

Вінницький національний технічний університет

(назва закладу вищої освіти (назва факультету))

Факультет машинобудування та транспорту

(назва закладу вищої освіти, назва факультету (відділення))

Кафедра технологій та автоматизації машинобудування

(назва кафедри (громадської організації, підприємства, організації))

Бакалаврська кваліфікаційна робота

на тему:

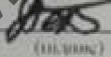
«ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗАГОТОВКИ ДЕТАЛІ
ТИПУ «КРИШКА АВТО»

Виконав: студент 4 курсу, групи ПМ-216

спеціальності 131 – Прикладна

механіка

(назва спеціальності (напрямку, спеціалізації, спеціалізації))


(підпис)

Ярослав ПЕЛЮХ

(Ім'я та прізвище)

Керівник: к.т.н., доцент каф. ТАМ

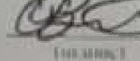

(підпис)

Ольга СЕРДЮК

(Ім'я та прізвище)

« 06 » 06 2025 р.

Рецензент: к.т.н., доц. каф. АТМ


(підпис)

Зайерний В.Г.

(Ім'я та прізвище)

« 13 » 06 2025 р.

Допущено до захисту

Зав. кафедри

« 9 » 06 2025 р.

Вінниця ВНТУ - 2025 рік

Вінницький національний технічний університет

Факультет машинобудування та транспорту

(назва факультету)

Кафедра технологій та автоматизації машинобудування

(назва кафедри)

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Галузь знань – 13 Механічна інженерія

(кодифікована)

Спеціальність – 131 – «Прикладна механіка»

(кодифікована спеціальність)

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

(назва освітньо - професійної програми)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

д.т.н., професор Козлов Л.І.

« 20 » 03 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Пелюх Ярослав Ігорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологічний процес механічної обробки заготовки деталі типу «Кришка АВ.12»

Керівник роботи Сердюк Ольга Валентинівна, к.т.н.

(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 16.06.25р.

3. Вихідні дані до роботи Креслення деталі: Кришка АВ.12

Матеріал: СЧ18 ГОСТ 14.12-85

Програма випуску: 3500мб

4. Зміст текстової частини

1. Аналіз методів виготовлення та обробки заготовок деталей типу Кришка АВ.12

2. Розробка технологічного процесу обробки

3. Розрахунок елементів ділянки механічної обробки

4. Охорона праці

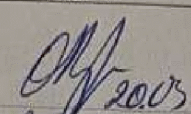
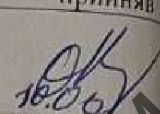
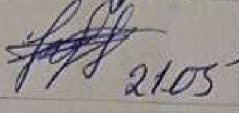
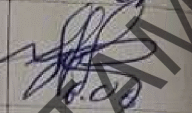
5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
робоче креслення деталі;

робоче креслення заготовки;

маршрут механічної обробки деталі;

розмірний аналіз технологічного процесу;

6. Консультанти розділів роботи

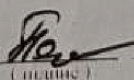
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
Спеціальна частина	Ольга СЕРДЮК, доцент кафедри ТАМ	 20.03	 18.06.25
Охорона праці	Олександр Попішук професор кафедри БЖДПБ	 21.05	 18.06

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 кваліфікаційної роботи (БКР)	18.03.25р	20.03.24р	визн
	Виконання спеціальної частини БКР. Перший рубіжний контроль виконання БКР	22.04.25р	25.04.25р	визн
	Виконання спеціальної частини БКР. Другий рубіжний контроль виконання БКР	26.05.25р	28.05.25р	визн
	Виконання розділу «Охорона праці»	26.05.25р	06.06.25р	визн
	Перевірка на антиплагіат	05.06.25р	09.06.25р	визн
	Нормоконтроль БКР	09.06.25р	10.06.25р	визн
	Попередній захист БКР	10.06.25р	11.06.25р	визн
	Рецензування БКР	12.06.25р	13.06.25р	визн
	Захист БКР	17.06.25р.	19.06.25р.	визн

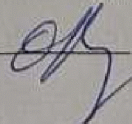
Студент


(підпис)

Пелюх

(Ім'я та прізвище)

Керівник роботи



Ольга СЕРДЮК

АНОТАЦІЯ

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з 84 сторінок формату А4, на яких є 22 рисунків, 12 таблиць, список використаних джерел містить 22 найменувань.

В бакалаврській дипломній роботі спроектовано технологічний процес механічної обробки деталі типу “ Кришка АВ.12”.

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

Проведені розрахунки окремих елементів дільниці механічної обробки, а саме визначено приведену програму, розраховано кількість верстатів та робітників на дільниці.

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

Ключові слова: кришка, технологічний процес, заготовка, механічна обробка, розмірний аналіз, планіровка, дільниця механічної обробки.

ABSTRACT

The bachelor's qualification work consists of 84 pages of A4 format, on which there are 22 figures, 12 tables, the list of used sources contains 22 names.

In the bachelor's diploma work, a technological process for mechanical processing of a part of the type “Cover AB.12” is designed.

In the work, an analysis of the manufacturability of the part design is performed, a method for obtaining a workpiece is selected taking into account the technical and economic comparison of options, calculations of allowances for processing are performed, a technological process is designed, and a dimensional analysis of the technological process is performed.

Calculations of individual elements of the machining section are performed, namely, the resulting program is determined, the number of machines and workers in the section is calculated.

The graphic part presents working drawings of the part, the workpiece, a graphic image of the machining route of the part and diagrams with tables explaining the dimensional analysis of the technological process.

Keywords: cover, technological process, workpiece, machining, dimensional analysis, layout, machining area.

131 - Прикладна механіка кафедра ТАМ

ЗМІСТ

Вступ	3
1 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИКОТОВЛЕННЯ ТА ОБРОБКИ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ	4
1.1 Визначення типу виробництва і форми організації роботи	4
1.2 Огляд можливих методів та способів отримання заготовки	9
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	15
2.1. Аналіз конструкції і технологічності деталі	15
2.2. Розрахунок розмірів заготовки.	18
2.3 Вибір способів механічної обробки поверхонь із підвищеними вимогами точності, визначення кількості ступенів механічної обробки	27
2.4 Вибір чистових та чорнових технологічних баз	28
2.5 Проектування маршруту механічної обробки з розробкою змісту операцій, попереднім вибором верстатів та зображенням схем базування	30
2.6 Розмірний аналіз технологічного процесу	32
2.7 Розрахунок проміжних припусків і технологічних розмірів на механічну обробку циліндричної поверхні	37
2.8 Визначення режимів різання на обробку конструкторських баз та кріпильних отворів	42
2.9. Визначення технічних норм часу	49
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ ДІЛЬНИЦІ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ	53
3.1 Розрахунок приведеної програми	53
3.2 Визначення кількості верстатів, коефіцієнтів завантаження та вико-	55

ристання за основним часом

3.3 Розрахунок кількості працюючих на ділянці 57

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ 61

4.1 Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів у виробничому приміщенні 61

4.2 Карта умов праці 66

4.3 Пожежна безпека 687

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

131 - Прикладна механіка кафедра ТАМ

ВСТУП

Сучасне виробництво пропонує широкий вибір технологічного обладнання, пристосувань та інструменту для отримання різноманітних деталей високої точності з найменшими затратами.

Для обробки деталей в серійному типі виробництва доцільно використовувати обладнання із ЧПК. Воно дозволяє отримати точні поверхні, і за рахунок можливості виконання багатьох переходів механічної обробки із одного установа забезпечити максимальну точність взаємного розташування поверхонь (оскільки похибка базування буде рівна нулеві при їх обробці з одного установа). Крім того це дозволяє скоротити час на переустановки і переналагодження верстату, та інші складові допоміжного часу, а це в свою чергу зменшує собівартість деталі. Тому для обробки деталі планується використання верстатів з ЧПК.

Мета і завдання дослідження. Мета бакалаврської дипломної роботи – удосконалення технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Кришка АВ.12» на верстатах з ЧПК з побудовою технологічного маршруту.

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

- провести огляд технології виготовлення деталі типу «Кришка»;
- 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 «Кришка АВ.12»;
- обґрунтувати вибір чистових та чорнових технологічних баз;
- розробити удосконалений варіант маршруту механічної обробки заготовки деталі типу «Кришка АВ.12»;
- 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 «Кришка АВ.12».

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

131 - Прикладна механіка Кафедра ТАМ

1 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИКОТОВЛЕННЯ ТА ОБРОБКИ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ

1.1 Визначення типу виробництва і форми організації роботи

Згідно креслення деталі встановлені найбільш характерні переходи механічної обробки деталі «Кришка АВ.12» і занесені до таблиці 1.1, це розточування отвору Ø140, фрезерування площини по контуру, фрезерування торця, розточування 2 отворів Ø48 попереднє та остаточне. Для записаних в таблиці 1.1 переходів механічної обробки наближено визначено основний час механічної обробки $T_{\text{осн}}$, наприклад для розточування отвору Ø140 на довжину 72 (попереднє та остаточне розточування):

$$T_{\text{осн}} = 0,18 \cdot 140 \cdot 72 \cdot 0,001 = 1,81 \text{ (хв)}$$

Згідно рекомендацій, враховуючи масу деталі та програму випуску, наближено визначено тип виробництва, як серійний.

Штучно-калькуляційний час для розточування отвору Ø140 отримаємо:

$$T_{\text{шт-к}} = 1,81 \cdot 1,98 = 3,59 \text{ (хв)}$$

Для кожного переходу механічної обробки необхідна кількість верстатів

Відповідно необхідна кількість верстатів складає:

$$C_{\text{р1}} = 3500 \cdot 3,59 / 60 \cdot 3890 \cdot 0,8 = 0,07$$

При розточуванні отвору Ø140 він рівен 0,07.

Наприклад, при розточуванні отвору Ø140 отримаємо:

$$O_1 = 0,8 / 0,07 = 10,44$$

Аналогічно виконано розрахунки для інших типових переходів механічної обробки. При фрезеруванні торця по контуру:

$$T_{\text{осн}} = 4 \cdot 550 \cdot 0,001 = 3,3 \text{ (хв)};$$

$$T_{\text{шт-к}} = 3,3 \cdot 1,98 = 6,53 \text{ (хв)};$$

$$C_{p1} = 3500 \cdot 6,53 / 60 \cdot 3890 \cdot 0,8 = 0,13;$$

$$O_1 = 0,8 / 0,13 = 5,74$$

При фрезеруванні торця, де розташовано отвір $\varnothing 140$:

$$T_{\text{осн}} = 4 \cdot 180 \cdot 0,001 = 1,08 \text{ (хв)};$$

$$T_{\text{шт-к}} = 1,08 \cdot 1,98 = 2,14 \text{ (хв)};$$

$$C_{p1} = 3500 \cdot 2,14 / 60 \cdot 3890 \cdot 0,8 = 0,043;$$

$$O_1 = 0,8 / 0,043 = 17,54$$

При попередньому розточуванні 2 отворів $\varnothing 48$ довжиною 69 мм:

$$T_{\text{осн}} = 0,18 \cdot 2 \cdot 48 \cdot 69 \cdot 0,001 = 1,192 \text{ (хв)};$$

$$T_{\text{шт-к}} = 1,192 \cdot 1,98 = 2,36 \text{ (хв)};$$

$$C_{p1} = 3500 \cdot 2,36 / 60 \cdot 3890 \cdot 0,8 = 0,047;$$

$$O_1 = 0,8 / 0,047 = 15,89$$

При остаточному розточуванні 2 отворів $\varnothing 48$ довжиною 69 мм:

$$T_{\text{осн}} = 0,2 \cdot 2 \cdot 48 \cdot 69 \cdot 0,001 = 1,32 \text{ (хв)};$$

$$T_{\text{шт-к}} = 1,32 \cdot 1,98 = 2,62 \text{ (хв)};$$

$$C_{p1} = 3500 \cdot 2,62 / 60 \cdot 3890 \cdot 0,8 = 0,0527;$$

$$O_1 = 0,8 / 0,052 = 14,3$$

Таблиця 1.1 – Визначення типу виробництва

№ п/п	Зміст технологічних операцій	Тосн, хв	Тшт, хв	N	Фд	Ср	Р	h з.н.	h з.ф.	О	Кз.о
1.	Розточування отвору Ø140	1,81	3,59	3500	3890	0,072	1	0,08	0,072	10,44	12,78
2.	Фрезерування торця по контуру	3,3	6,53			0,131	1		0,131	5,74	
3.	Фрезерування торця	1,08	2,14			0,043	1		0,043	17,54	
4.	Розточування отворів Ø48 попереднє	1,19	2,36			0,047	1		0,047	15,89	
5	Розточування отворів Ø48 остаточне	1,32	2,62			0,052	1		0,052	14,3	
	Всього		17,25				5			63,91	

Сумарна кількість операцій, що можуть бути виконані на всіх робочих місцях

$$\sum O_i$$

$$\sum O_i = 10,44 + 5,74 + 17,54 + 15,89 + 14,3 = 63,91$$

Сумарна кількість прийнятих верстатів $\sum P = 5$

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

$$K_{з.о.} = 63,91 / 5 = 12,78$$

Отже тип виробництва –серійне. Всі розрахункові дані занесені до таблиці 1.1.

Відповідно середній штучно-калькуляційний час виконуваних переходів

становитиме:

$$T_{um-\kappa_i} = (3,59 + 6,53 + 214 + 2,36 + 2,62) / 5 = 3,45 \text{ (хв)}$$

Отже добова продуктивність лінії становитиме:

$$Q_o = \frac{952}{3,45 \cdot 0,8} = 221 \text{ (шт)}$$

Потрібний добовий випуск виробів:

$$N_o = \frac{3500}{254} = 13,78 \text{ (хв)}$$

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

При груповій формі організації роботи визначається кількість деталей в партії для одночасного запуску

$$n = \frac{3500 \cdot 6}{254} = 82,68$$

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

$$c = \frac{3,45 \cdot 83}{476 \cdot 0,75} = 0,75$$

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

$$n_{np} = \frac{476 \cdot 0,75 \cdot 1}{3,45} = 111 \text{ (шт)}$$

Приймаємо кількість деталей у партії 111 шт.

Отже тип виробництва –серійне, форма організації роботи – групова, при цьому кількість деталей в партії для одночасного запуску складає 111 шт.

1.2 Огляд можливих методів та способів отримання заготовки

Враховуючи масу деталі – 33,65 кг, програму випуску N=3500 шт., тип виробництва –серійний та орієнтуючись на робоче креслення деталі встановлюємо метод одержання заготовки згідно [3] – лиття, так як деталь виготовляється з матеріалу СЧ 18 ГОСТ 1412-85.

Найбільш оптимальними способами лиття для даної заготовки є: лиття в піщано-глинисті форми та лиття в оболонкові форми. Відцентрове лиття не може забезпечити необхідну конфігурацію виливка, а саме зовнішню форму. Лиття в кокіль потребує обладнання і інструментів, які мають високу вартість, технологія лиття тривала і складна. Литтям в піщано-глинисті форми можливе виготовлення виливку будь-якої конфігурації, з великою кількістю стержнів для внутрішніх отворів. Литтям в оболонкові форми забезпечується досягнення високої точності розмірів і низької шорсткості поверхні.

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

Деталі типу „Кришка” широко використовуються в якості опорних елементів у виробках машинобудівного виробництва. Ці деталі мають велику різноманітність за конструкцією яка залежить від типу виробництва, умов експлуатації, конструкційних особливостей агрегату до якого кріпиться даний.

Таблиця 1.1 – Типовий технологічний маршрут механічної обробки хресто-

вини

№ операції	Зміст або найменування операції	Станок обладнання	Оснащення
005	Лиття	—	—
010	Обробка та очищення виливка	—	—
015	Малярна	—	—
020	Точити торець Ø62js7/ Ø54 та Ø96/ Ø62js7 остаточно, точити поверхню Ø62js7 під шліфування, проточити канавку В = 3 та фаски	Токарний патронний напівавтомат КТ141	Трикулачковий пневматичний патрон
025	Точити торець Ø96 та поверхню Ø96 (технологічно)	Токарний патронний напівавтомат КТ141	Трикулачковий патрон
030	Свердлити та зенкерувати чотири отвори Ø9/Ø14, фрезерувати дві лиски в розмір 86	Багатоцільовий свердлильно – фрезерний 21105Н7Ф4	Налагодження УСНО
035	Чистити заусенні та гострі кромки	Верстак механізований	
040	Шліфувати поверхню Ø62js7 з шліфуванням торця Ø96js7 остаточно	Універсально – шліфувальний 3У131ВМ	Трикулачковий патрон
045	Помити деталь	Мийна машина	
050	Технічний контроль		
055	Нанесення антикорозійного покриття		

„ Кришка ” відноситься до деталей конструкції середньої складності, які мають дві або три основних базові поверхні, частіш за все це: циліндрична поверхня

для базування ущільнень та зв'язана з нею площина кріплення до агрегатів чи станини. Кріпильна площина або площини як правило розташовуються паралельно до вісі основного базового отвору.

В якості основних технологічних баз використовуються конструкторські бази. За рахунок цього в процесі обробки відбувається забезпечення принципу зв'язку обробленої поверхні з необробленою, а у випадку диференціації операцій принцип постійності баз, що дає можливість мінімізувати похибку базування. При механічній обробці не використовуються штучні технологічні бази, що дозволяє зменшити час обробки деталі і її собівартість.

Дана деталь має один кріпильний диск, який розміщені перпендикулярно до вісі центрального отвору, на яких розміщені кріпильні отвори. Центральний отвір являє собою внутрішню ступінчасту поверхню. В якості аналогів розглянемо типові технологічні маршрути механічної обробки фланця та стакану. Ці аналоги характеризуються наявністю у їх конструкції елементів подібних за розміщенням та обробкою до деталі на яку проектується технологічний маршрут механічної обробки.

Відповідно до вибраного типу серійності необхідно визначити за вимогами до використовуваного обладнання його тип. Враховуючи вимоги точність розмірів, допуски форми та розміщення, параметри шорсткості, необхідно запропонувати, у випадку необхідності, відповідну систему програмного числового керування. Для даного типу виробництва рекомендується використовувати металорізальні верстати з системами числового програмного забезпечення на відповідних операціях, обладнання для фіксації та затиску деталі використовувати стандартизоване. Інструмент та пристосування для його використання також повинно бути стандартизованим. Це дозволить скоротити час на проектування технологічного маршруту механічної обробки „Кришки”; на закріплення, заміну, переточування інструменту; на установку та закріплення деталі у пристосуванні. Використання даного обладнання та пристосувань за даних умов виробництва відповідно до рекомендацій являється найбільш ефективним та забезпечує необхідну продуктивність та якість.

2 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ЗАГОТОВКИ ДЕТАЛІ

2.1. Аналіз конструкції і технологічності деталі

Деталь кришка виготовляється із чавуну СЧ18, має ряд отворів. В деяких отворах нарізана різь, інші мають досить високу точність 7-8 квалітет.

Основні конструкторські бази площина і отвори $\varnothing 48H7$, допоміжними конструкторськими базами є площини і отвір $\varnothing 140H7$.

У відповідності із призначенням поверхонь до них ставляться вимоги: найбільш точною є поверхні $\varnothing 48H7$, $\varnothing 140H7$ та площини із шорсткістю 1,6 мкм,

Поставлена вимога щодо відносного розташування поверхонь: перпендикулярність осі отвору $\varnothing 140$ до бази А.

Квалітети точності та шорсткості оброблюваних поверхонь можуть бути забезпечені при застосуванні відповідних методів обробки та кількості переходів. Відносне розташування поверхонь може бути забезпечене за рахунок застосування відповідних схем базування при механічній обробці та правильної організації змісту операцій.

Оскільки даний матеріал має гарні ливарні властивості то відповідно заготовка має отримуватися литтям.

В цілому до нетехнологічних елементів можна віднести глухі отвори із різзю М8.

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

В якості базових поверхонь можуть використовуватись торці та отвори, тому використання штучних технологічних баз недоцільно.

В цілому деталь не містить важкодоступних для обробки місць і дозволяє використовувати високоефективні методи обробки.

Технологічність деталі будемо оцінювати кількісно за допомогою трьох кількісних показників.

Коефіцієнт уніфікації визначається за формулою:

$$K_y = (16 + 14 + 15 + 29 + 5) / (32 + 15 + 15 + 29 + 5) = 0,8426 > 0,6.$$

Таблиця 2.1 – Коефіцієнт уніфікації

Лінійні розміри	Діаметральні розміри	Кутові розміри	Шорсткість	Різь метрична
108*	Ø140*	45° *(10 пов.)	16 * (26 пов.)	M8x5 отв*
68x2*	Ø48*	60°*	3,2 * (4 пов.)	
155x2	Ø48*		1,6 * (3 пов.)	
39	Ø5H7*-2 отв			
50x3	R188*			
72x3	R170*			
127x2	R25*x2			
113x2	R16*x6			
150*	R73			
37,5x2	R88*			
10*	R10*			
16*	R16*			
55*				
18*				
1,6*				
8*				
3*				
50*				
140*				
143				
65				
112				
2*				
15*				
18*				
Σ _{заг.} = 32	Σ _{заг.} = 15	Σ _{заг.} = 15	Σ _{заг.} = 29	Σ _{заг.} = 5
Σ _{уніф.} = 16	Σ _{уніф.} = 14	Σ _{уніф.} = 15	Σ _{уніф.} = 29	Σ _{уніф.} = 5

Таблиця 2.2- Коефіцієнт шорсткості

Шорсткість	Кількість поверхонь	Розрахунок
1,6	3	$1,6 \cdot 3 = 4,8$
3,2	6	$3,2 \cdot 6 = 19,2$
16	20	$16 \cdot 20 = 320$
Всього:	29	344

Відповідно до наведених вище даних отримаємо:

$$Ш_c = 344/29 = 7,16 \text{ (мкм)}$$

$$K_{ш} = 1/7,16 = 0,14 < 0,32$$

Отже, за даним показником деталь є також технологічною.

3) Коефіцієнт точності

Таблиця 2.3 – Коефіцієнт точності

Квалітет	Кількість розмірів	Розрахунок
7	2	$7 \cdot 2 = 14$
8	3	$8 \cdot 3 = 24$
12	9	$12 \cdot 9 = 108$
14	15	$14 \cdot 15 = 230$
Всього	29	376

Відповідно отримаємо:

$$T_c = 376/29 = 11,2$$

$$K_T = 1 - 1/11,2 = 0,91$$

За даним показником деталь є також технологічною.

Отже деталь технологічна за якісними і кількісними показниками.

2.2. Розрахунок розмірів заготовки

Клас розмірної точності виливка призначаємо враховуючи спосіб лиття, найбільший габаритний розмір виливка (365 мм), тип матеріалу – сірий чавун СЧ 18.

Таблиця 2.4 – Розрахунок розмірів заготовок отриманих литтям в піщано-глинисті форми (піщано-глинисті форми)

Призначення вихідних даних (норм точності)	Діапазон даних			Прийнято		
Клас розмірної точності	10-14			12		
Ступінь жолоблення	3-6			5		
Ступінь точності поверхонь виливка	14-20			17		
Шорсткість поверхонь виливка	Ra=80 мкм					
Клас точності маси виливка	8-15			11		
Ряд припусків	8-11			10		
Розрахункові розміри	Ø140H7	108	39	Ø48	155	50
Допуски:						
розмірів	6,4	6,4	5,0	5,0	6,4	5,6
форми чи розміщення	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
зміщення по площині роз'єму	-	3,2	-	-	-	3,2
зміщення через перекіс стержня	2,0	-	-	-	2,0	-
нерівностей	2,0					
маси	16%					
Загальний допуск	6,4	6,4	5,0	5,0	6,4	6,4
Припуски:						
мінімальний	1,6					
Кількість переходів механічної обробки						
за точністю розмірів	4	3	3	2	2	2
за відхиленнями форми і взаємного розміщення поверхонь	2	2	2	2		
прийнята кількість переходів	4	3	3	2	2	2
Загальний припуск	8,5	7,8	6,7	5,8	7,8	6,7
Розміри заготовки	Ø123	123,6	40,1	36,4	170,6	51,1

Таблиця 2.4 – Розрахунок розмірів заготовок отриманих литтям в піщано-глинисті форми (оболонкові форми)

Призначення вихідних даних (норм точності)	Діапазон даних				Прийнято	
Клас розмірної точності	9-13				11	
Ступінь жолоблення	3-6				4	
Ступінь точності поверхонь виливка	10-16				13	
Шорсткість поверхонь виливка	Ra=32 мкм					
Клас точності маси виливка	7т-14				10	
Ряд припусків	5-8				6	
Розрахункові розміри	Ø140H7	108	39	Ø48	155	50
Допуски:						
розмірів	5,0	5,0	4,0	4,0	5,0	4,4
форми чи розміщення	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
зміщення по площині роз'єму	-	2,4	-	-	-	2,4
зміщення через перекіс стержня	1,2	-	-	-	1,2	-
нерівностей	0,8					
маси	12%					
Загальний допуск	5,0	5,0	4,0	4,0	5,0	5,0
Припуски:						
мінімальний	0,6					
Кількість переходів механічної обробки						
за точністю розмірів	4	3	3	2	2	2
за відхиленнями форми і взаємного розміщення поверхонь	2	2	2	2		
прийнята кількість переходів	4	3	3	2	2	2
Загальний припуск	6,2	5,6	4,8	4,3	5,6	4,8
Розміри заготовки	Ø127,6	119,2	39,8	39,4	166,2	50,8

Клас розмірної точності:

- при литті в піщано-глинисті форми: (10-14) 12;

- при литті в оболонкові форми: (9-13) 11.

Ступінь жолоблення елементів виливка призначаємо згідно відношення найменшого розміру елемента виливка до найбільшого (товщини або висоти до довжини елемента виливка).

Найбільший розмір – 55 мм і найтонша стінка – 10 мм для обох способів лиття: відношення становить 0,18. Також враховуємо, що форми одноразові і термообробку:

- при литті в піщано-глинисті форми: (3-6) 5.
- при литті в оболонкові форми: (3-6) 4.

Ступінь точності поверхонь виливка призначаємо з врахуванням способу лиття, найбільшого габаритного розміру виливка (365мм) і матеріалу - сірий чавун СЧ 18.

- при литті в піщано-глинисті форми: (14-20) 17.
- при литті в оболонкові форми: (10-16) 13.

Шорсткість поверхонь виливка призначаємо, враховуючи прийнятий ступінь точності поверхонь виливка:

- при литті в піщано-глинисті форми: $Ra=80$ мкм.
- при литті в оболонкові форми: $Ra=32$ мкм.

Клас точності маси виливка призначаємо, враховуючи спосіб лиття, номінальну масу виливка - діапазон від 10 до 100, тип матеріалу - сірий чавун СЧ 18.

- при литті в піщано-глинисті форми: (8-15) 11.
- при литті в оболонкові форми: (7-14) 10.

Ряд припусків призначаємо з врахуванням ступеня точності поверхні.

- при литті в піщано-глинисті форми: (8-11) 10.
- при литті в оболонкові форми: (5-8) 6.

Перед вибором допусків та припусків на механічну обробку поверхонь деталі, потрібно уважно вивчити робоче креслення деталі, встановити оброблювані поверхні і розміри, що їх зв'язують та записати їх в розрахункову таблицю.

На тих ділянках виливка, де отвори, впадини, порожнини і тому подібне

одержати способами лиття важко або неможливо, тому призначають напуски.

Згідно ГОСТ 26645-85 призначаємо:

Допуск розмірів – враховуючи клас розмірної точності (лиття в піщано-глинисті форми – 12, лиття в оболонкові форми – 11) і номінальний розмір на який призначаємо допуск.

Допуск форми і розміщення - враховуючи ступінь жолоблення і номінальний розмір нормованої ділянки.

- лиття в піщано-глинисті форми – 1,0 мм.
- лиття в оболонкові форми – 0,8мм

Допуск нерівностей - враховуємо ступінь точності поверхні виливка.

- лиття в піщано-глинисті форми – 2,0.
- лиття в оболонкові форми – 0,8.

Допуск маси – залежно від класу точності маси виливка і номінальної маси виливка діапазон від 10 до 40 кг.

- лиття в піщано-глинисті форми – 16%.
- лиття в оболонкові форми – 12%.

Допуск зміщення по площині роз'єму - присутній на розміри 112 та 65мм.

- при литті в піщано-глинисті форми: 3,2.
- при литті в оболонкові форми: 2,4.

Допуск на перекіс стержня встановлюється для діаметральних розмірів, що формуються за допомогою стержнів. Призначається 1, 2 класи точніше класу розмірної точності по номінальному розміру найбільш тонкої із стінок виливка.

При литті в піщано-глинисті форми допуски на перекіс стержня складе 2,0, а при литті в оболонкові форми - 1,2 мм.

Загальний допуск призначаємо, враховуючи допуск розмірів і допуск форми і розміщення поверхні.

Мінімальний припуск призначаємо залежно від ряду припусків:

- при литті в піщано-глинисті форми: 1,6 мм.
- при литті в оболонкові форми: 0,6мм.

Загальний припуск на механічну обробку назначають при ліквідації похи-

бки розмірів, форми і розміщення, нерівностей і дефектів оброблюваної поверхні, що формуються при виготовленні виливка і послідовних переходів її обробки з метою підвищення точності оброблюваного елемента виливка. Значення загального припуску вибираємо в залежності від кількості переходів механічної обробки. Тому для вибору загального припуску спочатку потрібно визначити кількість механічної обробки кожної із оброблюваних поверхонь.

Кількість переходів механічної обробки визначаємо в залежності від необхідної точності розмірів оброблюваної деталі.

Призначаємо, враховуючи загальний допуск виливка, від кінцевої обробки і ряд припуску.

При литті в піщано-глинисті форми для розміру $\varnothing 140H7$ загальний допуск 6,4 мм, тонка обробка, ряд припусків 10 $\rightarrow$ загальний припуск становить 8,5 мм. Аналогічно вибираємо і для інших розмірів.

Мінімальна товщина стінок згідно [2] назначається так, щоб забезпечувати необхідну розрахункову міцність і жорсткість та задовольняти вимогам технології вибраного способу лиття.

- при литті в піщано-глинисті форми – 6-8 мм,
- при литті в оболонкові форми – 1,5-2 мм,

Оскільки, значення товщини стінок деталі значно більші за мінімальну товщину стінок, що одержуються при литті. Тому забезпечується необхідна розрахункова міцність і жорсткість.

Радіуси заокруглень в значній мірі визначають якість виливка. Дуже малі радіуси призводять до концентрації напружень і можливості виникнення тріщин, якщо надто великі, то можливість виникнення раковин, пустот. Прийнято радіуси заокруглень 4 мм.

Формовочні нахили призначаються з метою полегшення видалення моделі з форми і стержня. Нахили встановлюються в залежності від розмірів заглиблень, висоти формоутворюючої поверхні, способу лиття і виду модельного комплексу. При литті в оболонкові форми приймаємо:

0°54'... 1°54'

Вихідний діаметр вибирається в залежності від матеріалу виливка (СЧ 18) $d_0=7$ мм. При товщині стінки для розміру $\varnothing 48 \text{ } 59$ мм

$$d_{\min}=7+0,1\cdot 59=12,9 \text{ (мм)}$$

Отже $d_{\min}=12,9$ і розміри на кресленні, які становляться менше $d_{\min}$ не виготовляють литтям, тобто отвори під різь М6, $\varnothing 5$.

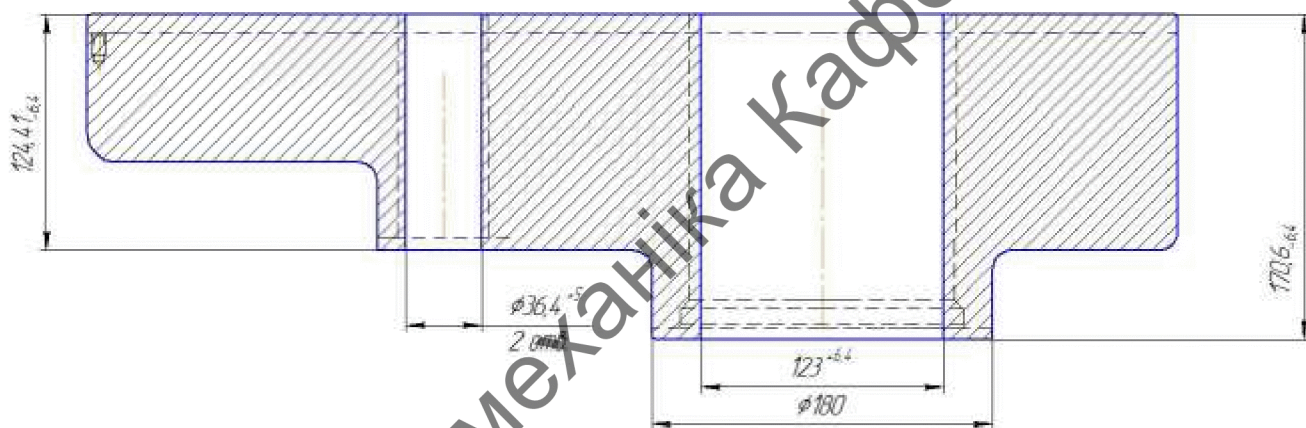


Рисунок 2.1 – Ескіз заготовки в піщано-глинисті форми

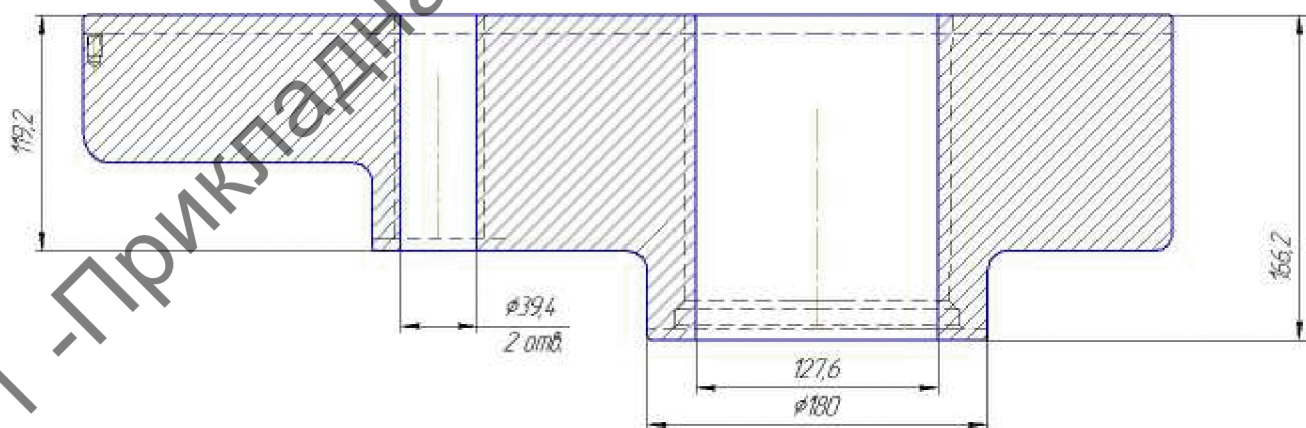


Рисунок 2.2 – Ескіз заготовки в оболонковій формі

При литті в піщано-глинисті форми:

$$\gamma = 33,65/46,99 = 0,716$$

При литті в оболонкові форми:

$$\gamma = 33,65/41,4 = 0,812$$

Отже, коефіцієнт використання матеріалу при литті в піщано-глинисті форми менший ніж при литті в оболонкові форми, тобто менше матеріалу знімається у вигляді стружки з поверхонь заготовки при механічній обробці.

Для лиття в піщано-глинисті форми:

$$C_{\text{л}} = 15600 \text{ грн}; K_T = 1,05; K_M = 1; K_C = 0,83; K_B = 0,91; K_{\text{П}} = 1;$$

$$C_{\text{заг}} = \frac{(46,99 \cdot 15600 \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 0,83 \cdot 0,91 \cdot 1)}{1000} - \frac{(46,99 - 33,65) \cdot 4200}{1000} = 581 (\text{грн.})$$

Для лиття в оболонкові форми:

$$C_{\text{л}} = 24400 \text{ грн}; K_T = 1; K_M = 1; K_C = 0,9; K_B = 0,86; K_{\text{П}} = 1,1;$$

$$C_{\text{заг}} = \frac{(41,4 \cdot 24400 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,86 \cdot 1,1)}{1000} - \frac{(41,4 - 33,65) \cdot 4200}{1000} = 781,7$$

Висновок: хоча коефіцієнт використання при литті в оболонкові форми вищий ніж при литті в піщано-глинисті форми але собівартість при литті в піщано-глинисті форми нижча ніж при литті в оболонкові форми. Таким чином економічно доцільнішим є варіант лиття в піщано-глинисті форми.

2.3 Вибір способів механічної обробки поверхонь із підвищеними вимогами точності визначення кількості ступенів механічної обробки циліндричної поверхні

Відповідно до наведених вище вимог визначимо кількість переходів і способи та методи попередньої та остаточної обробки для отвору $\varnothing 140H7$, враховуючи, що допуск точності відповідного розміру заготовки складає 2.2.

$$\varepsilon = 2.2 / 0.04 = 55$$

Отже можна проводити обробка за чотири переходи і призначаємо:

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &= 5 \\ \varepsilon_2 &= 4 \end{aligned}$$

Відповідно тоді ступень уточнення другого переходу складатиме:

$$\varepsilon_3 = 55 / 5 \cdot 4 = 2.75$$

Допуск складатиме:

$$T_1 = 2.2 / 5 = 0.44 \text{ (мм);}$$

$$T_2 = 0.44 / 4 = 0.11 \text{ (мм);}$$

$$T_3 = 0.11 / 2.75 = 0.04 \text{ (мм).}$$

Остаточно приймаємо наступні переходи механічної обробки даної поверхні: розточування попереднє (12 квалітет точності); розточування попереднє (9 квалітет точності); розточування остаточне (7 квалітет точності)

Таблиця 2.5 – Кількість ступеней механічної обробки

Розмір деталі	Стадія обробки	Отримуваний квалітет
Ø48H7	Розточування попереднє	11
	Розточування попереднє	9
	Розточування остаточне	7
108 _{-0,14}	Фрезерування попереднє	12
	Фрезерування остаточне	10
155 _{-0,16}	Фрезерування попереднє	12
	Фрезерування остаточне	10

2.4 Вибір чистових і чорнових технологічних баз

При виборі чистових баз ми маємо мінімізувати похибку базування на отримувані розміри. Відповідно в якості чистових баз запропонована схема базування на площину та два отвори. При такій схемі базування відсутня похибка базування на усі отримувані розміри (таблиця 2.6).

В якості чорнових технологічних баз можна використати схему базування на площину та дві призми. Це забезпечить зняття рівномірного мінімального припуску із торця при подальшій механічній обробці. Крім того похибка базування на усі отримувані розміри відсутня при такій схемі установки (таблиця 2.6).

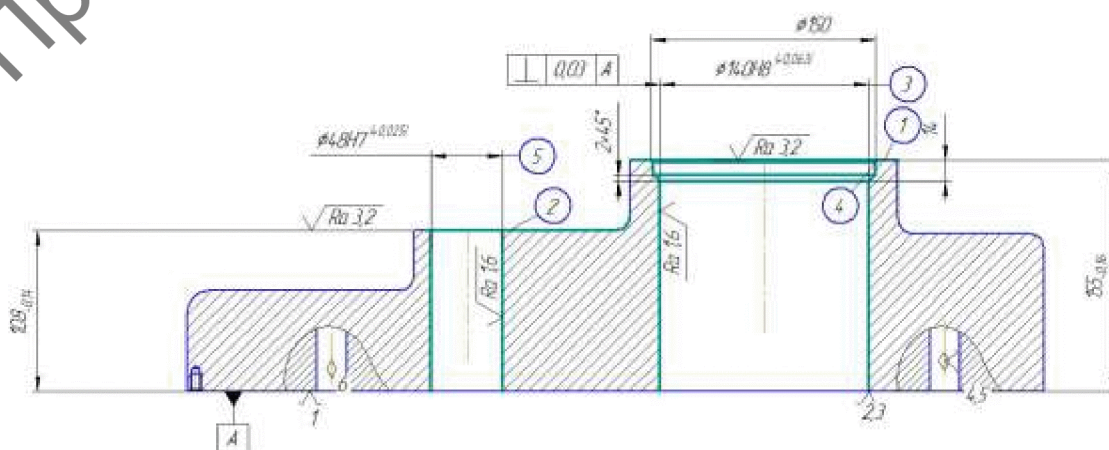


Рисунок 2.3 – Чистові технологічні бази

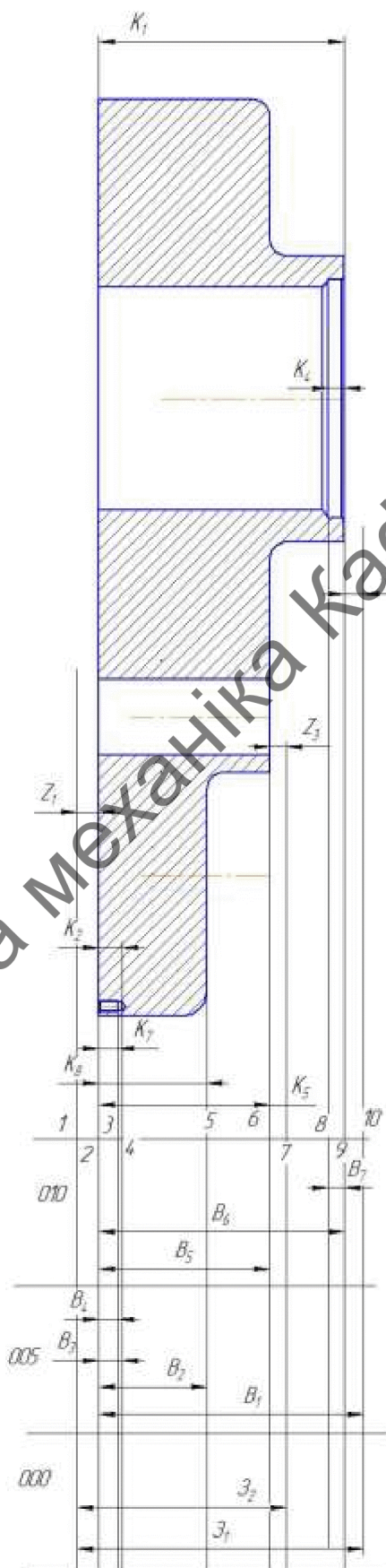
Таблиця 2.6— Аналіз вибору технологічних баз на операції 010

Назва операції	Розмір чи вимога точності	Відсутність чи наявність похибки базування	Фактор, який забезпечує відсутність чи зумовлює наявність похибки базування
Токарно-револьверна з ЧПК	Ø48, Ø140	відсутня	Діаметральний розмір
	155, 108, пірпендикулярність осі отворів Ø48 та Ø140 відносно бази А	відсутня	Виконання принципу суміщення баз
	72	відсутня	Обробка з одного установова

Таблиця 2.7— 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
Вертикально-фрезерна з ЧПК	Ø5, М6	відсутня	Діаметральний розмір
	155, 108	відсутня	Виконання принципу суміщення баз
	15, 12, 39, 150, 100, 200	відсутня	Обробка з одного установова

4.5.3 Розмірна схема технологічного процесу



Рисунки 2.5 – Розмірна схема першого технологічного процесу

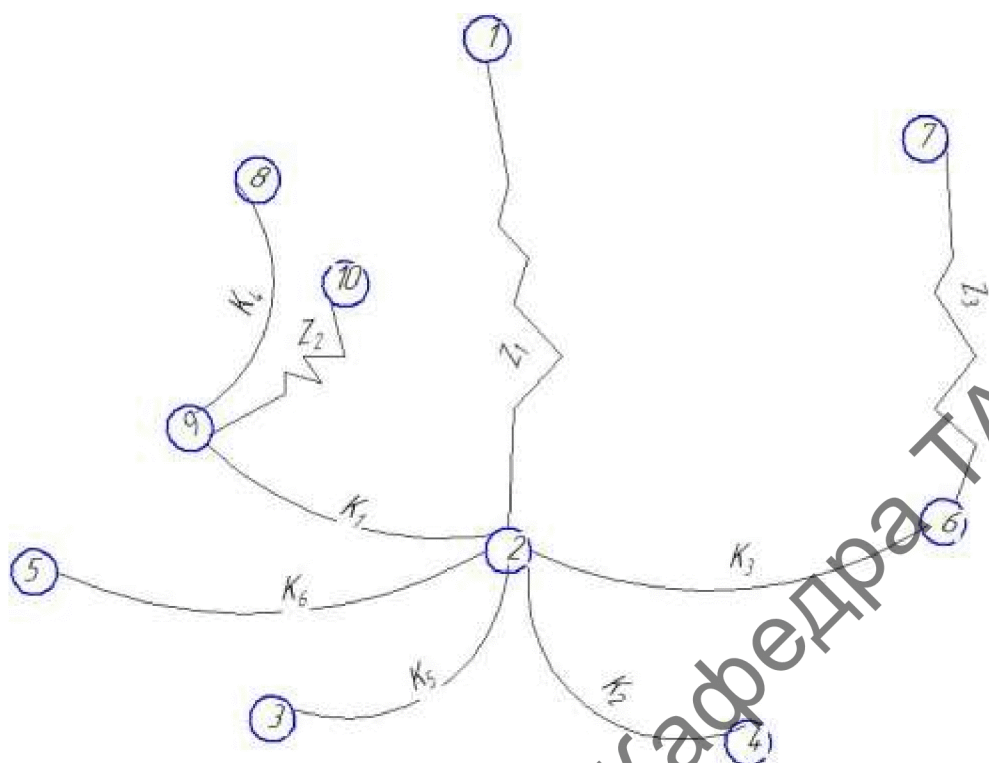


Рисунок 2.6 – Вихідний граф-дерево

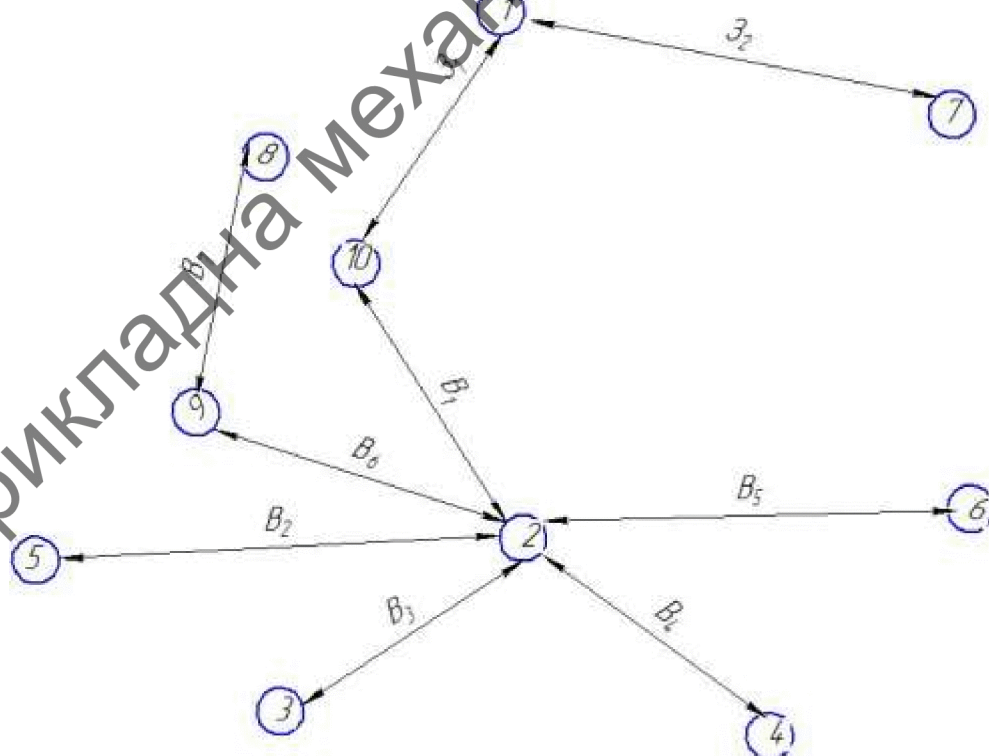


Рисунок 2.7 – Похідний граф-дерево

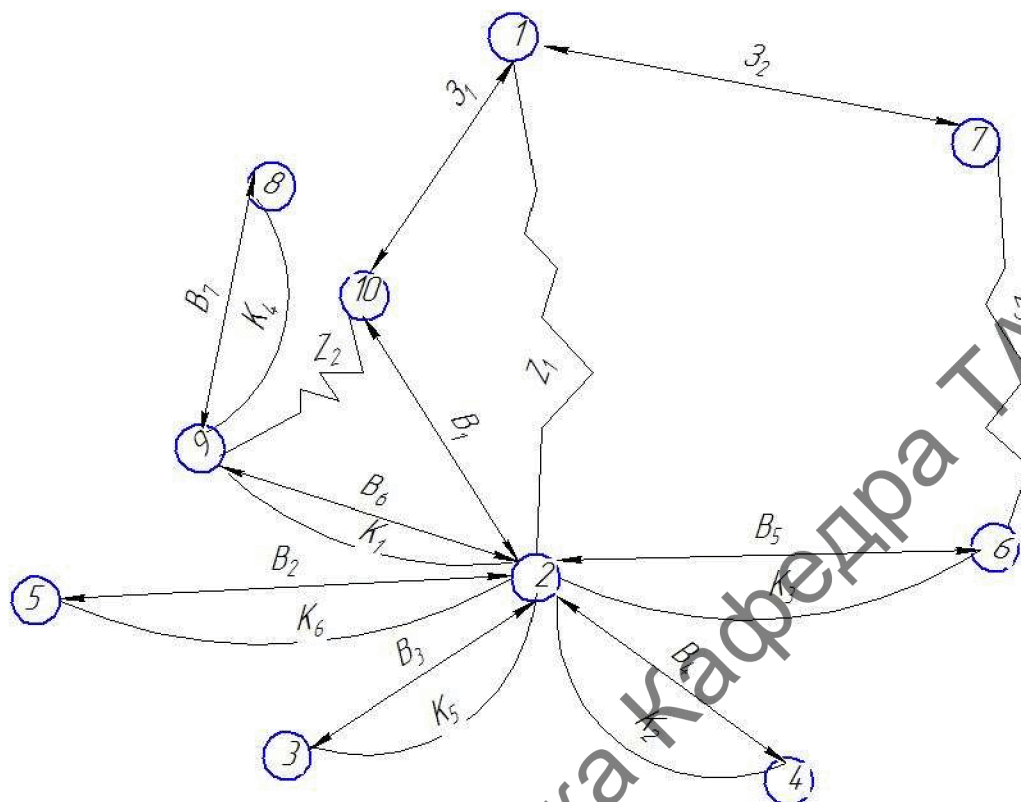


Рисунок 2.8 – Суміщений граф-дерево

Дані припусків зводимо в таблицю 4.5.

Таблиця 2.10 – Мінімальні припуски

Припуски	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
$Z_{\min}$	0,8	0,8	0,8	0,8

Таблиця 2.11 – Рівняння розрахунку розмірних технологічних ланцюгів

№	Розрахункові рівняння	Вихідні рівняння	Невідома ланка
1	2	3	4
1	$B_2 - K_6 = 0$	$B_2 = K_6$	B_2
2	$B_3 - K_5 = 0$	$B_3 = K_5$	B_3
3	$B_4 - K_2 = 0$	$B_4 = K_2$	B_4

Продовження таблиці 2.11

1	2	3	4
4	$B_5 - K_3 = 0$	$B_5 = K_3$	B_5
5	$B_6 - K_1 = 0$	$B_6 = K_1$	B_6
6	$B_7 - K_4 = 0$	$B_7 = K_4$	B_7
7	$B_1 - Z_2 - K_1 = 0$	$Z_2 = B_1 - K_1$	B_1
8	$3_1 - Z_1 - B_1 = 0$	$Z_1 = 3_1 - B_1$	3_1
11	$3_2 - Z_1 - K_3 - Z_3 = 0$	$Z_3 = 3_2 - Z_1 - K_3$	3_1

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

$$1. B_2 = K_6 = 68_{-0,3}^{+0,3} (\text{мм});$$

$$2. B_3 = K_5 = 12_{-0,215}^{+0,215} (\text{мм});$$

$$3. B_4 = K_2 = 15_{-0,215}^{+0,215} (\text{мм});$$

$$4. B_5 = K_3 = 108_{-0,14}^{+0,14} (\text{мм});$$

$$5. B_6 = K_1 = 155_{-0,16}^{+0,16} (\text{мм});$$

$$6. B_7 = K_4 = 14_{-0,215}^{+0,215} (\text{мм});$$

$$7. Z_{2 \min} = B_{1 \min} - K_{1 \max};$$

$$B_{1 \min} = 155 + 0,8 = 155,8 (\text{мм});$$

$$B_{1 \max} = B_{1 \min} + T(B_1) = 155,8 + 0,46 = 156,26 (\text{мм});$$

$$B_1 = 156,26_{-0,46}^{+0,46} (\text{мм})$$

$$Z_{2 \max} = B_{1 \max} - K_{1 \min} = 156,26 - 154,84 = 1,42 (\text{мм})$$

$$8. Z_{1 \min} = 3_{1 \min} - B_{1 \max}$$

$$3_{1 \min} = 156,26 + 0,8 = 157,06 (\text{мм});$$

$$3_{1 \max} = 157,06 + 1,85 = 158,91 (\text{мм});$$

$$3_1 = 158,91_{-1,85}^{+1,85} (\text{мм}).$$

$$Z_{1 \max} = 3_{1 \max} - B_{1 \min} = 158,91 - 155,8 = 3,11 (\text{мм})$$

$$9. Z_{3 \min} = 3_{2 \min} - Z_{1 \max} - K_{3 \max}$$

$$3_{2 \min} = 0,8 + 108 + 3,11 = 111,99 (\text{мм});$$

$$Z_{2\max} = 111,99 + 1,4 = 113,39 (\text{мм});$$

$$Z_2 = 113,4_{-1,4} (\text{мм});$$

$$Z_{3\max} = Z_{2\max} - Z_{1\min} - K_{3\min} = 113,4 - 107,86 - 0,8 = 5,34 (\text{мм})$$

Отже визначено технологічні розміри при механічній обробці, припуски та розміри заготовки, на їх основі можна розробляти технологічний процес та усю документацію пов'язану із ним.

Таблиця 2.12 – 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	157,06	158,91	1,85	158,91		$158,91_{-1,85}$
Z_2	111,99	113,39	1,4	113,4		$113,4_{-1,4}$
B_1	155,8	156,26	0,46	156,26	$156,26_{-0,46}$	
B_2	67,7	68	0,3	68	$68_{-0,3}$	
B_3	11,795	12,215	0,43	12	$12_{\pm 0,215}$	
B_4	14,795	14,215	0,43	15	$15_{\pm 0,215}$	
B_5	107,86	108	0,14	108	$108_{-0,14}$	
B_6	154,84	155	0,16	155	$155_{-0,16}$	
B_7	13,785	14,215	0,43	14	$14_{\pm 0,215}$	

Таблиця 2.13 – Припуски на механічну обробку

Припуски	Z_1	Z_2	Z_3
$Z_{\min}$	0,8	0,8	0,8
$Z_{\max}$	2,74	4,21	5,34

2.6. 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.

Сумарне значення просторових відхилень згідно визначається:

$$\rho_{\text{жол}} = \sqrt{(\Delta_{\kappa} d)^2 + (\Delta_{\kappa} l)^2} = \sqrt{(0.8 \cdot 226)^2 + (0.8 \cdot 195)^2} = 238 \text{ (мкм)}$$

де Δ_{κ} - питома кривизна заготовок, для литої заготовки складає 0,8;

$\rho_{\text{зм}}$ – відхилення за рахунок зміщення поверхні з якої знімається припуск, під час самої обробки, відносно технологічних баз, в даному випадкові розміру 10.

Для даної деталі відповідно сумарне значення просторових відхилень складатиме:

$$\rho = \sqrt{238^2 + 200^2} = 311 \text{ (мкм)}$$

При подальших переходах механічної обробки:

$$\rho_1 = 0,06 \cdot 311 = 187 \text{ (мкм)};$$

$$\rho_2 = 0,04 \cdot 187 = 8 \text{ (мкм)}.$$

Похибка установки при чорновому розточуванні:

$$S_{\text{max}} = 0.015 + 0.04 + 0.015 = 0.07 \text{ (мм)}$$

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

$$\varepsilon_1 = 200 \text{ (мкм)}$$

$$\varepsilon_1 = \sqrt{200^2 + 70^2} = 212 \text{ (мкм)}$$

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

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_1 \cdot 0,05 = 212 \cdot 0,05 = 10 \text{ (мкм)}$$

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

$$2Z_{1\min} = 2(600 + \sqrt{311^2 + 212^2}) = 2 \cdot 976 \text{ (мкм)}$$

попереднє розточування:

$$2Z_{2\min} = 2(50 + 50 + \sqrt{187^2 + 10^2}) = 2 \cdot 287 \text{ (мкм)}$$

остаточне розточування:

$$2Z_{2\min} = 2(30 + 30 + 8) = 2 \cdot 68 \text{ (мкм)}$$

При остаточному розточуванні маємо отримати розмір вказаний на кресленні:

$$d = 140,04 \text{ (мм)}.$$

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

для попереднього розточування:

$$d_2 = 140,04 - 2 \cdot 0,068 = 139,9 \text{ (мм);}$$

для попереднього розточування:

$$d_3 = 139,9 - 2 \cdot 0,287 = 139,326 \text{ (мм);}$$

для заготовки

$$d_4 = 139,326 - 2 \cdot 0,976 = 137,374 \text{ (мм).}$$

Значення допусків для кожного технологічного переходу визначаються за таблицями відповідно до якості конкретного виду обробки. Так, при чистовому розточуванні для 7-го якості встановлюється допуск 40 мкм; при попередньому точінні для 9-го та 12-го якостей допуски складають відповідно 100 мкм та 250 мкм. Для заготовки встановлено допуск 2,2 мкм. Максимальні граничні розміри визначаються на основі розрахункових розмірів, округлених згідно з точністю допуску кожного переходу. Мінімальні граничні розміри знаходять шляхом віднімання значень допусків відповідних переходів від найбільших граничних розмірів.

Тобто:

$$139,9 - 0,1 = 139,8 \text{ (мм);}$$

$$139,33 - 0,25 = 139,08 \text{ (мм);}$$

$$137,4 - 2,2 = 135,2 \text{ (мм).}$$

Для остаточного розточування:

$$2Z_{\min 3} = 140 - 139,8 = 0,2 \text{ (мм);}$$

$$2Z_{\max 3} = 140,04 - 139,9 = 0,14 \text{ (мм);}$$

для попереднього розточування:

$$2Z_{\min 2}=139,8-139,08=0,72 \text{ (мм);}$$

$$2Z_{\max 2}=139,9-139,33=0,57 \text{ (мм);}$$

для попереднього розточування:

$$2Z_{\min 3}=139,08-135,2=3,88 \text{ (мм);}$$

$$2Z_{\max 3}=139,33-137,4=1,93 \text{ (мм);}$$

Виконуємо перевірку вірності виконаних розрахунків:

$$2Z_{\max 3}-2Z_{\min 3}=3,88-1,93=1,95 \text{ (мм);}$$

$$\delta_3-\delta_4=2,2-0,25=1,95 \text{ (мм);}$$

$$2Z_{\max 2}-2Z_{\min 2}=0,72-0,57=0,15 \text{ (мм);}$$

$$\delta_2-\delta_3=0,25-0,1=0,15 \text{ (мм);}$$

$$2Z_{\max 1}-2Z_{\min 1}=0,2-0,14=0,06 \text{ (мм);}$$

$$\delta_1-\delta_2=0,1-0,04=0,06 \text{ (мм).}$$

Отже всі розрахунки виконанні вірно і не потребують уточнення.

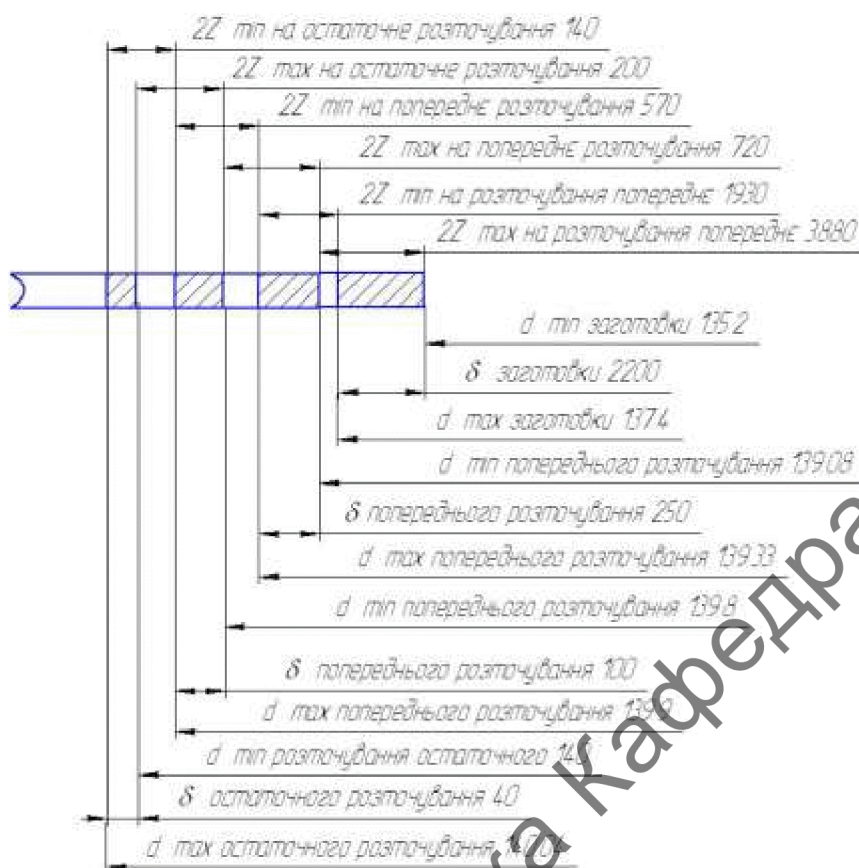


Рисунок 2.9— Схема графічного розташування припусків і допусків на обробку отвору $\varnothing 140H8$

У машинобудуванні застосовуються дослідно-статистичний та розрахунково-аналітичний методи визначення припусків на обробку. За дослідно-статистичним методом загальні та проміжні припуски встановлюються на основі таблиць, які містять узагальнені й систематизовані виробничі дані провідних підприємств галузі. Користуючись цим методом, визначаємо припуски для обробки циліндричних поверхонь вала, а отримані дані заносимо до таблиці 2.14.

Таблиця 2.15 - Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічним переходам

Технологічні переходи об- робки повер- хні Ø140H8	Елементи припуску, мкм			Розрахунко- вий припуск, мкм	Розраху- нковий розмір, мм	Допуск мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків
	R _z	T	ρ	ε			d _{max}	d _{min}	
Заготовка	600		311		-	2200	137,4	135,2	—
Розточування попереднє	50	50	187	212	2·976	139,33	139,33	139,08	3,88
Розточування попереднє	30	30	8	10	2·287	139,9	139,9	139,8	0,72
Розточування остаточне	20	25	-	-	2·68	140,04	140,04	140	0,2
Загальний припуск									
							2,64		4,8

Таблиця 2.14- Припуски на циліндричні поверхні

Розмір деталі	Стадія обробки	Припуск на перехід	Отримуваний розмір
Ø48H7	Розточування попереднє	1	Ø46,4
	Розточування попереднє	0,6	Ø47,6
	Розточування остаточне	0,2	Ø48
Ø5H8	Свердління	2,0	Ø4,0
	Зенкерування	0,35	Ø4,7
	Розвертання	0,15	Ø5
M6-7H	Свердління	2,2	Ø4,4
	Зенкерування	0,3	Ø5
	Нарізання різі	1	M6

2.8 Визначення режимів різання

Режими обробки деталей є ключовим чинником ефективного здійснення технологічного процесу. До параметрів режимів різання металів належать:

- глибина різання t , мм;
- подача s , мм/об;
- швидкість різання v , м/хв (або частота обертання шпинделя n , об/хв, чи кількість подвійних ходів n , подв. х/хв).

Підбір параметрів режиму різання здійснюється таким чином, щоб забезпечити необхідну продуктивність при мінімальній собівартості виконання операції. Для цього використовуються інструменти оптимальної конструкції (з урахуванням матеріалу ріжучої частини, її геометрії, достатньої міцності й жорсткості), а також обладнання, яке не обмежує ріжучі можливості інструмента. Таким чином, режими різання визначаються з урахуванням характеристик оброблюваної деталі, особливостей інструменту та верстата.

Спочатку задається глибина різання, потім визначається подача, і вже після цього — швидкість різання.

Розглянемо приклад розрахунку параметрів режиму різання для обробки на верстаті з числовим програмним керуванням під час виконання другого переходу операції 020.

У цій операції здійснюється попереднє розточування отвору діаметром Ø140 мм, при цьому знімається припуск у 0,5 мм.

Згідно з [23], рекомендоване значення подачі складає:

$$S_{01} = 0,5 \text{ мм/об.}$$

Однак для точнішого врахування конкретних умов обробки розраховують комплекс коригувальних коефіцієнтів:

- коефіцієнт залежно від типу інструментального матеріалу (T14K8) 1,1;
- коефіцієнт, що враховує спосіб закріплення пластини (механічне кріплення): 1;
- коефіцієнт залежно від типу інструменту: 0,95;
- коефіцієнт міцності ріжучої частини інструменту (товщина пластини — 4 мм): 1;
- коефіцієнт, що враховує властивості оброблюваного матеріалу: 0,9;
- коефіцієнт за схемою установки: 1,2;
- коефіцієнт стану поверхні: 1;
- коефіцієнт геометрії інструменту: 1;
- коефіцієнт жорсткості верстата: 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:

$$S_{01} = 0,5 \cdot 0,84337 = 0,421 \text{ (мм/об);}$$

Швидкість різання визначається за таблицями і складає:

$$V_{\text{різл}}=78 \text{ (м/хв)};$$

При цьому потужність складає:

$$P_1=7,5 \text{ (кВт)};$$

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 $K_v=0,9$;

Коефіцієнт, що враховує механічні властивості оброблюваного матеріалу $K_{vm}=1,3$;

Коефіцієнт, що враховує геометричні параметри різця $K_{v\phi}=0,95$;

Коефіцієнт, що враховує період стійкості ріжучої частини інструменту $K_{vt}=1,1$;

Коефіцієнт, що враховує наявність охолодження (без охолодження) $K_{vj}=0,98$

Коефіцієнт, що враховує вид обробки $K_{vo}=1,2$.

Загальний коефіцієнт складає:

$$K_1=0,95 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 0,98=1,005$$

Отже швидкість різання складатиме:

$$V_{\text{різл}}=78 \cdot 1,005=78,42 \text{ (м/хв.)};$$

Відповідно отримаємо:

$$n_1=1000 \cdot 78,42 / 3,14 \cdot 145=998,98 \text{ (об/хв.)};$$

Прймаємо 1000 об/хв. Хвилинна подача

$$S_{m1}=1000 \cdot 0,421=421 \text{ (мм/хв).}$$

Таблиця 2.16– Зведена таблиця режимів різання

Операції, переходи	S, мм/об	V, м/хв	n, об/хв.
Вертикально-фрезерна з ЧПК			
2 Фрезерувати площину 1	0,44	122,7	157
3 Фрезерувати площину 2	0,36	130,2	450
4 Центрувати 2 отво-ри 3 і 5 отворів 4	0,14	22,5	1554
5 Свердли 5 от-ворів 4	0,24	26,54	1055
6 Нарізати різь в 5 отворах 4	1,5	7,92	580
7 Свердли 2 отвори 3	0,12	15	1152
8 Зенкерувати 2 отвори 3	0,3	16	600
9 Розвернути 2 отвори 3	0,12	9	900
Токарно-револьверна з ЧПК			
2 Фрезерувати торець 1	0,6	180	319
3 Фрезерувати площину 2	0,7	120	280
4 Розточити попередньо отвір 3	0,6	180	319
5 Розточити попередньо отвір 3	0,2	210	340
6 Розточити поверхню 4	0,6	180	319
7 Розточити остаточно отвір 3	0,1	310	420
8 Розточити попередньо отвір 5	0,7	120	280
9 Розточити попередньо отвір 5	0,3	136	340
10 Розточити остаточно отвір 5	0,2	210	380

2.9 Визначення технічних норм часу

Нормування в машинобудуванні передбачає встановлення технічно обґрунтованих норм часу для виконання робіт. Для кожної технологічної операції нормування проводиться окремо. Технічною нормою часу вважається час, необхідний для виконання операції в конкретних організаційно-технічних умовах виробництва.

Існує три основні методи нормування:

Метод технічного розрахунку за нормативами — передбачає визначення тривалості операції шляхом детального аналізу її змісту, послідовності виконання дій робітника та роботи верстата з використанням мікроелементних нормативів.

Метод порівняння і розрахунку за типовими підвищеними нормативами — час операції встановлюється наближено на основі стандартних, підвищених нормативних даних.

Метод нормування на основі вивчення витрат робочого часу — передбачає проведення хронометражних спостережень за виконанням операції. Цей метод є особливо важливим для аналізу та узагальнення передових методів роботи, а також для розробки нормативів, які надалі використовуються при технічних розрахунках.

У даному випадку скористаємося першим методом розрахунку. При цьому слід врахувати, що методика визначення норм часу для верстатів з числовим програмним керуванням має певні відмінності порівняно з універсальними та спеціальними верстатами. Далі наведемо приклад розрахунку для операції 005. Норма штучного часу згідно [23] визначається за формулою:

$$T_{\text{ш}} = (T_{\text{ц.а.}} + T_{\text{в}}) \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{тех}} + a_{\text{орг}} + a_{\text{від}}}{100}\right) \text{ [хв]} \quad (4.10)$$

де $T_{\text{ц.а.}}$ — час на цикл роботи за програмою, складається із двох складових:

$$T_{ц.а.}=T_o+T_{мд} \quad [хв] \quad (4.11)$$

T_o – основний час роботи верстата за програмою, $T_{мд}$ – машинно-допоміжний час.

При свердлінні, зенкеруванні довжина робочого ходу визначається за формулою:

$$T_o=(l_0+l_1+l_2+l_3)/S_m, [хв] \quad (4.12)$$

де l_0 - довжина оброблюваної поверхні; l_1 - довжина підводу; l_2 – довжина врізання; l_3 – довжина перебігу; S_m – хвилинна подача. Відповідні значення та результати розрахунку для всіх переходів механічної обробки отворів Ø10H7 наведено в таблиці 4.11.

Для розрахунку машинно-допоміжного часу, який витрачається на виконання автоматичних допоміжних переміщень під час виконання переходів, визначають такі параметри: величину швидкого підводу інструмента від початкової позиції (100 мм), а також величину корекції для розгортки і зенкерів, яка становить 10 мм.

Підвід інструмента до вихідної точки кожного переходу визначається як сума цих двох значень та довжини холостого ходу, що дорівнює довжині робочого ходу. Таким чином, отримаємо:

$$T_{мвх1}=(2 \cdot 100+84)/6000=0,05 \text{ (хв.)};$$

Для переходів зенкерування:

$$T_{мвх6}=2 \cdot (100+10+84)/6000=0,13 \text{ (хв.)};$$

Машинно-допоміжний час на автоматичну зміну інструменту складатиме 0,9 хв.

Відповідно час автоматичної роботи верстата по програмі для операції 005 складатиме:

$$T_{\text{ц.а.}} = (0,4 + 1,4 \cdot 2 + 2,57 + 0,05 + 1,8) + (0,13 + 0,1 + 0,05 + 0,05 + 0,13 + 0,12 + 0,55 + 0,05) = 8,2 \text{ (хв.)}.$$

Таблиця 2.17 - Основний час автоматичної роботи верстату для обробки отворів Ø5H7

Перехід механічної обробки	Довжина оброблюваної поверхні, мм	Довжина підводу інструменту, мм	Довжина врізання інструменту, мм	Довжина перебігу інструменту, мм	Хвилинна подача, мм/хв	Основний час, хв
Центрування отвору Ø3	5	5	3	-	439,4	0,05
Свердління отвору Ø5	18	5	7,5	-	135,25	0,16
Зенкерування отвору	18	5	3	-	234	0,06
Розвертання отвору	18	5	18	-	62	0,13
Всього						0,4

Допоміжний час T_v складається із:

$T_{\text{вуст}}$ - допоміжний час на установку і зняття деталі, згідно довідника для даної операції складає 0,1 хв;

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

- встановлення заданого взаємного розташування деталі і інструмента по координатам – 0,2 хв;
- перевірку приходу інструмента в задану точку після обробки – 0,12 хв.

$$T_{\text{воп}} = 0,2 + 0,12 = 0,32 \text{ (хв.)};$$

$T_{\text{вим}}$ – допоміжний час на контрольні вимірювання, що складається в даному випадкові із семи заміру штангенциркулем, вісьмох замірів пробкою.

В сумі час затрачений на вимірювальні операції складає:

$$T_{\text{ввм}} = 0,09 \cdot 2 + 0,07 \cdot 4 = 0,46 \text{ (хв.)}$$

Відповідно допоміжний час складатиме:

$$T_{\text{в}} = 0,11 + 0,32 + 0,46 = 0,89 \text{ (хв.)}$$

Час на організаційне і технічне обслуговування робочого місця і особисті потреби приводяться в відсотках від оперативного часу і складаються.

$$T_{\text{ш}} = (8,2 + 2,58) \cdot \left(1 + \frac{9}{100}\right) = 11,5 \text{ (хв.)}$$

Для інших операцій розрахунки проводяться аналогічно, а норми часу занесено до таблиці 2.18.

Таблиця 2.18 – Норми часу

№ операції	Основний час, хв	Штучний час, хв
005	8,27	11,58
010	6,36	8,27

3 РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ ДІЛЬНИЦІ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

3.1. Розрахунок приведеної програми

Таблиця 3.1 – Дані для розрахунку приведеної програми

Деталі	Маса	Програма	Точність/Шорсткість									
			6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Кришка 10.50 (розрахунковий представ- ник)	33,65	3500	-	3			19		2		5	
			0,8	1,25	1,6	2,5	3,2	6,3	12,5	50	-	
					1	2		20	6			
Корпус 24.65	37,25	5600	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
			-	1	4	2	-	4	10	-	22	
			0,8	1,25	1,6	2,5	3,2	6,3	12,5	50		
			-	1	4	2	-	14	22		-	
Кришка	30,18	5800	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
			-	2	4	-	12	-	14	-	25	
			0,8	1,25	1,6	2,5	3,2	6,3	12,5	50	-	
			-	2	4		12	14	25		-	
Кришка 24.65	28,73	7500	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
			-	6	8	-	12	-	14	-	25	
			0,8	1,25	1,6	2,5	3,2	6,3	12,5	50	-	
			-	6	8		2	14	25		-	

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

– для розрахункового представника

$$K_{1c} = \sqrt[3]{\left(\frac{33,65}{33,65}\right)^2} = 1,0;$$

– корпуса 24.65

$$K_{1\phi} = \sqrt[3]{\left(\frac{37,25}{33,65}\right)^2} = 1,07;$$

— для кришки

$$K_{1BK} = \sqrt[3]{\left(\frac{30,18}{33,65}\right)^2} = 0,93;$$

— для кришки 24.65

$$K_{1BK} = \sqrt[3]{\left(\frac{28,73}{33,65}\right)^2} = 0,9;$$

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

— для розрахункового представника

$$K_{2\alpha} = \left(\frac{3500}{3500}\right)^{0,15} = 1,0;$$

— для корпусу 24.65

$$K_{2\phi} = \left(\frac{3500}{5600}\right)^{0,15} = 0,93;$$

— для кришки

$$K_{2BK} = \left(\frac{3500}{5800}\right)^{0,15} = 0,927;$$

— для кришки 24.65

$$K_{2BK} = \left(\frac{3500}{7500}\right)^{0,15} = 0,89;$$

K_3 – коефіцієнт, що враховує точність, шорсткість, складність конструкції деталі та конструктивні показники. Знайдемо значення коефіцієнта K_{3I} для кожної деталі

— для розрахункового представника

$$\overline{K_{Tp,np}^C} = \frac{\sum K_{\kappa\theta} \cdot n_{\kappa\theta}}{\sum n_{\kappa\theta}} = \frac{7 \cdot 3 + 10 \cdot 19 + 12 \cdot 2 + 14 \cdot 5}{3 + 19 + 2 + 5} = 11,2;$$

$$K_{31} = \left(\frac{\overline{K_T^{P.PP}}}{\overline{K_{Tp,np}}} \right)^{\alpha_1} = 0,93;$$

— корпуса 24.65

$$\overline{K_{Tp,np}^{\kappa 15}} = \frac{\sum K_{\kappa\theta} \cdot n_{\kappa\theta}}{\sum n_{\kappa\theta}} = \frac{7 \cdot 1 + 8 \cdot 4 + 9 \cdot 2 + 11 \cdot 4 + 12 \cdot 10 + 14 \cdot 22}{1 + 4 + 2 + 4 + 10 + 22} = 12,3;$$

$$K_{31} = \left(\frac{\overline{K_T^{\kappa 15}}}{\overline{K_{Tp,np}}} \right)^{\alpha_1} = \left(\frac{12,3}{11,2} \right)^{\alpha_1} = \frac{0,87}{0,93} = 0,935;$$

— для кришки

$$\overline{K_{Tp,np}^K} = \frac{\sum K_{\kappa\theta} \cdot n_{\kappa\theta}}{\sum n_{\kappa\theta}} = \frac{7 \cdot 2 + 8 \cdot 4 + 10 \cdot 12 + 12 \cdot 14 + 14 \cdot 25}{2 + 4 + 12 + 14 + 25} = 12;$$

$$K_{31} = \left(\frac{\overline{K_T^K}}{\overline{K_{Tp,np}}} \right)^{\alpha_1} = \left(\frac{12}{11,2} \right)^{\alpha_1} = \frac{0,9}{0,93} = 0,97;$$

— для кришки 24.65

$$\overline{K_{Tp,np}^K} = \frac{\sum K_{\kappa\theta} \cdot n_{\kappa\theta}}{\sum n_{\kappa\theta}} = \frac{7 \cdot 6 + 8 \cdot 8 + 10 \cdot 12 + 12 \cdot 14 + 14 \cdot 25}{6 + 8 + 12 + 14 + 25} = 11,5;$$

$$K_{31} = \left(\frac{\overline{K_T^K}}{\overline{K_{Tp,np}}} \right)^{\alpha_1} = \left(\frac{11,5}{11,2} \right)^{\alpha_1} = \frac{0,92}{0,93} = 0,99;$$

Знайдемо значення коефіцієнта K_{32} для кожної деталі

— для розрахункового представника

$$\overline{R_a^K} = \frac{\sum R_a \cdot n_{нов}}{\sum n_{нов}} = \frac{1,6 \cdot 1 + 2,5 \cdot 2 + 6,3 \cdot 20 + 12,5 \cdot 6}{1 + 2 + 20 + 6} = 7,16;$$

$$\left(\overline{R_a^K}\right)^{\alpha_2} = (7,16)^{\alpha_2} = 0,97;$$

- корпуса 24.65

$$\overline{R_a^{\varepsilon 15}} = \frac{\sum R_a \cdot \ddot{i}_{\ddot{a}\ddot{a}}}{\sum \ddot{i}_{\ddot{a}\ddot{a}}} = \frac{1,25 \cdot 1 + 1,6 \cdot 4 + 2,5 \cdot 2 + 6,3 \cdot 14 + 12,5 \cdot 22}{1 + 4 + 2 + 14 + 22} = 8,74$$

$$K_{32}^{\varepsilon 15} = \left(\frac{\overline{R_a^{\varepsilon 15}}}{R_a^{p,np}} \right)^{\alpha_2} = \left(\frac{8,74}{7,16} \right)^{\alpha_2} = \frac{0,96}{0,97} = 0,99;$$

- для кришки

$$\overline{R_a^K} = \frac{\sum R_a \cdot n_{nos}}{\sum n_{nos}} = \frac{1,25 \cdot 2 + 1,6 \cdot 4 + 3,2 \cdot 12 + 6,3 \cdot 14 + 12,5 \cdot 25}{2 + 4 + 12 + 14 + 25} = 7,86;$$

$$K_{32}^K = \left(\frac{\overline{R_a^K}}{R_a^{p,np}} \right)^{\alpha_2} = \left(\frac{7,86}{7,12} \right)^{\alpha_2} = \frac{0,975}{0,97} = 1,005;$$

- для кришки 24.56

$$\overline{R_a^K} = \frac{\sum R_a \cdot n_{nos}}{\sum n_{nos}} = \frac{1,25 \cdot 6 + 1,6 \cdot 8 + 3,2 \cdot 2 + 6,3 \cdot 14 + 12,5 \cdot 25}{6 + 8 + 2 + 14 + 25} = 7,8;$$

$$K_{32}^K = \left(\frac{\overline{R_a^K}}{R_a^{p,np}} \right)^{\alpha_2} = \left(\frac{7,8}{7,12} \right)^{\alpha_2} = \frac{0,975}{0,97} = 1,005;$$

Знайдемо значення коефіцієнта K_3 для кожної деталі:

$$K_{3C} = K_{31}^{\alpha_1} \cdot K_{32}^{\alpha_2} = 1,0 \cdot 1,0 = 1,0;$$

$$K_{3\Phi} = K_{31}^{\alpha_1} \cdot K_{32}^{\alpha_2} = 0,935 \cdot 0,99 = 0,93;$$

$$K_{3BK} = K_{31}^{\alpha_1} \cdot K_{32}^{\alpha_2} = 0,97 \cdot 1,005 = 0,98;$$

$$K_{3BK} = K_{31}^{\alpha_1} \cdot K_{32}^{\alpha_2} = 0,99 \cdot 1,005 = 0,995;$$

Значення коефіцієнта K_{np} для кожного виробу

$$K_{npP.IIP} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0;$$

$$K_{np\kappa 15} = 0,93 \cdot 0,93 \cdot 1,07 = 0,93;$$

$$K_{np} = 0,93 \cdot 0,98 \cdot 0,927 = 0,85;$$

$$K_{np} = 0,995 \cdot 0,9 \cdot 0,89 = 0,81;$$

На основі приведених вище розрахунків приведена програма становитиме

$$N_{np} = \sum_{i=1}^n N_i \cdot K_{npi} = 3500 \cdot 1,0 + 5600 \cdot 0,93 + 5800 \cdot 0,85 + 7500 \cdot 0,81 = 19710 (\text{шт.})$$

Таблиця 3.2 – Розрахунок приведеної програми

Найменування виробу	Річний випуск, шт	Маса одного виробу, кг	Коефіцієнт приведення				Приведена програма випуску
			по масі	по серійності	по складності	загальний	
Кришка 10.50	3500	33,65	1,0	1,0	1,0	1,0	3500
Корпус 24.65	5600	37,25	1,07	0,93	0,93	0,93	5207
Кришка	5800	30,18	0,93	0,927	0,98	0,85	4952
Кришка 24.65	7500	28,73	0,9	0,89	0,995	0,81	6051
Всього							19710

3.2. Визначення кількості верстатів і коефіцієнтів завантаження

В умовах серійного виробництва обробку деталей ведуть партіями. При детальному проектуванні цехів та дільниць, кількість верстатів визначається по кожному типорозміру обладнання на основі даних про верстатомісткість ($T_{шт-к}$).

Необхідна кількість верстатів по кожній операції механічної обробки розрахункового представника (Ступиці):

$$C_p = \frac{T_{шт-к.р.нр} \cdot N_{np}}{F_{\partial} \cdot m \cdot 60}. \quad (5.4)$$

$$C_{p005} = \frac{11,58 \cdot 19710}{3890 \cdot 60} = 0,9779;$$

$$C_{p010} = \frac{8,58 \cdot 19710}{3890 \cdot 60} = 0,7246;$$

Прийнята кількість обладнання на кожній операції механічної обробки складає:

$$C_{np005} = 1; \quad C_{np010} = 1;$$

Коефіцієнт завантаження для верстатів на операції 005 складатиме:

$$\eta_3 = 0,977/1 = 0,977$$

Операції 010:

$$\eta_3 = 0,725/1 = 0,725$$

Середній коефіцієнт завантаження верстатів ділянки визначається відношенням сумарної розрахункової кількості верстатів C_p до сумарної прийнятої кількості C_{np}

$$\eta_{з.ср.} = (0,977 + 0,725)/2 = 0,8512$$

Коефіцієнт використання верстатів за основним (технологічним) часом η_o свідчить про частку основного (машинного часу) в загальному часі роботи верстата. Коефіцієнт використання верстатів за основним (технологічним) часом для верстатів на операції 005 складатиме:

$$\eta_3 = 8,27/11,58 = 0,7142$$

Операції 010:

$$\eta_3 = 6,36 / 8,58 = 0,7413$$

По значеннях η_o на всіх операціях визначається середній (як середнє арифметичне) $\eta_{o,сep}$ верстатів дільниці (цеху)

$$\eta_{o,сep} = (0,7142 + 0,7413) / 2 = 0,7277$$

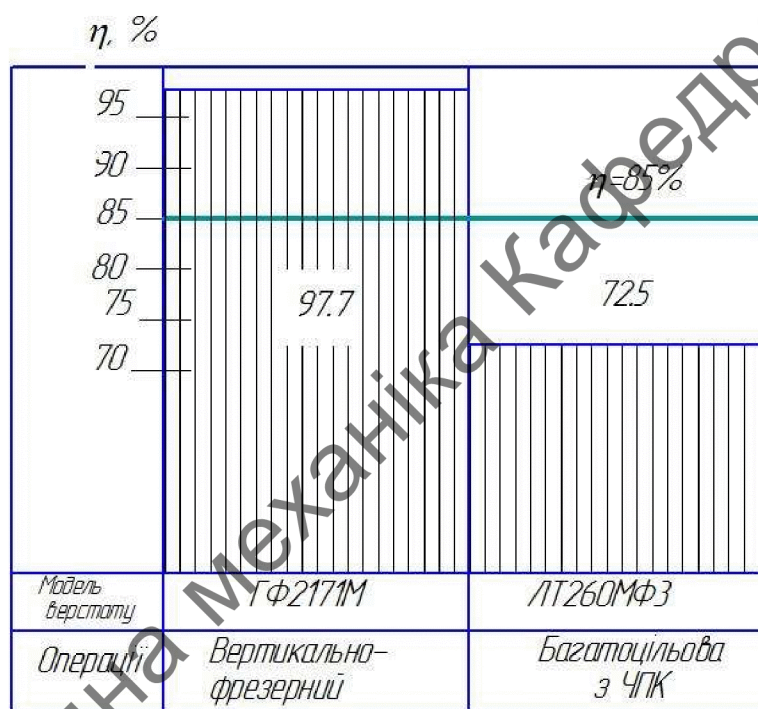


Рисунок 3.1 – Графік завантаження верстатів

Аналіз графіка завантаження обладнання свідчить про те, що верстати завантажені в достатній мірі, але токарно-револьверний верстат може бути довантажений деталями з інших дільниць. Коефіцієнт завантаження за основним часом може бути підвищений за рахунок впровадження засобів механізації та автоматизації. Це дасть можливість в першу чергу скоротити допоміжний час, а також час технічного обслуговування. Відповідно доля основного часу в структурі штучно-калькуляційного зросте і підвищиться коефіцієнт використання за основним часом.

Таблиця 3.2 – Кількість обладнання та коефіцієнти завантаження і використання верстатів за основним часом

№ операції	Назва операцій	Розрахункова кількість верстатів	Прийнята кількість верстатів $C_{\text{пр.шт.}}$	$\eta_{з.і}$	$\eta_{з.сер.}$	$\eta_{о.і}$	$\eta_{о.сер.}$
005	Вертикально-фрезерна з ЧПК	0,977	1	0,977	0,85	0,714	0,728
010	Багатоцільова з ЧПК	0,725	1	0,725		0,741	

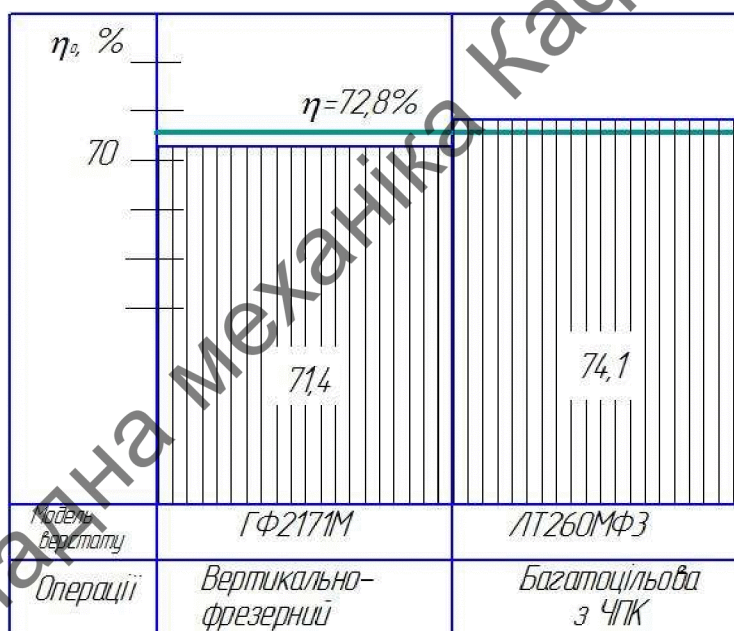


Рисунок 3.2 – Графік використання верстатів за основним часом

3.3. Розрахунок кількості робітників на дільниці

Кількість основних робітників, зайнятих виконанням операцій технологічного процесу:

$$P_{005} = \frac{11.58 \cdot 19710}{1830 \cdot 1 \cdot 60} = 2.08;$$

$$P_{010} = \frac{8.58 \cdot 19710}{1830 \cdot 1.60} = 1.54;$$

На основі зроблених розрахунків остаточно приймаємо кількість працюючих на кожній операції:

$$P_{005} = 3 \text{ чол.} \quad P_{010} = 2 \text{ чол.}$$

Оскільки кількість допоміжних робітників становить 20...25% від основних, то приймаємо 1 чол. Так як для обслуговування дільниці необхідні послуги наладчика верстатів та контролер, який перевіряє точність виготовленої продукції, необхідно ввести ці посади. Зважаючи на те, що обслуговування дільниці не дає можливості повної зайнятості працівників, досить доречно поєднати обслуговування даної дільниці разом з іншими дільницями механообробного цеху.

Аналогічним чином призначаються інженерно-технічні працівники, службовці.

Молодший обслуговуючий персонал призначається виходячи з нормативу 1 робітник на 500...600 м² площі.

Таблиця 3.4 – Відомість працюючих на дільниці

Працюючі (категорія)	Загальна кількість	Розподіл по професіям	Розподіл по змінам
Основні робітники	5	Оператор – 3	2 (І зміна); 1 (ІІ зміна)
		Оператор – 2	1 (І зміна); 1 (ІІ зміна)
Допоміжні працівники	1	Контролери – 0,5 ставки	0,5 (І зміна)
		Наладчик – 0,5 ставки	0,5 (І зміна)
Інженерно-технічні робітники	1	Технологи – 0,5 ставки	0,5 (І зміна)
		Майстри – 0,5 ставки	0,5 (І зміна)
Службовці	1	Бухгалтер – 0,1 ставки	0,1 (І зміна)

		на дільниці	
Молодший обслуговуючий персонал	1	Прибиральник – 0,2	0,1 (I зміна); 0,1 (II зміна)
Загальна кількість	9		

Таким чином, на дільниці механічної обробки для виготовлення деталі за запропонованим маршрутом необхідно встановити два металорізальних верстати, які обслуговуватимуться п'ятьма основними робітниками. Додатково, для стабільної роботи дільниці потрібно залучити ще чотирьох працівників, які можуть працювати за неповною ставкою та виконувати роботи з інших дільниць у разі потреби. Проведені розрахунки показали, що застосування даного технологічного процесу забезпечує отримання деталей з точнісними характеристиками, які відповідають вимогам креслення.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Ефективне використання людських ресурсів є ключовим фактором для соціально-економічного розвитку будь-якого підприємства. Проблеми, пов'язані зі збереженням робочого потенціалу, профілактикою професійних захворювань і створенням безпечних умов на виробництві, набувають надзвичайної актуальності у сучасних умовах. Проте у практичній роботі часто спостерігається ігнорування принципів безпеки на роботі, що може призвести до травматизму та навіть загибелі працівників. У зв'язку з цим важливим стає питання про обов'язки та відповідальність роботодавця за забезпечення належних умов праці на підприємстві. Реальний рівень безпеки на виробництві визначається частотою та серйозністю небезпечних ситуацій, наявністю і тривалістю їхнього виникнення, кількістю працівників, які потрапляють під вплив небезпечних факторів, а також ефективністю застосованих заходів безпеки.

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які мали вплив на працівника під час удосконалення технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Кришка ав.12» такі: підвищена чи понижена температура повітря робочої зони; недостатнє освітлення робочої зони; підвищений рівень шуму на робочому місці; відсутність чи нестача природного світла; фізичні перевантаження (статичні та динамічні); пряма та відображена блискість; механізми, що рухаються; підйомно-транспортні обладнання; незахищені рухливі елементи виробничого устаткування (привідні й передавальні механізми, різальний інструмент, що обертається тощо); підвищена температура поверхонь устаткування й оброблюваних матеріалів і нервово-психічні перевантаження (перенапруга аналізаторів, емоційні навантаження).

Відповідно до визначених факторів формуємо рекомендації щодо безпечних умов праці під час виконання роботи.

4.1. Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи

Під час механічної обробки заготовок деталей, таких як «Кришка ав.12», необхідно дотримуватися установлених режимів роботи, зазначених у технічних умовах

для відповідного обладнання. Необхідно також регулярно проводити перевірки, технічне обслуговування та ремонт устаткування, щоб запобігти виникненню збоїв та відмов. Підвищений ступінь автоматизації металорізальних верстатів та їх ускладнення неминуче приводять до збільшення числа збоїв і відмов. Отже, необхідна більш ефективна система діагностики для автоматизованого обладнання та інструментів. Цю мету можна досягти за допомогою спеціальних датчиків та комп'ютерів, які забезпечують автоматичний постійний контроль за роботою устаткування. Більш того, верстати можуть бути обладнані пристроями, які автоматично вимикають устаткування у разі поломки різального інструменту, що забезпечує додатковий захист.

Крім цього, для забезпечення безперебійної роботи механізмів рекомендується ретельно контролювати стан інструменту та регулярно проводити його заміну або підтримку. Важливо також підвищити увагу до навчання персоналу з питань техніки безпеки та правильної експлуатації обладнання. Особлива увага повинна бути приділена плануванню профілактичних заходів і своєчасному реагуванню на будь-які виявлені проблеми у роботі устаткування.

Вимоги безпеки до технологічних процесів мають дотримуватися на всіх етапах, включаючи операції технічного контролю, переміщення та міжопераційне складування. Це передбачає ретельний моніторинг кожної фази виробництва, щоб запобігти можливим аваріям та забезпечити безпечні умови праці. Відповідні заходи безпеки повинні бути інтегровані в усі технологічні інструкції та процедури, щоб забезпечити їх дотримання всіма працівниками.

Електробезпека забезпечується шляхом реалізації таких заходів:

- розміщення апаратів ручного або дистанційного керування в зручних місцях, що дозволяє вмикати або вимикати електроустаткування під час перерв у роботі або в аварійних ситуаціях;
- захист електроприладів від самовмикання при раптовому відновленні електроживлення.

– встановлення захисного заземлення та організація захисного вимкнення механічних пристроїв і установок, які можуть випадково опинитися під напругою, а також прокладення зовнішньої проводки всередині труби, металевого рукава або гумового шланга.

Рациональне розміщення основного і допоміжного устаткування, а також правильна організація робочих місць мають важливе значення для забезпечення здорових та безпечних умов праці. Конструкція робочого місця, його розміри та взаємне розташування елементів повинні відповідати антропометричним, фізіологічним і психофізіологічним характеристикам людини, а також характеру роботи. Робоче місце, облаштоване згідно з вимогами стандартів, забезпечує зручне положення працівника. Виконання трудових операцій повинно здійснюватися в зонах моторного поля (оптимальної досяжності, легкої досяжності та досяжності) в залежності від необхідної точності та частоти дій.

Для забезпечення безпечного виконання роботи в механічному цеху необхідно впровадити низку технічних рішень, які охоплюють різні аспекти безпеки праці:

1. Організація робочих місць. Робочі місця повинні бути сплановані таким чином, щоб забезпечити вільний доступ до обладнання та зменшити ризик травм. Зони з підвищеною небезпекою, такі як області навколо рухомих частин обладнання, повинні бути чітко позначені та огорожені.

2. Захист від механічних небезпек, зокрема установлення захисних кожухів на рухомих частинах верстатів і механізмів для запобігання випадковим дотикам, використання пристроїв блокування, які зупиняють обладнання у випадку відкриття захисного кожуха або порушення цілісності огорожі, а також впровадження автоматичних систем вимкнення обладнання при виявленні небезпечних умов, таких як перевантаження або несправність.

3. Контроль за станом обладнання, який передбачає регулярні перевірки та обслуговування обладнання для виявлення та усунення потенційних несправностей, використання сучасних систем діагностики, що дозволяють виявляти несправності на ранніх стадіях за допомогою спеціальних датчиків та комп'ютерних програм, а

також проведення планово-попереджувальних ремонтів для забезпечення безперервної та безпечної роботи обладнання.

4 2. Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

Під час роботи на працівників впливають різні шкідливі фактори виробничого середовища. Завдання гігієни праці та виробничої санітарії полягає в усуненні або мінімізації їхнього впливу. Розглянемо робоче місце працівника під час удосконалення технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Кришка ав.12».

4.2.1. Мікроклімат

Мікроклімат виробничих приміщень – це сукупність фізичних факторів, які впливають на теплообмін людини з навколишнім середовищем, визначаючи її самопочуття, працездатність, стан здоров'я та якість роботи працівників підприємства. Згідно вимог показники мікроклімату повинні забезпечувати збереження теплового балансу людини з навколишнім середовищем і підтримку оптимального або припустимого теплового стану організму. Показниками, що характеризують мікроклімат у виробничих приміщеннях, є: температура повітря, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря та інтенсивність теплового опромінення.

За енерговитратами робота працівника, належить до категорії «легка фізична». Допустимі параметри мікроклімату для категорії 1 б наведені в табл.4.1.

Таблиця 4.1 – Параметри мікроклімату

Період року	Допустимі		
	t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	21-28	75	0,1-0,3
Холодний	20-24	75	0,1

Вимірювання показників мікроклімату з метою контролю їх відповідності гігієнічним вимогам повинні проводитися в холодний період року у дні з температурою

зовнішнього повітря, що відрізняється від середньої температури найбільш холодного місяця зими не більше ніж на 5°C , у теплий період року – у дні з температурою зовнішнього повітря, що відрізняється від середньої максимальної температури найбільш жаркого місяця не більше ніж на 5°C . Частота вимірів в обох періодах року визначається стабільністю виробничого процесу, функціонуванням технологічного й санітарно-технічного устаткування.

Для підтримання нормативних параметрів мікроклімату в приміщенні використовуються централізована парова система опалення (для обігріву в холодний період року), система припливно-витяжної вентиляції та регулярне провітрювання.

4.2.2. Склад повітря робочої зони

Склад повітря в робочій зоні механічного цеху характеризується наявністю різних шкідливих речовин, які можуть негативно впливати на здоров'я працівників. У повітрі можуть бути присутніми тверді та рідкі частки, а також гази і пари, що утворюють аерозолі та газоподібні суміші. Ці речовини мають негативний вплив на працівників. Так, металевий, абразивний, деревний та інші види пилу можуть викликати подразнення дихальних шляхів, алергічні реакції, хронічні захворювання легень (наприклад, пневмоконіоз), оксиди азоту та сірки можуть подразнювати дихальні шляхи, викликати запальні процеси та посилювати захворювання дихальної системи, а деякі аерозолі можуть бути токсичними або канцерогенними. ГДК цих речовин наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – ГДК шкідливих речовин у повітрі

Назва речовини	ГДК, мг/м^3	Середньо добова	Клас небезпечності
	Максимально разова		
Вуглекислий газ	3	1	4
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4
Озон	0,16	0,03	1

Для мінімізації шкідливого впливу цих речовин необхідно забезпечувати ефективну систему вентиляції, застосовувати місцеві фільтри, регулярно провітрювати приміщення та контролювати концентрацію шкідливих речовин у повітрі робочої зони. Крім того, важливо забезпечити працівників засобами індивідуального захисту та проводити навчання з безпеки праці.

4.2.3. Виробниче освітлення

Освітлення – це використання світлової енергії, що походить від сонця або штучних джерел світла, для створення оптимальних умов для зорового сприйняття навколишнього середовища. Ефективне освітлення впливає на психофізіологічний стан людини та забезпечує безпеку праці, підвищуючи її продуктивність. В цехах промислових підприємств належна увага до раціонального освітлення свідчить про високий рівень організації виробництва та культури праці. Недостатнє освітлення може призвести до втоми зорового апарату та підвищити ризик травматизму в процесі праці. Відповідно до вимог ДБН В.2.5-28:2018, важливо застосовувати комбіновану систему освітлення, яка включає в себе як природне, так і штучне освітлення для забезпечення оптимальних умов праці в приміщенні. Норми освітленості при штучному освітленні та КПО при природному та сумісному освітленні зазначені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Норми освітленості в приміщенні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фона	Освітленість, лк		КПО, e_n , %			
						Штучне освітлення		Природне освітлення		Сумісне освітлення	
						Комбіноване	Загальне	Верхнє або верхнє і бокове	Бокове	Верхнє або верхнє і бокове	Бокове
Дуже високої точності	Від 0,15 до 0,3	II	г	великий	світлий	1000	300	7	2,5	4,2	1,5

Для покращення освітлення доцільними є:

1. Використання світлодіодних або енергоефективних ламп для покращення якості світла.
2. Впровадження систем автоматичного регулювання освітлення, які забезпечують оптимальну яскравість світла відповідно до потреб.
3. Проведення регулярного технічного обслуговування світильників та приладдя для підтримання їхньої ефективності.
4. Організація робочих місць з урахуванням оптимального розміщення світлових джерел для мінімізації відблисків та тіней.
5. Проведення періодичних перевірок освітлення для визначення відповідності його параметрів нормативам та потребам працівників.

4.2.4. Виробничий шум

Шум є одним з найпоширеніших несприятливих факторів умов праці на виробництві. Під впливом інтенсивного шуму порушуються функції не тільки слухового аналізатора, але й центральної нервової, серцево-судинної й інших фізіологічних систем. Робота в умовах інтенсивного шуму призводить до зниження продуктивності праці, росту браку й збільшення ймовірності одержання виробничих травм. Найбі-

льший шум створюється при роботі на великогабаритних токарних, revolverних, фрезерних, карусельних верстатах, особливо при обробці деталей із твердих сплавів. Основними джерелами шуму більшості металорізальних верстатів є приводи, електродвигуни й різальний інструмент у процесі роботи.

Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку відображені в ДСН 3.3.6.037-99.

Таблиця 4.4 – Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного широкополосного шуму

Характер роботи	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах зі середньо-геометричними частотами (Гц)									Допустимий рівень звуку, дБА
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Виробничі приміщення	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Для зниження рівня шуму в виробничому приміщенні доцільними є такі заходи:

1. Використання звукопоглинальних матеріалів для поглинання звукових хвиль.
2. Використання звукоізоляційних коробів на обладнанні та верстатах для поглинання та розсіювання звукових хвиль.
3. Регулярне технічне обслуговування обладнання з метою запобігання виникненню джерел шуму.
4. Використання акустичних екранів або перегородок для відокремлення джерел шуму та його розподілу.
5. Проведення зонування робочих приміщень для розділення джерел шуму від робочих зон.
6. Впровадження програми оцінки та моніторингу рівня шуму для постійного контролю та управління цим параметром.

4.2.5. Виробничі вібрації

На поточному рівні технологічного прогресу вирішення проблеми контролю вібрацій набуває значимості. Вібраційна хвороба стоїть на другому місці серед професійних захворювань, лише трохи поступаючись пневмоконіозам.

Для локальної вібрації встановлюються такі значення граничної та діючої експозиції:

- граничне значення (віброприскорення) добової експозиції, встановлене для 8-годинної робочої зміни, становить 5 м/с^2 ;
- значення (віброприскорення) діючої добової експозиції, встановлене для 8-годинної робочої зміни, становить $2,5 \text{ м/с}^2$.

Для загальної вібрації встановлюються такі значення граничної та діючої експозиції:

- граничне значення (віброприскорення) добової експозиції, встановлене для 8-годинної робочої зміни, становить $1,15 \text{ м/с}^2$, або величина дози вібрації становить 21 м/с-1,75 ;
- значення (віброприскорення) діючої добової експозиції, встановлене для 8-годинної робочої зміни, становить $0,5 \text{ м/с}^2$, або величина дози вібрації становить $9,1 \text{ м/с-1,75}$.

Захист від вібрацій починається насамперед з їхнього усунення. Досягається це в першу чергу вдосконалюванням кінематичних схем і поліпшенням роботи механізмів. Для окремих частин конструкцій застосовують пружну підвіску, амортизацію, ізолюють опори. Адміністрація підприємства, що експлуатує вібруючі інструменти й устаткування, повинна забезпечити дотримання діючих санітарних правил, а також наступних основних вимог: до експлуатації повинні допускатися тільки справні машини; при прийманні на роботи, пов'язані із впливом вібрації, що надходять повинні пройти попередній медичний огляд, а також проходити періодичні медичні огляди не рідше 1 рази в рік; працюючих необхідно забезпечити у встановленому порядку індивідуальними засобами захисту від вібрації.

4.2.6 Психофізіологічні фактори

Оцінка психофізіологічних факторів під час виконання роботи здійснюється відповідно до Гігієнічної класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу.

Загальні енергозатрати організму: до 174 Вт.

Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну): до 40 000.

Робоча поза: вільна зручна поза, можливість зміни пози («сидячи – стоячи») за бажанням працівника; перебування в позі «стоячи» до 40% часу зміни.

Нахили тулуба (вимушені, більше 30°), кількість за зміну: до 50 раз.

Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження:

- зміст роботи – творча діяльність, що вимагає вирішення складних завдань за відсутності алгоритму;
- сприймання інформації та їх оцінка – сприймання сигналів з наступним порівнянням фактичних значень параметрів з їх номінальними значеннями. Заключна оцінка фактичних значень параметрів;
- розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка, виконання завдання та його перевірка.

Сенсорні навантаження:

- зосередження (%за зміну) – до 5-75%;
- щільність сигналів (звукові за 1 год) – до 150;
- навантаження на слуховий аналізатор (%) – розбірливість слів та сигналів від 50 до 80 %;
- спостереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) – 4-6 год.
- навантаження на голосовий апарат (протягом тижня) – від 16 до 20.

Емоційне навантаження:

- ступінь відповідальності за результат своєї діяльності – є відповідальним за функціональну якість основної роботи;
- Ступінь ризику для власного життя – вірогідний;

Режим праці:

- тривалість робочого дня – більше 8 год;
- змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

За зазначеними показниками важкості та напруженості праці, робота, яка виконується належить до допустимого класу умов праці (напруженість праці середнього ступеня).

4.3. Пожежна безпека

Важливість забезпечення пожежної безпеки на підприємствах машинобудівної галузі надзвичайно велика. Враховуючи специфіку цього виду виробництва, де використовуються великі кількості матеріалів, що піддаються обробці та високим температурам, ризик пожежі значно збільшується. Забезпечення ефективної системи пожежної безпеки на машинобудівних підприємствах є не лише обов'язковим з точки зору дотримання законодавства, але й є важливою складовою для збереження життя та майна працівників, а також для збереження продуктивності та неперервності виробничого процесу.

Механічні, слюсарні, електричні майстерні відносяться до об'єктів з підвищеною пожежонебезпекою в силу своїх специфічних особливостей: умов виконання робіт, наявності спеціальних технологій, насиченості приміщення агрегатами та машинами підвищеної небезпеки. Усі працівники майстерень під час прийняття на роботу і у процесі праці повинні проходити протипожежні інструктажі та перевірку знань з питань пожежної безпеки.

Виробничі приміщення слід завжди утримувати впорядкованими і в чистоті. Електрощити, групові електрощитки повинні бути оснащені схемами підключення споживачів з пояснювальними написами і вказаним значенням номінального струму

апарата захисту (плавкої вставки). Встановлення на горючі основи (конструкції) електророзеток, вимикачів, перемикачів та інших подібних апаратів допускається тільки з підкладанням під них суцільного негорючого матеріалу, що виступає за габарити апарата не менш ніж на 0,01 м. Зберігати горючі матеріали слід не ближче: 0,5 м – до електросвітильників; 0,6 м – до сповіщувачів автоматичної пожежної сигналізації; 0,2 м – до горючих будівельних конструкцій; 0,15 м – до приладів центрального водяного опалення.

Евакуаційні виходи та проходи мають утримуватися завжди вільними й нічим не зашарашуватися. Для забезпечення пожежної безпеки у приміщеннях необхідно вчасно забирати матеріали, здатні до самозапалювання (промаслені ганчірки тощо). Обтиральний матеріал повинен зберігатися в металевих шухлядах з кришками, що щільно закриваються. Засоби протипожежного захисту слід утримувати у справному стані.

Відповідальний за пожежну безпеку в приміщенні після закінчення роботи зобов'язаний:

- ретельно оглянути приміщення майстерні, переконатись у відсутності порушень, що можуть призвести до виникнення пожежі;
- вимкнути освітлення, знеструмити станки, агрегати та інше устаткування (за винятком електрообладнання, яке за вимогами технології повинно працювати цілодобово).

Працівникам забороняється:

- працювати на неробочому обладнанні та несправним інструментом, а також на обладнанні, яке не пройшло профілактичного ремонту;
- працювати на станках, агрегатах тощо, не закріплених за працівниками та дозволити стороннім особам працювати на обладнанні без письмового дозволу керівника робіт;
- користуватися саморобними запобіжниками, використовувати обладнання не за призначенням;
- самовільно змінювати розташування обладнання та проводити підключення до інших джерел живлення;

- користуватися електропобутовими та нагрівальними приладами;
- зберігати легкозаймисті (ЛЗР) та інші горючі рідини (ГР) й матеріали;
- використовувати протипожежний інвентар і устаткування для господарських, виробничих та інших потреб, не пов'язаних із пожежогасінням.

131 - Прикладна механіка Кафедра ТАМ

ВИСНОВКИ

В бакалаврській дипломній роботі розроблено маршрут механічної обробки для деталі Кришка ав.12, в якому використовується обладнання із ЧПК.

Згідно розрахунку тип виробництва –серійний.

Деталь має складну нетипову форму, містить ряд отворів. Найбільш точними поверхнями є отвір $\varnothing 140$, $\varnothing 48$ та торці деталі, які і є конструкторськими базами деталі. Деталь не містить важкодоступних для обробки місць. До нетехнологічних елементів можна віднести тільки глухі отвори

Оскільки деталь виготовляється із сірого чавуну, що має гарні ливарні властивості, то для виготовлення заготовки розглядалося два способи лиття: лиття в піщано-глинисті форми з машинним формуванням суміші та лиття в оболонкові форми. Для обох способів розраховано розміри і розроблено ескізи заготовок, та за техніко-економічним порівнянням обрано лиття в піщано-глинисті форми з машинним формуванням суміші. При цьому проливаються центральні отвори інші ідуть в напуск.

Визначивши кількість ступенів механічної обробки для кожної поверхні, та обравши технологічні бази спроектовано технологічний процес механічної обробки.

Із врахуванням форми заготовки розроблено маршрут механічної обробки який складається із 2 операцій. Перша операція вертикально фрезерна. На ній обробляється площина та отвори розташовані на цьому торці. Деталь при цьому встановлюється на площину і затискається двома призмами. На наступній операції деталь базується на площину та два пальці. При цьому обробляється протилежний торець, отвори $\varnothing 48$ та $\varnothing 140$.

Всі технологічні розміри та припуски визначені за допомогою розмірного аналізу. Розраховано режими різання і норми часу на всі переходи та операції відповідно.

Крім того виконано попереднє проектування ділянки механічної обробки. Визначено приведену програму та згідно неї кількість верстатів – 2, що дозволяють обробити задану програму випуску. Верстати завантажені, середній коефіцієнт завантаження верстатів складає 85 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дусанюк Ж.П.. Посібник до практичних занять з дисципліни "Механо-складальні 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 : Світос, 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. Листі 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. Брендюла, 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/vic>.

15. ДБНВ.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. К. : Мін-регіонбуд 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

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва роботи: Технологічний процес механічної обробки заготовки деталі типу «Кришка АВ.12»

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

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

Коефіцієнт подібності текстових запозичень, виявлених у роботі системою StrikePlagiarism 34,61 %

- 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 Ольга СЕРДЮК
(підпис) (ім'я, прізвище, посада)

Здобувач Ярослав ПЕЛЮХ
(підпис) (ім'я, прізвище)

131 - Прикладна механіка Кафедра ТАМ

Додаток Б

Графічна частина



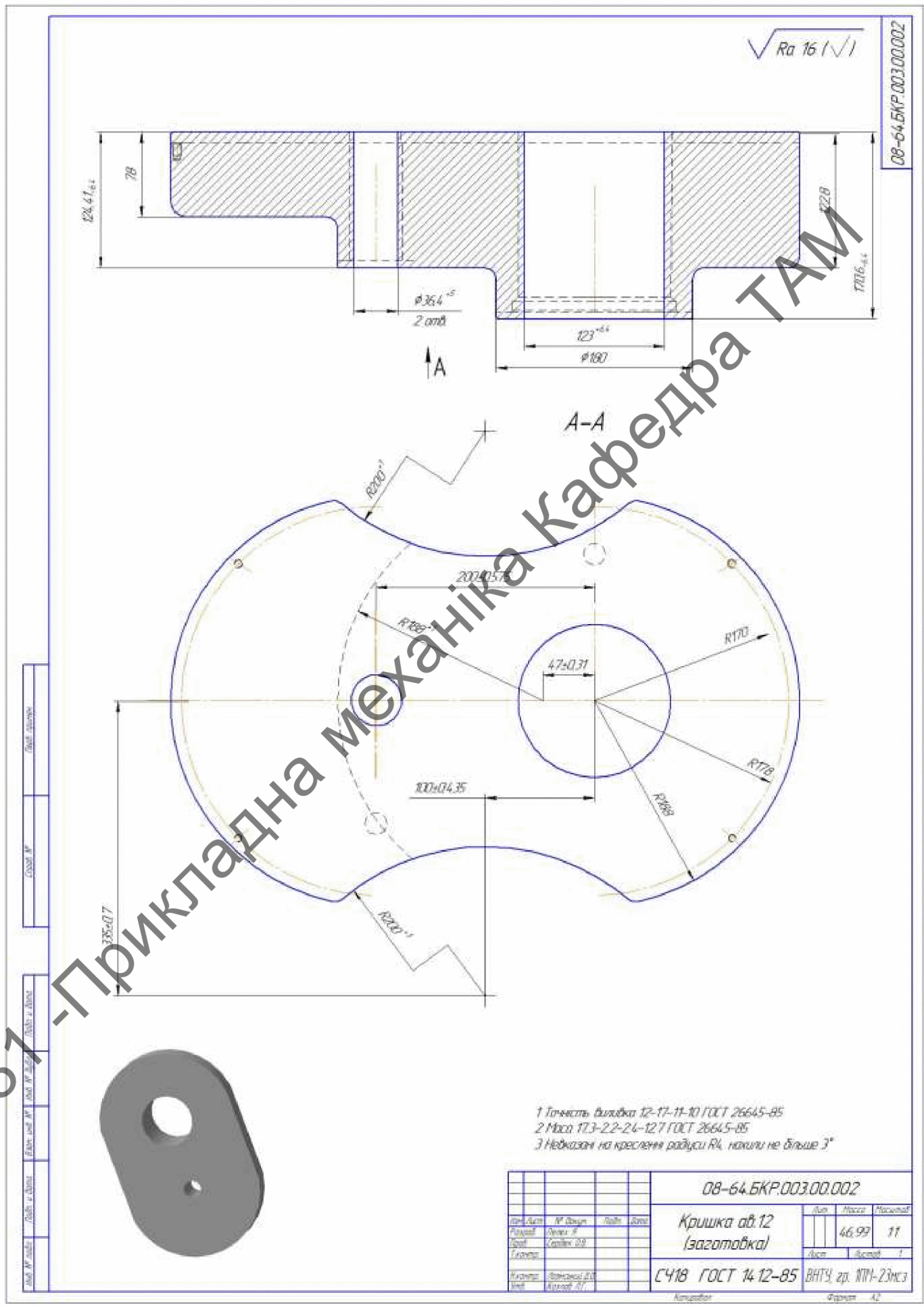
08-64.6KP.003.00.001

Кришка ав.12

Г418 ГОСТ 1412-84

Авт.	Модель	Марка
	3365	11
Адрес	Адресат	1

5. ВПЧ зр. 801-23мз



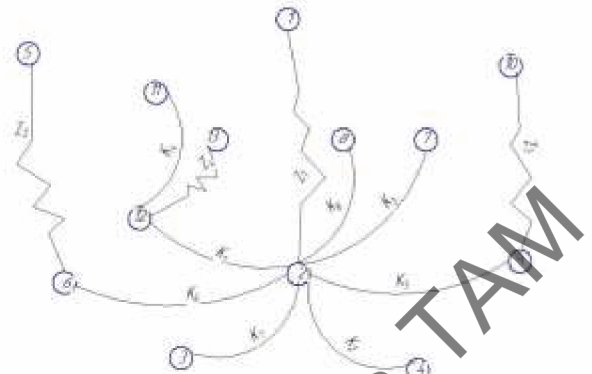
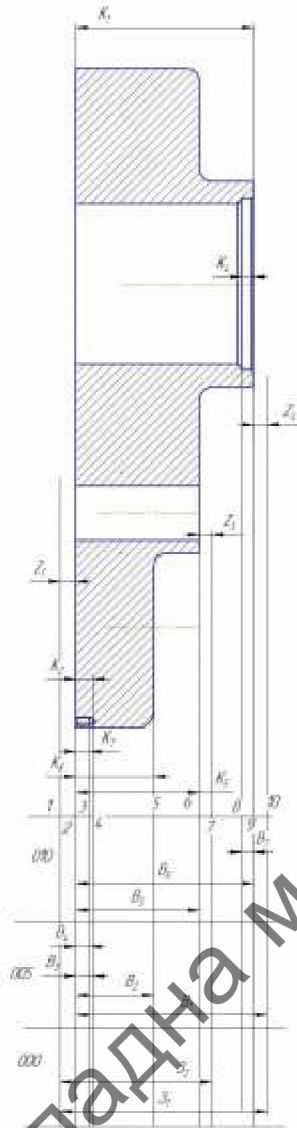
- 1 Точность выработка 12-17-18-10 ГОСТ 26645-85
2 Масса 173-22-24-127 ГОСТ 26645-85
3 Непоказан на чертеже радиус R4, но не больше 3°

				08-64.БКР.003.00.002			
Исполн.	№ докум.	Лист	Деталь	Кришка д.12		Лист	Масса
Разработ.	Деталь 12			(заготовка)		46.99	11
Провер.	Деталь 12					Лист	Всего
Контроль	Деталь 12					1	1
Исполн.	Деталь 12			СЧ18 ГОСТ 14-12-85		ВНТЧ, зр. 100-23мс	
Провер.	Деталь 12						
				Корректор		Формат А2	

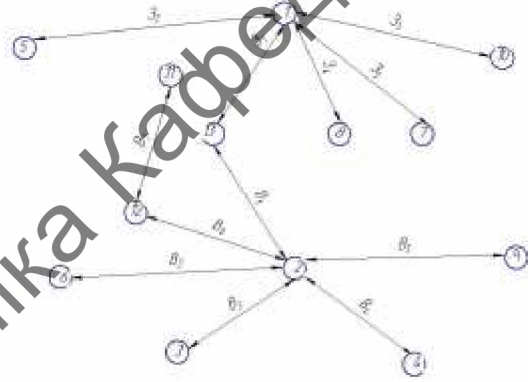
Маршрут механічної обробки

№	Операції, переходи	Ескізи деталі та схема установки	Модель верстатів
005	Вертикально-фрезерна з ЧПК 1 Встановити і закріпити заготовку 2 Фрезерувати площину 1 в розмір згідно ескізу 3 Центрувати 2 отвори 3 і 4 отвори 2 витримувати розміри вказані на ескізі 5 Свердлити 4 отвори 2 в розмір $\phi 5(+0,12)$ 6 Зенкувати фаски в 4 отворах 2 витримувати розміри вказані на ескізі 7 Нарізати різь в 4 отворах 2 витримувати розміри вказані на ескізі 8 Свердлити 2 отвори 3 в розмір $\phi 9(+0,2)$ 9 Зенкерувати 2 отвори 3 в розмір $\phi 9,6(+0,08)$ 10 Розвернути 2 отвори 3 в розмір згідно ескізу 11 Зняти заготовку		Фрезерний з ЧПК ГФ2171М
010	Токарно-розвертальна з ЧПК 1 Встановити і закріпити заготовку 2 Фрезерувати торець 1 в розмір згідно ескізу 3 Фрезерувати площину 2 в розмір згідно ескізу Розточити передній отвір 3 в розмір $\phi 19,08(+0,25)$ Розточити передній отвір 3 в розмір $\phi 19,8(+0,1)$ 6 Розточити поверхню 4 витримувати розміри вказані на ескізі 7 Розточити тонкий отвір 3 в розмір згідно ескізу 8 Розточити передній отвір 5 в розмір $\phi 4,7,08(+0,25)$ 9 Розточити передній отвір 5 в розмір $\phi 4,7,8(+0,1)$ 10 Розточити тонкий отвір 5 в розмір згідно ескізу 11 Зняти деталь		Богатинський з ЧПК ЛТ260МФ3

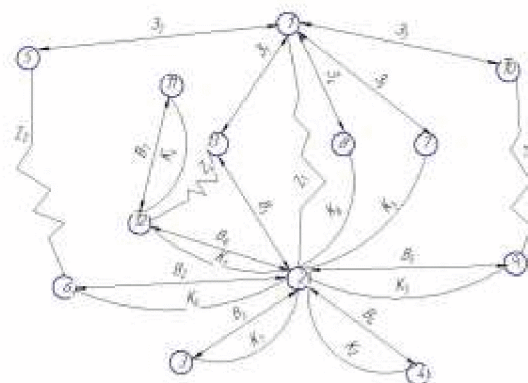
Розмірний аналіз технологічного процесу



Вихідне граф-дерево



Похідне граф-дерево



Суміщений граф

Таблиця 1 - Рівняння розрахунку розмірних технологічних заміни

№	Розрахункові рівняння	Вихідні рівняння	Вихідні типи
1	$B_1 - K_1 = 0$	$B_1 - K_1$	B_1
2	$B_2 - K_2 = 0$	$B_2 - K_2$	B_2
3	$B_3 - K_3 = 0$	$B_3 - K_3$	B_3
4	$B_4 - K_4 = 0$	$B_4 - K_4$	B_4
5	$B_5 - K_5 = 0$	$B_5 - K_5$	B_5
6	$B_6 - K_6 = 0$	$B_6 - K_6$	B_6
7	$B_7 - Z_1 - K_7 = 0$	$Z_1 = B_7 - B_1$	B_7
8	$Z_1 - Z_2 - B_8 = 0$	$Z_2 = Z_1 - B_8$	Z_1
9	$Z_2 - Z_3 - K_9 = 0$	$Z_3 = Z_2 - K_9$	Z_2
10	$Z_3 - Z_4 - K_{10} = 0$	$Z_4 = Z_3 - K_{10}$	Z_3
11	$Z_4 + Z_5 - K_{11} = 0$	$Z_5 = Z_4 + B_1 + B_7 - Z_1$	Z_4

Таблиця 2 - Припуски на механічну обробку

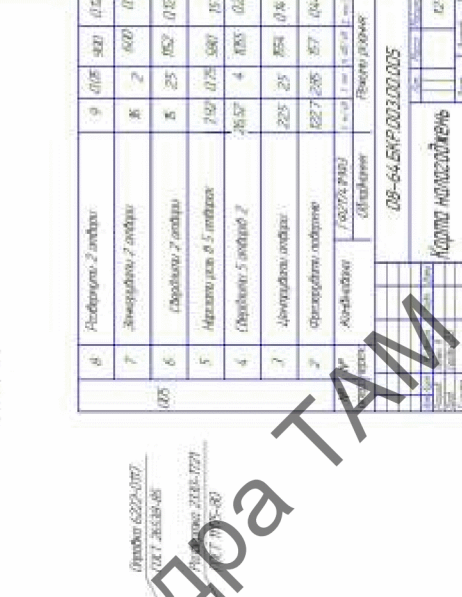
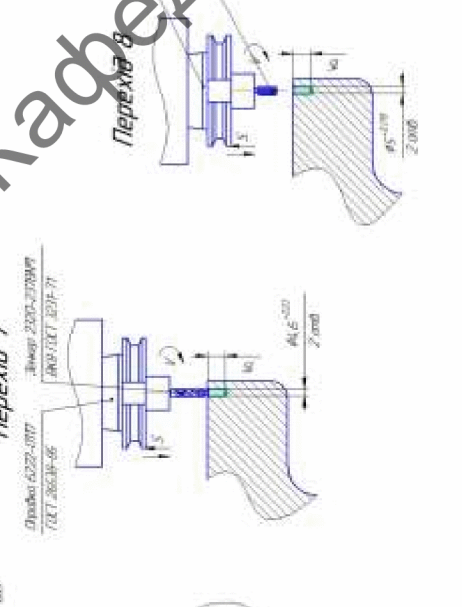
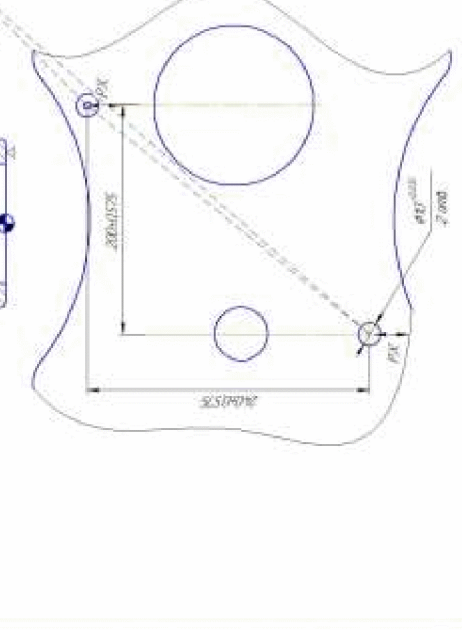
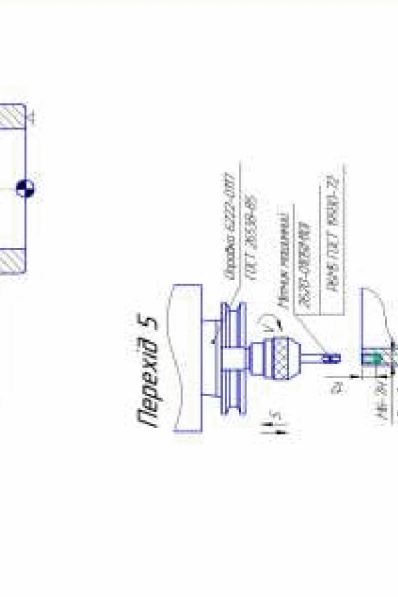
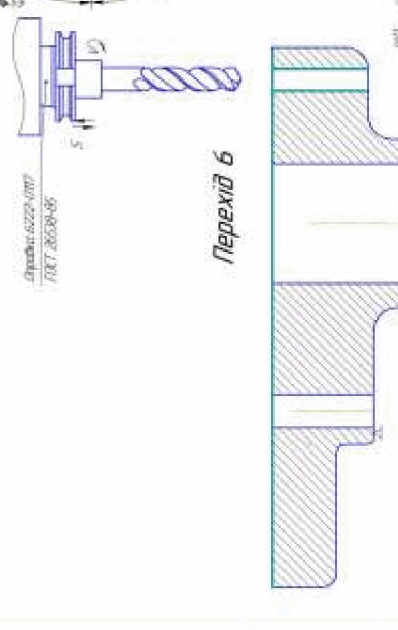
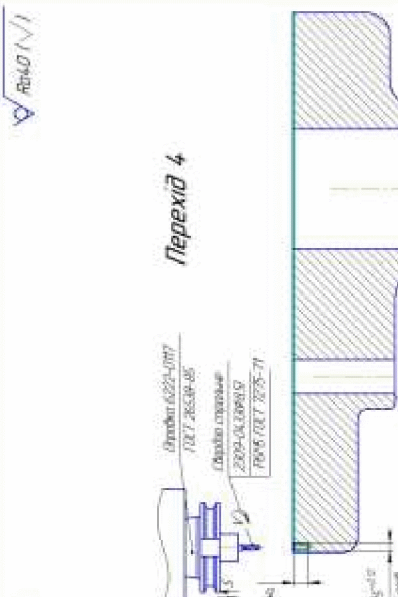
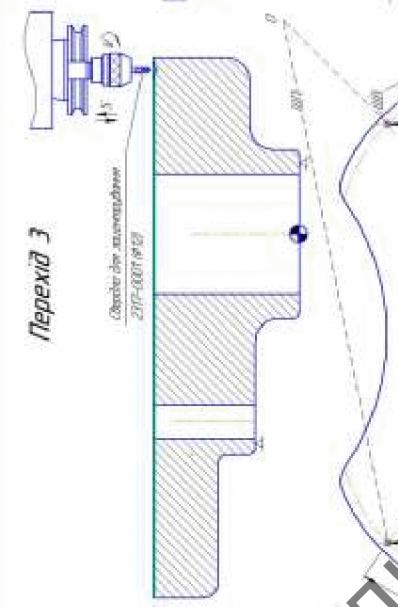
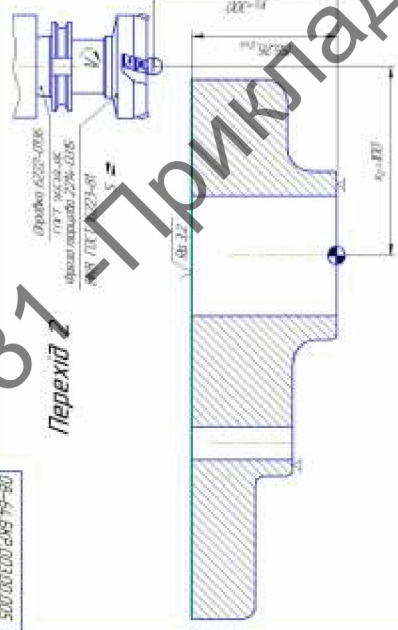
Припуск	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
Z_{max}	0,8	0,8	0,8	0,8
Z_{min}	1,74	4,21	5,34	1,42

Таблиця 3 - Значення технологічних розмірів, розмірів заготовки та їх допусків

Позначення розміру	Технологічний розмір		Допуск	Вихідний розмір	Значення розміру з технологічною допуском	Значення розміру на ескізі заготовки
	Мінімальний розмір	Максимальний розмір				
Z_1	157,06	158,91	1,85	158,91		158,91 _{±0,18}
Z_2	37,9	38,9	1,0	38,4		38,4 _{±0,1}
Z_3	111,99	113,39	1,4	113,4		113,4 _{±0,14}
Z_4	68,8	70	1,2	70		70 _{±0,12}
Z_5	51,11	52,11	1,0	51,61		51,61 _{±0,1}
B_1	155,8	156,26	0,46	156,26	156,26 _{±0,18}	
B_2	38,9	39	0,1	39	39 _{±0,02}	
B_3	11,795	12,215	0,43	12	12 _{±0,211}	
B_4	14,795	14,215	0,43	15	15 _{±0,211}	
B_5	107,86	108	0,14	108	108 _{±0,14}	
B_6	154,84	155	0,16	155	155 _{±0,16}	
B_7	13,785	14,215	0,43	14	14 _{±0,211}	

500.00100.005 75-80

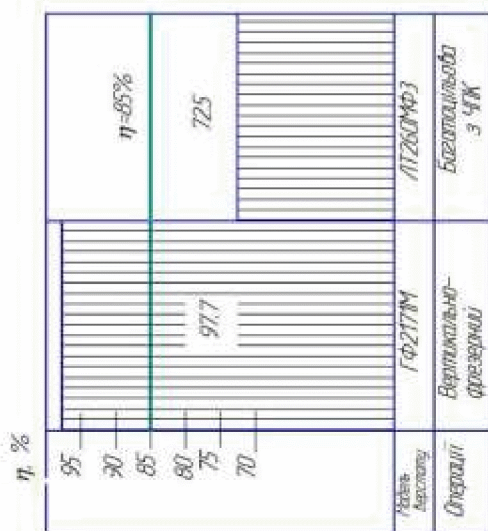
Rev.0 (1/1)



№	Назва	К-сть	Матеріал	Відсоток	Вартість
1	Перехід 1	1	Сталь 45	100%	1.2
2	Перехід 2	1	Сталь 45	100%	1.2
3	Перехід 3	1	Сталь 45	100%	1.2
4	Перехід 4	1	Сталь 45	100%	1.2
5	Перехід 5	1	Сталь 45	100%	1.2
6	Перехід 6	1	Сталь 45	100%	1.2
7	Перехід 7	1	Сталь 45	100%	1.2
8	Перехід 8	1	Сталь 45	100%	1.2
9	Перехід 9	1	Сталь 45	100%	1.2
10	Перехід 10	1	Сталь 45	100%	1.2
11	Перехід 11	1	Сталь 45	100%	1.2
12	Перехід 12	1	Сталь 45	100%	1.2
13	Перехід 13	1	Сталь 45	100%	1.2
14	Перехід 14	1	Сталь 45	100%	1.2
15	Перехід 15	1	Сталь 45	100%	1.2
16	Перехід 16	1	Сталь 45	100%	1.2
17	Перехід 17	1	Сталь 45	100%	1.2
18	Перехід 18	1	Сталь 45	100%	1.2
19	Перехід 19	1	Сталь 45	100%	1.2
20	Перехід 20	1	Сталь 45	100%	1.2

Таблиця 1 – Кількість обладнання та коефіцієнти завантаження і використання верстатів за основним часом

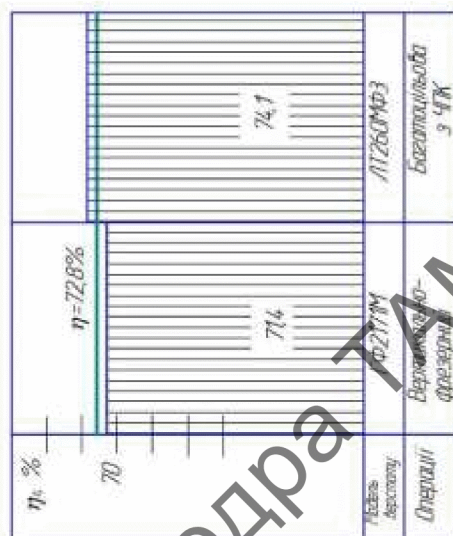
№ операції	Назва операцій	Розрахункова кількість верстатів	Прийнята кількість верстатів $\Sigma_{\text{пр.ст}}$	η_{12}	$\eta_{2, \text{ср}}$	$\eta_{0,1}$	$\eta_{0, \text{ср}}$
005	Вертикально-фрезерна з ЧПК	0,977	1	0,977	0,85	0,714	0,728
010	Багатопільова з ЧПК	0,725	1	0,725		0,741	



Графік завантаження верстатів

Таблиця 2 – Відомість працюючих на дільниці

Працюючі (категорія)	Загальна кількість	Розподіл по професіям	Розподіл по змінам
Основні робітники	5	Оператор – 3	2 (I зміна), 1 (II зміна)
Допоміжні працівники	1	Оператор – 2	1 (I зміна), 1 (II зміна)
Інженерно-технічні робітники	1	Контролери – 0,5 ставки	0,5 (I зміна)
Службовці	1	Наладчик – 0,5 ставки	0,5 (I зміна)
		Технологи – 0,5 ставки	0,5 (I зміна)
		Майстри – 0,5 ставки	0,5 (I зміна)
		Бухгалтер – 0,1 ставки на дільниці	0,1 (I зміна)
Молодший обслуговуючий персонал	1	Прибиральник – 0,2	0,1 (I зміна), 0,1 (II зміна)
Загальна кількість	9		



Графік використання верстатів за основним часом