвуку	супутній фактор при експлуатації технологічного і вентиляційного устаткування	функціональні порушення нервової системи, головний біль, зміну тиску, складу і властивостей крові, втрату слухової чутливості, підвищену втомлюваність
Підвищений рівень електромагнітних випромінювань радіочастотного діапазону	вимірювальні та контролюючі пристрої, дослідницькі установки, а також ЕОМ	може викликати при постійному впливові стійкі функціональні зміни у центральній нервовій та серцево-судинній системах, а при тривалому впливі – сонливість, порушення сну, зниження кров'яного тиску, зміну температури тіла тощо
Підвищений рівень електромагнітних випромінювань промислової частоти	будь-які електроустановки та струмоведучі частини промислової частоти	може викликати злоякісні пухлини. Найбільш сильна дія цих полів виявляється на відстані до 30 см від екрана. Не меншої інтенсивності досягають ці поля із задньої сторони дисплея (джерело рядковий трансформатор) – їхній шкідливий вплив поширюється на відстань до 0,7-1 м

Понижена або підвищена температура повітря робочої зони	спричиняється тим, що при роботі ЕОМ утворене тепле повітря видують назовні із системного блоку спеціальні вентилятори. Це приводить до підвищення температури в приміщенні	тепловий удар, який супроводжується втратою свідомості, блювотою, судомами
Понижена або підвищена відносна вологість повітря робочої зони	різна кількість води, що випаровується у приміщенні, метеорологічні умови поза приміщенням	зменшення або збільшення тепловіддачі організмом людини, що сприяє його перегріванню або переохолодженню
Понижена або підвищена рухливість повітря робочої зони	нераціональні параметри системи вентиляції або її відсутність	порушення реакції терморегуляції організму працівника
Підвищена інтенсивність теплового випромінювання	тепло, що потрапляє у виробниче приміщення від обладнання, опалювальних приладів, людей тощо	підвищення температури повітря в приміщенні вище допустимих меж
Недостатність або відсутність природного освітлення	відсутність або недостатні розміри віконних проїм	приводить до напруження зору, послабляє увагу, приводить до настання передчасної стомленості
Недостатня освітленість робочої зони	відсутність або недостатність природного освітлення, нераціональне розташування світильників та ламп штучного освітлення та ін.	важкі травми і смертельні випадки на виробництві
Шкідливі хімічні речовини в повітрі робочої зони	у приміщеннях із ПК оператори підпадають впливу пилу, що притягається до працівника і дуже наелектризованого устаткування	пил може бути вибухонебезпечним. Нижній поріг вибухонебезпечної концентрації зернового пилу в повітрі складає 40 г/м ³ .

Перенапруження аналізаторів	інтенсивна робота за ЕОМ	різка втома очей працівника і навіть погіршення зору
Монотонність праці	одноманітність роботи працюючого	викликає у працюючого переоцінку тривалості робочого часу

Обґрунтуємо вибір нормованих значень шкідливих та небезпечних виробничих факторів.

Відповідно до [3] для такої шкідливої речовини, як пил зерновий, визначаємо, що вона відноситься до 2-го класу безпеки і має $\Gamma_{ДК} = 4 \text{ мг/м}^3$.

Враховуючи вид вібрації – локальна, встановлюємо нормований еквівалентний рівень віброприскорення 76 дБ [4].

Враховуючи призначення приміщення – виготовлення і вид шуму – постійний, встановлюємо нормований еквівалентний рівень шуму 80 дБА [5].

Відповідно до рекомендацій [9] нормований загальний рівень інфразвуку 110 дБ, нормований рівень ультразвуку 110 дБ.

При частоті електричного поля радіочастотного діапазону 36,808 МГц нормована напруженість електричного поля восьмигодинного робочого дня складає 10 В/м згідно з [6].

Нормована напруженість електричного поля промислової частоти для восьмигодинного робочого дня складає 5 кВ/м [6].

За показником енерговитрат 139 Вт згідно з [7] встановлюємо категорію важкості робіт за фізичним навантаженням – Іа, для якої в холодний період року для постійних робочих місць допустима температура повітря становить 21...25 °С, допустима швидкість руху повітря 0,1 м/с, а допустима відносна вологість повітря не більше ніж 75 %. Інтенсивність теплового випромінювання не повинна перевищувати 140 Вт/м².

Враховуючи найменший розмір об'єкта розрізнення 0,54 мм, вибираємо розряд зорових робіт – 4, для якого нормоване КПО для бокового освітлення складає 1,5 % [8].

Оскільки приміщення знаходиться в м. Вінниця (2-га група забезпеченості природним світлом), а вікна орієнтовані за азимутом 204°, то для таких умов нормоване КПО перераховуватиметься за формулою [8]:

$$e_N = e_n m_N [\%]; \quad (4.1)$$

$$e_N = 1,5 \cdot 0,85 = 1,28 (\%),$$

де e_n – табличне значення КПО для бокового освітлення, %;

m_N – коефіцієнт світлового клімату;

N – номер групи забезпеченості природним світлом.

Враховуючи співвідношення контрасту (середній) та фону (світлий), вибираємо підрозряд зорових робіт – г, в межах якого встановлюємо нормовану освітленість для загального штучного освітлення – 200 лк.

4.2 Карта умов праці

Карта умов праці необхідна для здійснення атестації робочого місця. Атестацію робочих місць виконують за результатами комплексного обстеження і оцінки характеру та умов праці.

4.2.1 Оцінка факторів трудового та виробничого процесів

Оцінку стану робочого місця за умовами праці виконують з урахуванням впливу на працівників усього комплексу факторів трудового процесу і виробничого середовища, передбачених Гігієнічною класифікацією праці [9]. Таблиця 4.2 містить оцінку факторів виробничого і трудового процесів.

Таблиця 4.2 – Оцінка факторів виробничого і трудового процесів

Номер	Фактори виробничого середовища і трудового процесу	Нормативне значення (ГДР, ГДС)		Фактичне значення	Ступені 3-го класу: шкідливі умови і характер праці		
		ни-жис	вер-хис		І	ІІ	ІІІ
1	Шкідливі хімічні речовини:						
	1-й клас небезпеки		—	—			
	2-й клас небезпеки		4	9,53	+		
	3-й, 4-й класи небезпеки		—	—			
2	Вібрація		76	53			
3	Шум		80	88	+		
4	Інфразвук		110	83			
5	Ультразвук		110	44			
6	Неіонізуючі випромінювання:						
	- радіочастотний діапазон		10	78	I		
	- діапазон промислової частоти		5	4,5			
	- оптичний діапазон		0,0	0			
7	Мікроклімат у приміщенні:						
	- температура повітря, °С	21	25	27			
	- швидкість руху повітря, м/с		0,1	1		+	
	- відносна вологість повітря, %		75	63			
	- інтенсивність теплового випромінювання, Вт/м ²		140	862		I	
8	Виробниче освітлення:						
	- розряд зорових робіт	4		4			
	- КЦО для природного освітлення, %	1,28		2,5			
	- освітленість для штучного освітлення, лк	200		510			
	Кількість факторів	—	—	—	3	2	0

4.2.2 Гігієнічна оцінка умов праці

Підвищена концентрація шкідливої хімічної речовини 2-го класу небезпеки – 1 ст.

Підвищений рівень шуму – 1 ст.

Підвищений рівень неіонізуючих випромінювань радіочастотного діапазону – 1 ст.

Підвищена швидкість руху повітря в холодний період року – 2 ст.

Підвищена інтенсивність теплового випромінювання – 2 ст.

4.2.3 Оцінка технічного й організаційного рівня

Технічний рівень робочого місця не відповідає нормативним вимогам.

4.2.4 Атестація робочого місця

Робоче місце атестовано за другим ступенем шкідливості.

4.2.5 Рекомендації щодо покращення умов праці

З метою забезпечення чистоти повітря робочої зони потрібно доповнити природну вентиляцію механічною.

Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні потрібно проводити постійне змащування підшипників вентиляторів системи вентиляції.

Для забезпечення допустимих параметрів неіонізуючих випромінювань радіочастотного діапазону в приміщенні потрібно екранувати джерела випромінювання.

З метою забезпечення допустимих параметрів інтенсивності теплового випромінювання в приміщенні доцільно застосувати механічну загальнообмінну вентиляцію.

4.3 Пожежна безпека

Мінімальні межі вогнестійкості конструкцій приміщення, що розглядається наведені в таблиці Х.3. В таблиці Х.4 приведено протипожежні норми проектування будівель і споруд.

Таблиця 4.3 – Значення мінімальних меж вогнестійкості приміщення [10]

Ступінь вогнестійкості будівлі	Стіни				Колони	Східчасті майданчики	Плити та інші несучі конструкції	Елементи покриття	
	Несучі та східчасті клітки	Самонесучі	Зовнішні несучі	Перегородки				Плити, прогони	Балки, ферми
5	не нормується								

Таблиця 4.4 – Протипожежні норми проектування будівель і споруд [11]

Об'єм приміщення, тис. м ³	Категорія пожежної небезпеки	Ступінь вогнестійкості	Відстань, м, при щільності людського потоку в загальному проході, осіб/м ²			Кількість людей на 1 м ширини евакуиходу	Відстань між будівлями та спорудами, м, для ступеня їх вогнестійкості			Найбільша кількість поверхів	Площа поверху в межах пожежного відсіку, м ² , для числа поверхів		
			до 1	2-3	4-5		I,II	III	IV,V		1	2	3 і більше
до 15	Д	5	120	70	50	130	12	15	18	2	2600	1500	—

Висновки до розділу

В результаті виконання цього розділу було опрацьовано такі питання охорони праці, як аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів у виробничому приміщенні; карта умов праці; заходи щодо покращення умов праці, а також наведено норми пожежної безпеки.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи розроблено раціональний технологічний процес механічної обробки заготовки деталі типу «Гільза пневмоциліндра», яка є базовою корпусною деталлю пневматичного пристрою. Проведено аналіз конструкції деталі, визначено ключові базові та виконавчі поверхні, що забезпечують точність і функціональність готового виробу.

Обґрунтовано вибір способу виготовлення заготовки литтям у піщано-глинисті форми як найбільш економічно доцільного. Розроблено дві операції механічної обробки з використанням сучасного високопродуктивного обладнання – токарних верстатів з числовим програмним керуванням. Визначено раціональні бази для закріплення заготовки, що дозволило забезпечити необхідну точність обробки.

Виконано розмірно-точнісне моделювання, розраховано технологічні розміри, припуски, розроблено карту налагоджень для операції 010. У розділі організації виробництва визначено кількість обладнання, працівників, побудовано графіки завантаження, а також проаналізовано питання охорони праці на ділянці.

Результати роботи свідчать про технічну і економічну доцільність запропонованого технологічного процесу та його відповідність умовам великосерійного виробництва.

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

20. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. URL: http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.
21. 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.
22. ДСТУ 2293-99. Охорона праці. Терміни і визначення.
23. Віштак І. В. Охорона праці в галузях механічної інженерії та транспорту : навчальний посібник / І. В. Віштак, О. В. Березюк. – Вінниця : ВНТУ, 2023. – 195 с.
24. Міністерство охорони здоров'я України. Наказ № 1596 від 14.07.2020 "Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони". – 81 с.
25. ДСН 3.3.6.039-99. Санітарні норми виробничої та загальної вібрацій.
26. ДСН 3.3.6-037-99. Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
27. ДСанПіН 3.3.6-096-2002. Санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів.
28. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
29. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.
30. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи "Атестація робочих місць за умовами праці" з дисципліни "Охорона праці в галузі" для студентів усіх спеціальностей / Уклад. О.В. Березюк, М.С. Лемешев. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 21 с.
31. ДБН В.1.1.7–2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
32. СНиП 2.09.02-85. Протипожежні норми проектування будівель і споруд.

Додаток А (обов'язковий)

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва роботи: Технологічний процес механічної обробки заготовки
деталі типу «Гільза пневмоциліндра»

Тип роботи: бакалаврська кваліфікаційна робота
(бакалаврська кваліфікаційна робота / магістерська кваліфікаційна робота)

Підрозділ кафедра ТАМ, ФМТ, гр. 1ПМ-216
(кафедра, факультет, навчальна група)

Коефіцієнт подібності текстових запозичень, виявлених у роботі
системою StrikePlagiarism 35,50 %

Висновок щодо перевірки кваліфікаційної роботи (відмітити потрібне)

+ Запозичення, виявлені у роботі, є законними і не містять ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації. Роботу прийняти до захисту.

У роботі не виявлено ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації, але надмірна кількість текстових запозичень та/або наявність типових розрахунків не дозволяють прийняти рішення про оригінальність та самостійність її виконання. Роботу направити на доопрацювання.

У роботі виявлено ознаки плагіату та/або текстових маніпуляцій як спроб укриття плагіату, фабрикації, фальсифікації, що суперечить вимогам законодавства та нормам академічної доброчесності. Робота до захисту не приймається.

Експертна комісія:

Леонід КОЗЛОВ, завідувач кафедри ТАМ, гарант ОПП
(ім'я, прізвище, посада) (підпис)

Дмитро ЛОЗІНСЬКИЙ, доцент кафедри ТАМ
(ім'я, прізвище, посада) (підпис)

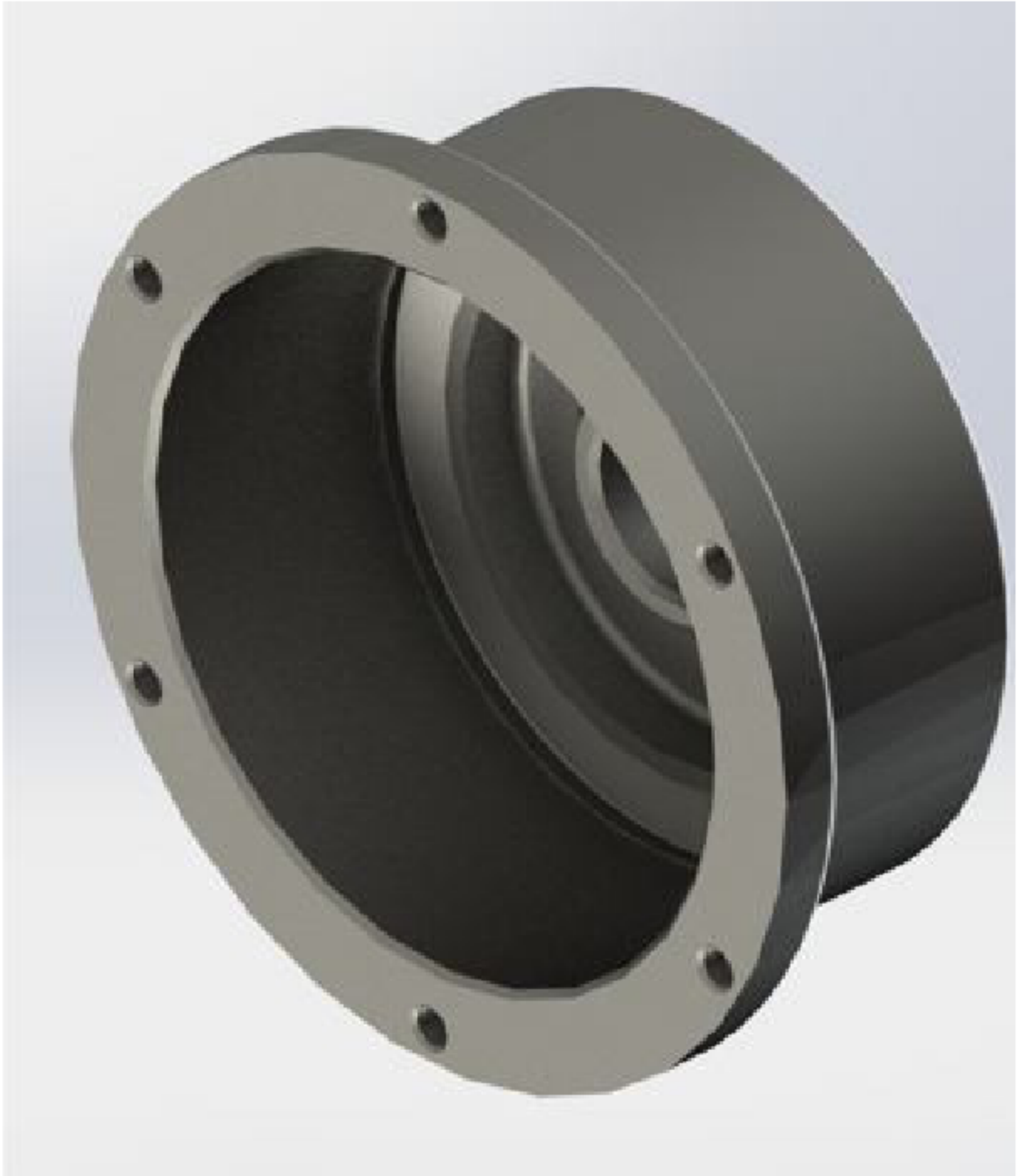
Особа, відповідальна за перевірку _____ Дмитро ЛОЗІНСЬКИЙ
(підпис) (ім'я, прізвище)

З висновком експертної комісії ознайомлений(-на)

Керівник _____ Олександр ДЕРІБО, професор кафедри ТАМ
(підпис) (ім'я, прізвище, посада)

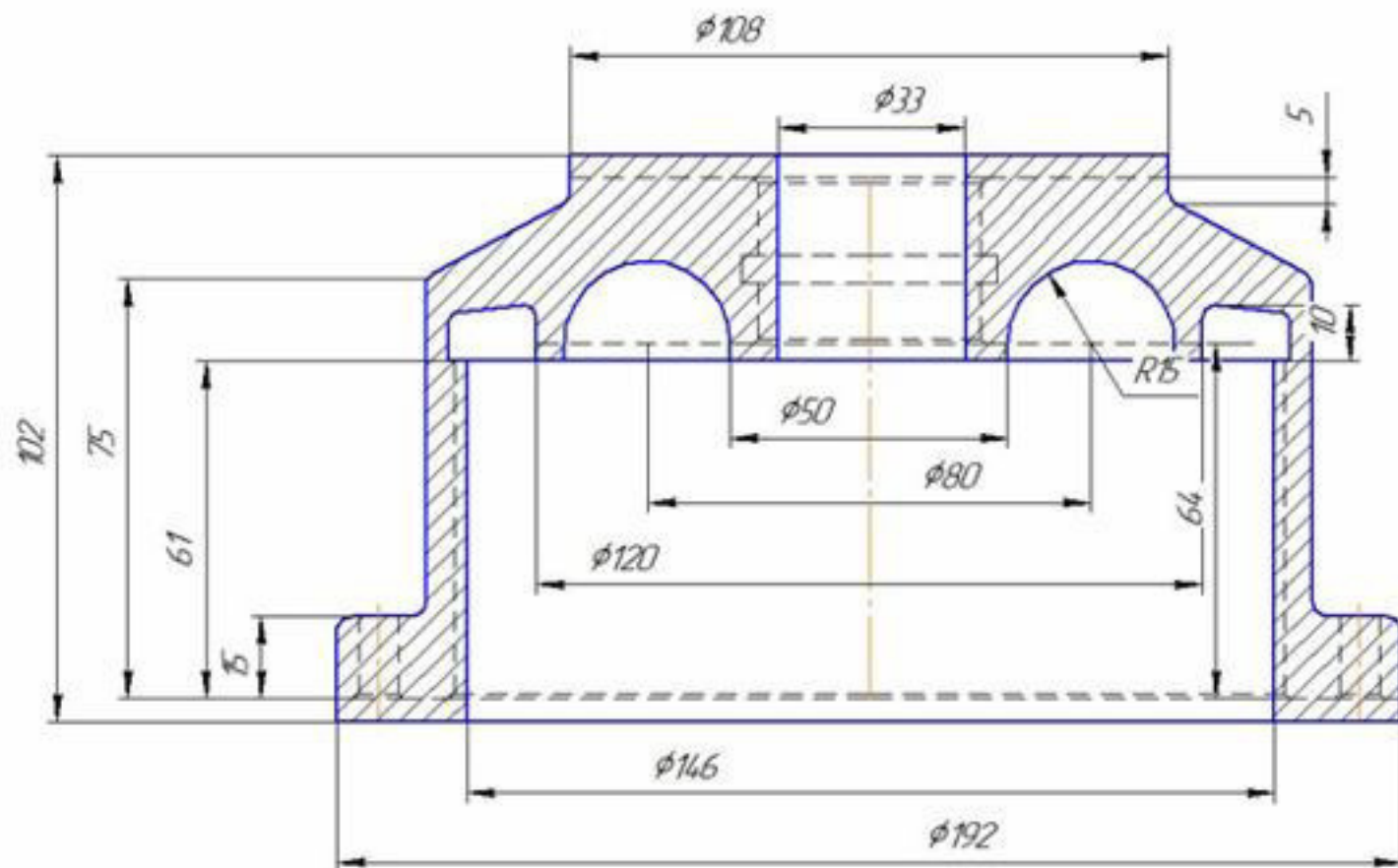
Здобувач _____ Богдан ДАВЛЯТОВ
(підпис) (ім'я, прізвище)

Додаток Б (Графічна частина)



 Ra 50

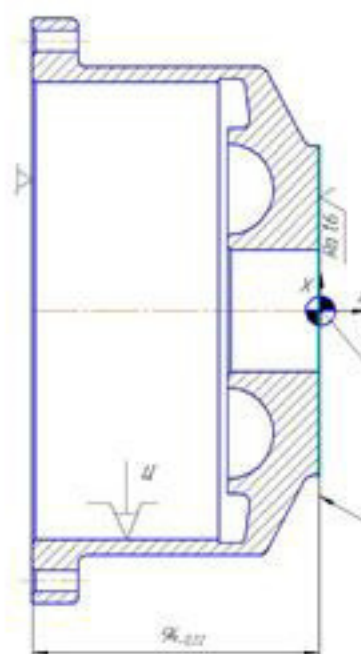
08-64.БКР.011.00.300



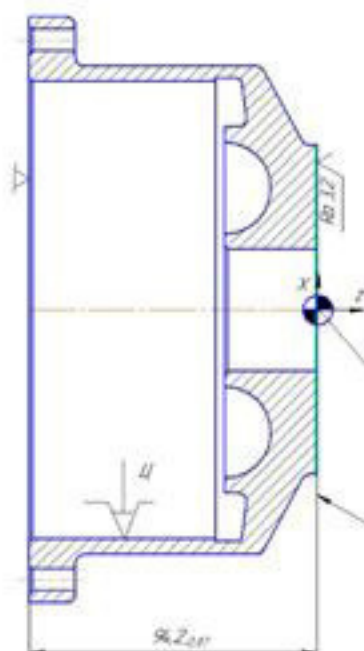
- 1) Клас точності розмірів – 9, клас точності маси – 9т, ступінь жолоблення елементів – 7, ряд припусків на механічну обробку – 6.
- 2) Неказані радіуси заокруглень R5.
- 3) На необроблених поверхнях допускаються раковини до 2мм і глибиною не більше 0,9мм.
- 4) Неказані формовочні нахили 14°2' 1°13'

					08-64.БКР.011.00.300		
Лист	№ докум.	Лист	Дата	Гільза Пневмоциліндра (Заготовка)	Лист	Маса	Маси тов.
						2,8	11
					Лист	Листов	1
					Ст45л ГОСТ 1050-88 Група 1ПМ-216		
Нконтр	Латисний						
Чит	Казов						
Копіюваль					Формат А3		

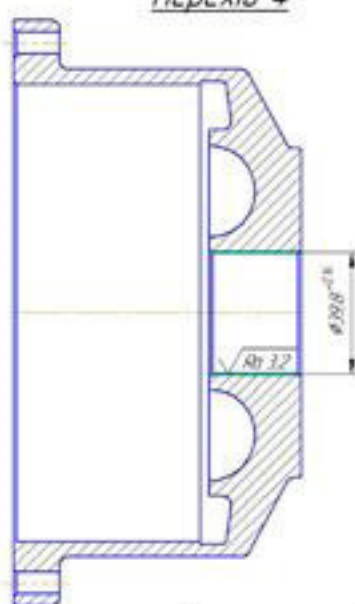
Перехід 2



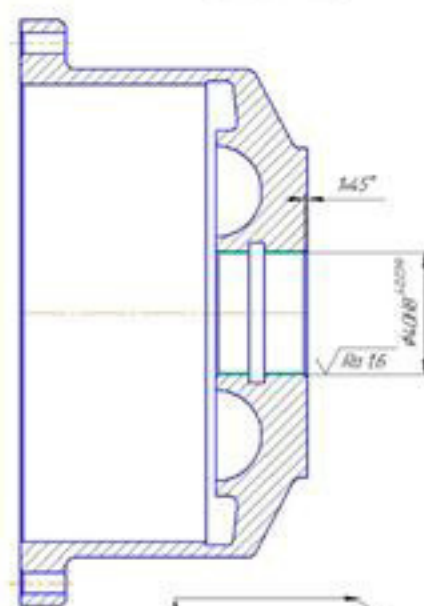
Перехід 2



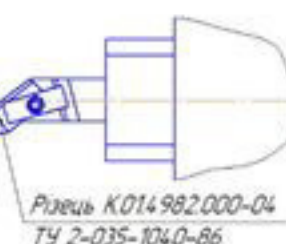
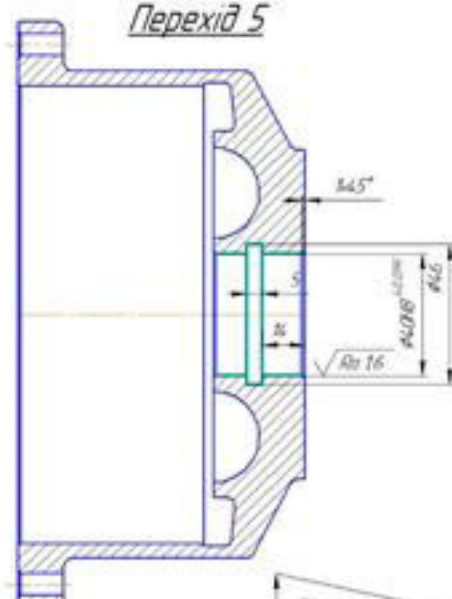
Перехід 4



Перехід 6



Перехід 5



010	6	Расчетный отбор остальных	295	0,15	623	0,9	
	5	Расчетный каньон	240	0,05	574	0,06	
	4	Расчетный отбор поперечных	289	0,1	665	0,1	
	3	Точка тория 1	283	0,4	474	0,12	
	2	Точка тория 1	240	1,1	695	0,3	
№ отра.	№ пар.	Точка-реда- кция з ЧК	ТК/ТМ/ТЗ	V, м/с	L, м	n, об/с	S, м²/с
			параметр	Результат измерения			
			08-64.БКР.011.00.300				
			Карта налогообжень				11
			Группа ИТМ-216				

Графіки завантаженні обладнанням

