

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний

(повне найменування факультету)

Технологія машинобудування

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

перший (бакалаврський)

(ступінь вищої освіти)

на тему Розробка технологічного процесу виготовлення шестерні

(назва теми)

коробки передач

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи М-110ін

Спеціальності 131 «Прикладна механіка»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Технології машинобудування

(назва освітньої програми (спеціалізації))

ГЮРСЕС Ахмет

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник ВИШНЄПОЛЬСЬКИЙ Є.В.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент МАТЮХІН А.Ю.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет Машинобудуваний
Кафедра Технологія машинобудування
Ступінь вищої освіти перший
Спеціальність 131 «Прикладна механіка»
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) Технології машинобудування
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ДЯДЯ С.І.

« » 20 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

ГЮРСЕС Ахмет

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Розробка технологічного процесу виготовлення шестерні коробки передач

керівник проєкту (роботи) к.т.н. ВИШНЄПОЛЬСЬКИЙ Євген Валерійович,
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «28» 03 2024 року № 97

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 10.06.2024
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Робоче креслення деталі, річна програма випуску 5000шт.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Технологічна частина, конструкторська частина, організаційна частина, економічна частина, охорона праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів)
Робоче креслення заготовки та деталі, маршрут виготовлення деталі, робоче пристосування

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	ПРИЗВИЩЕ, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-3, 5	ВИШНЕСПОЛЬСЬКИЙ Є.В., доц.		
4	ПУХАЛЬСЬКА Г.В., доц.		
Нормоконтроль	ДЯДЯ С.І., зав.каф.		

7. Дата видачі завдання «_____» _____ 20__ року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	07.05.2024	
2	Конструкторська частина	21.05.2024	
3	Розрахунок на міцність	24.05.2024	
4	Організаційна частина	27.05.2024	
5	Економічний розрахунок	30.05.2024	
6	Охорона праці	04.06.2024	
7	Оформлення пояснювальної записки, креслень, карт	07.06.2024	
8	Нормоконтроль	10.06.2024	
9	Рецензія	12.06.2024	
10	Захист дипломного проєкту	14.06.2024	

Студент(ка)

_____ Ахмет ГЮРСЕС
(підпис) (Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)

_____ Євген ВИШНЕСПОЛЬСЬКИЙ
(підпис) (Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 80 с., 8 рис, 20 табл., 12 джерел.

АЛЬБОМ, ВАЛ, ДЕТАЛЬ, ЗАГОТОВКА, ІНСТРУМЕНТ, ОПЕРАЦІЯ, ПРИПУСК, РІЗЕЦЬ, РОЗРАХУНОВО-ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА, ВЕРСТАТ, РОЗМІР, ТОРЕЦЬ, РЕЖИМИ РІЗАННЯ

Мета дипломного проекту – розробка технологічного процесу виготовлення шестерні приводу

Об'єкт дослідження – технологічний процес.

Предмет дослідження – зубчасте колесо.

Метод дослідження – розрахунково – аналітичний.

У процесі виконання дипломного проекту розроблено технологічний процес виготовлення шестерні коробки передач. Передбачено заходи, що спрямовані на зниження витрат та зменшення часу на виробництво; запропоновано більш продуктивні методи обробки.

Диплом містить основні теоретичні положення, всі необхідні пояснення, розрахункові формули, ескізи та детальні розрахунки.

ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначки.....	7
Вступ	8
1 Технологічна частина	9
1.1 Службове призначення та конструктивні особливості деталі.....	9
1.2 Технологічний контроль деталі	11
1.3 Вибір типу виробництва та форми організації виробництва.....	15
1.4 Вибір способу одержання заготовки	15
1.5 Вибір технологічних баз.....	18
1.6 Упорядкування плану обробки елементарних поверхонь	18
1.7 Вибір металорізального обладнання.....	24
1.8 Призначення припусків та розрахунок технологічних розмірів.....	25
1.9 Розрахунок режимів різання.....	37
1.10 Розрахунок норм часу для технологічних операцій.....	46
1.11 Розробка розрахунково-технологічної карти керуючої програми ...	51
2. Конструкторська частина	55
2.1 Конструювання фрезерного пристосування.....	55
2.1.1 Опис конструкції та принцип роботи.....	55
2.1.2 Визначення похибки встановлення заготовок у пристосуванні.....	55
2.1.3 Розрахунок необхідного зусилля закріплення деталі.....	56
2.1.4 Розрахунок пристосування на точність.....	59
2.1.5 Розрахунок на міцність слабого елемента	60
3. Організаційна частина	62
3.1 Розрахунок кількості верстатів	62
3.2 Робочий склад та визначення його чисельності	65
4 Економічна частина	67

4.1 Виробнича програма цеху.....	67
4.2 Розрахунок вартості виробничого обладнання.....	68
5 Охорона праці	69
Висновок	78
Перелік джерел посилання.....	79

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ГКМ – горизонтальна кувальна машина

ХТО - хіміко-термічна обробка

МОП – маршрут обробки поверхонь

МВД – маршрут виготовлення деталі

КП - керуюча програма

ТП - технологічний процес

ЧПУ - числове програмне управління

ВСТУП

Все зростаюча конкуренція серед виробників авіаційних двигунів вимагає від виробника виготовлення продукції в мінімальні терміни з максимальною якістю та мінімальною собівартістю виробу. Собівартість виробу значною мірою залежить від використання прогресивних технологічних процесів застосування прогресивного технологічного обладнання та зменшення тривалості виробничого циклу виготовлення деталі. Значною мірою скорочується тривалість циклу конструкторської та технологічної підготовки виробництва під час використання нових засобів автоматизованої підготовки виробництва. Якість виробу забезпечується на етапах підготовки та виробництва продукції і реалізується в процесі експлуатації. Важливою складовою забезпечення якісної продукції є контроль виробу як під час виконання технологічного процесу, так і остаточний контроль деталі.

У разі ринкової економіки визначальне значення становищі підприємства над ринком матиме застосування найпродуктивніших з найменшою собівартістю засобів праці, які забезпечують необхідну якість; виконання автоматизованих конструкторських та технологічних робіт зі складанням мережевої моделі роботи підприємства; застосування найефективніших засобів та методів контролю якості продукції.

У ході виконання дипломного проектування обрано оптимальний метод отримання заготовки, розрахований економічний ефект від застосування більш економічно вигідного методу отримання заготовки, обрано високопродуктивне технологічне обладнання, що забезпечує якість деталі, що виготовляється.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Службове призначення та конструктивні особливості деталі

Шестерня (рис. 1.1) використовується передачі крутного моменту від ротора КВД до приводу генератора ГСБК-9 і паливного насоса 760Б двигуна АИ-25 і АИ-25 ТЛ.

Двигун призначений для встановлення на пасажирські, транспортні та військово-тренувальні літаки.

Конічними зубами $z=35$ деталь отримує обертання від валу-шестірні з ротора КВД. Внутрішніми шліцами $z=34$ передає момент, що крутить, на вал-шестірню. Циліндричними зубами $z=42$ передає момент, що крутить, на привід генератора. Шестерня встановлюється на вал-шестірню за допомогою шліців та двох точних посадкових діаметрів. Весь зібраний пакет стягується гайкою. До складу пакета входять кільця регульовальні для регулювання зазору в конічній парі.

Мастило здійснюється за допомогою масляного туману.

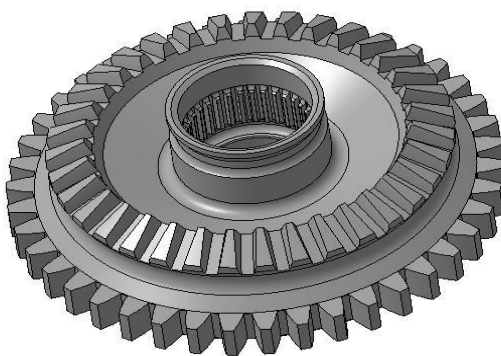


Рисунок 1.1 -Шестерня

Необхідність передачі моменту, що крутить, по 3 напрямках обумовлює наявність такої специфічної конструкції деталі.

Слабкими місцями даної шестерні є поверхні конічних та циліндричних зубів, а також точно виготовлений центруючий діаметр.

До особливостей конструкції відноситься те, що поверхні зубів піддаються термічній обробці (цементації) на глибину 0,8-1,2 мм, а шліци ціануються на глибину 0,2-0,4 мм з твердістю HR 89-92,5 (твердість відноситься і до цементації, і до ціанування).

У процесі експлуатації на поверхнях зубів (циліндричних та конічних) утворюється наклеп, який при ремонті для продовження експлуатації допускається підшліфувати зі зменшенням товщини зуба на 0,05 мм. А зношування центруючого діаметра допускається відновлювати нанесенням хрому товщиною шару не більше 0,1 мм з подальшим шліфуванням.

Матеріал деталі: сталь 14ХГСН2МА-Ш має наступний хімічний склад:

Масова частка елементів:

C-(0,11-0,16)%, Si-(0,45-0,7)%, Mn-(0,7-1,0)%, Cr-(1,2-1,6) %, Ni-(1,6-2,0)%, Мо-(0,24-0,4)%, S-0,025%, P-0,025%, Fe-решта.

Фізико-механічні властивості стали наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Фізико-механічні властивості сталі 14ХГСН2МА-Ш.

Марка	Фізико-механічні властивості, щонайменше.					
	Тимчасовий опір розриву σ_B , кгс/мм ²	Межа папкочесті σ_T , кгс/мм ²	Відносне подовження δ , %	Відносне звуження ψ , %	Ударна в'язкість ан, кгс/см ²	Твердість НВ
14ХГСН2МА-Ш	100	80	12	55	10	320-355

Термічна обробка

Заготівлю-штампування перед механічною обробкою піддають термопокращенню (загартування) для отримання однорідної дисперсійної структури сорбіту, що забезпечує гарне поєднання міцності, пластичності і ударної в'язкості, а отже хорошу оброблюваність. 240 годин з наступним охолодженням в маслі; при

відпустці-температура нагріву становить 6000 ± 500 , час нагріву - 240-340 годин, охолодження - на повітрі.

Перед хіміко-термічною обробкою (ХТО) – цементацією, необроблювані поверхні захищають мідненням. Газову нітроцементацию виробляють у горизонтальних та вертикальних муфельних печах при температурі, часу нагрівання 630-860 годин і охолодження повітря під ковпаком чи колодязі. Потім проводять високу відпустку, яка дає можливість отримати в загартованому стані задовільну мікроструктуру, високу твердість і найменшу кількість залишкового аустеніту в цементованому шарі при температурі 6300 часу нагріву 5-7 годин і охолодженням на повітрі. Далі деталі піддають загартування при температурі 8400, часу витримки 055-110 годин і охолодженні в маслі з температурою 170 ± 10 , витримці 10-15 хвилин, після гарту - відпустка при температурі 240 ± 10 , часу нагрівання 3 години, охолодження.

1.2 Технологічний контроль деталі

При конструюванні окремих деталей необхідно досягти необхідних експлуатаційних якостей, а також раціонального та економічного їх виготовлення. У цьому полягає принцип технологічності конструкції. Технологічність конструкції – це якість, яка надається деталі, складальній одиниці або виробу в цілому, з метою зниження вартості їх виготовлення, експлуатації та ремонту без збитків для виконання службових функцій. Відповідно до стандарту ЕСТ ПП 14.201-74 технологічність конструкції оцінюється такими показниками:

- конфігурація поверхонь деталі «Шестірня» допускає використання заготовки, близької формою до готової деталі;

- виходячи з умов роботи деталі, вибираємо тип заготовки поковка;

-враховуючи конфігурацію деталі та тип заготовки, робимо вибір методу отримання заготовки:

- 1) отримання заготовки на вертикальному пресі;
- 2) отримання заготовки методом штампування на ГKM.

Метод [1] дозволяє отримати більш точну та наближену до форми деталі заготовку, що дозволяє заощадити дорогий матеріал, з якого виготовляється заготовка.

Деталь має зручні і надійні технологічні бази, проте через наявність складних виточок і наскрізних отворів вона не має достатньої жорсткості, що треба враховувати при закріпленні її в робочий пристрій верстата, так як додаток досить високих зусиль при затисканні може призвести до деформації деталі;

-деталь не має глухих отворів, що дозволяє проводити обробку «на прохід»;

-принцип сталості баз дотримується;

-деталь можливо обробити на попередньо налаштованих верстатах, у тому числі і на верстатах з ЧПУ;

-зазначені на кресленнях допуски не завжди відповідають стандартним значенням і проставлені позначеннями, що вийшли з вживання.

Оптимальна точність геометричних характеристик оцінюється коефіцієнтом точності обробки:

$$K_{\text{т.о.}} = 1 - \frac{1}{A_{\text{ср.}}} \leq 0.8 \quad (1.1)$$

де $A_{\text{ср.}}$ -середній квалітет точності деталі;

$$A_{\text{ср.}} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot n_i}{\sum_{i=1}^n n_i} \quad (1.2)$$

де A_i – кваліфікація точності i -ої поверхні;

n_i – кількість розмірів відповідного квалітету.

Результати розрахунків заносимо до таблиці 1.2

Таблиця 1.2 - Визначення коефіцієнта точності обробки K_T .

Кількість розмірів відповідного квалітету											$\sum A_i n_i$	$\sum n_i$	A_{cp}	ХТО
4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
-	1	1	-	-	-	2	18	2	3	4	379	31	12.225	0.918

$$A_{cp} = \frac{6 \cdot 1 + 7 \cdot 1 + 11 \cdot 2 + 12 \cdot 18 + 13 \cdot 2 + 14 \cdot 3 + 15 \cdot 4}{1 + 1 + 2 + 18 + 2 + 3 + 4} = \frac{379}{31} = 12,225 \quad (1.3)$$

$$K_{m.o} = 1 - \frac{1}{12,225} = 0,918 \quad (1.4)$$

Деталь належить до деталей нормальної точності, $K_{T.o} > 0.8$.

Деталь відносимо до технологічної за коефіцієнтом точності обробки.

Оптимальна шорсткість оброблюваних поверхонь оцінюється коефіцієнтом шорсткості:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}} \quad (1.5)$$

де B_{cp} - середнє значення показника шорсткості:

$$B_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n B_i \cdot n_{iш}}{\sum_{i=1}^n n_{iш}} \quad (1.6)$$

B_i - значення показника шорсткості i -ої поверхні;

n_i - у поверхонь відповідного показника шорсткості;

$$B_{cp} = \frac{5 \cdot 3 + 6 \cdot 25 + 7 \cdot 3}{3 + 25 + 3} = \frac{186}{31} \approx 6 \quad (1.7)$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 1.3

Таблиця 1.3 - Визначення коефіцієнта шорсткості $K_{ш}$.

Кількість розмірів відповідного класу шорсткості					$\sum B_i \cdot n_i$	$\sum n_i$	B_{cp}	$K_{ш}$
3(12,5)	4(6,3)	5(3,2)	6(1,6)	7(0,8)				
-	-	3	25	3	186	31	6	0,16

$$K_{ш} = \frac{1}{6} = 0,166 \quad (1.8)$$

$K_{ш} < 0,32$ деталь відносимо до технологічної за показником шорсткості.

Уніфікація конструктивних елементів деталі оцінюється коефіцієнтом уніфікації:

$$K_{y.e.} = \frac{Q_{y.e.}}{Q_o} \quad (1.9)$$

де $Q_{y.e.}$ - кількість уніфікованих типорозмірів;

Q_o – загальна кількість типорозмірів.

Результати розрахунків заносимо до таблиці 1.4

Таблиця 1.4 - Визначення коефіцієнта уніфікації $K_{y.e.}$

Деталь	$Q_{y.e.}$	Q_o	$K_{y.e.}$
Шестерня	6	31	0.193

$$K_{y.e} = \frac{6}{31} = 0,193 \quad (1.10)$$

Деталь відносимо до нетехнологічних, оскільки $K_{y.e} < 0.6$.

Коефіцієнт використання заготовки $K_{в.з.}$ визначається за формулою:

$$K_{в.з.} = \frac{q}{Q_o} = \frac{1,7}{3,053} = 0,556 \quad (1.11)$$

де q - маса деталі;

Q – маса заготовки.

Виходячи з нерівності $0,556 < 0,8$, робимо висновок:

-деталь за коефіцієнтом використання матеріалу не технологічна.

За більшістю якісних та кількісних показників конструкція деталі «Шестерня» є нетехнологічною

1.3 Вибір типу та форми організації виробництва

Проектування технологічного процесу залежить від багатьох факторів, у тому числі від типу та організаційної форми виробництва.

Тип виробництва попередньо визначаємо на початковій стадії розробки ТП в залежності від річного обсягу випуску та маси деталей. З цих даних попередньо визначаємо, що з партії 5000 прим. та масі деталі до 10 кг наш тип виробництва є серійним.

Форма організації виробництва – потокова.

При поточній формі організації виробництва деталі надходять на ділянку партіями, а обробка їх здійснюється поточним способом. Кількість заготовок у партії для одночасного запуску визначається за формулою:

$$n = \frac{a \cdot N}{250} = \frac{10 \cdot 5000}{250} = 200 \text{ шт.} \quad (1.12)$$

де a - періодичність запуску деталей у виробництво; 10 днів

N - річна програма випуску $N = 5000$ деталей;

250 - кількість робочих днів в одному році.

1.4 Вибір способу одержання заготовки

Метод отримання заготовки визначається службовим призначенням деталі та навантаженнями, які вона має витримувати. Враховуючи ці параметри, а також конструкторські вимоги до деталі «Шестерня» вибирається заготовка – поковка.

Вибір заготовки є важливим етапом проектування технологічного процесу, тому заготовку слід вибирати таку, що забезпечить мінімальну витрату матеріалу та

найменшу собівартість готового виробу. Для задоволення цих вимог проведемо порівняльний аналіз двох способів одержання заготовки, штампування на пресах та заготовка, отримана штампуванням на ГKM.

Визначаємо масу заготовки:

а) штампування на пресах:

$$Q_{\text{преса}} = V * \rho = \pi * (19.9^2 * 22 - \frac{4}{3} * 13.1^2 + 68^2 * 14.8 - 51^2 * 10 + 58^2 * 21.5 + 22.9^2 * 7.7 - 16.1^2 * 13) * \rho = 389.25 * 7.85 = 3053 \text{ г} = 3,053 \text{ кг} \quad (1.13)$$

б) штампування на ГKM:

$$Q_{\text{преса}} = V * \rho = \pi * (20,7^2 * 22 - \frac{4}{3} * 12,3^2 + 68,9^2 * 16,4 - 50,1^2 * 10 + 59^2 * 21.5 + 23,7^2 * 7.9 - 15,3^2 * 13) * \rho = 434,6 * 7.85 = 3411,7 \text{ г} = 3,41 \text{ кг} \quad (1.14)$$

Вартість заготовки розраховуємо за формулою

$$C_3 = \frac{C_B}{1000} * Q * K_T * K_M * K_B * K_3 * K_{\Pi} - (Q - q) * \frac{C_{\text{відх}}}{1000} \quad (1.15)$$

де

C_B = 5690 грн/т. - Базова вартість 1т заготовок;

$C_{\text{відх}}$ = 250 грн/т. - Вартість відходів (стор.ужка);

Q, q – маса заготовки та готової деталі;

K_T – коефіцієнт, що враховує матеріал деталі;

K_M - коефіцієнт, що враховує клас точності заготовки;

K_B – коефіцієнт, що враховує групу складності заготовки;

K_3 - коефіцієнт, що враховує масу заготовки;

K_{Π} – коефіцієнт, що враховує програму випуску заготовки.

Порівняємо два методи одержання заготовки: штампування на пресах та заготовка, отримана методом штампування на ГKM

а) Собівартість (попередня) заготовки виготовленої на пресах:

$$C_{\text{преса}} = \frac{5690}{1000} \cdot 3,053 \cdot 1 \cdot 1,8 \cdot 1 \cdot 0,89 \cdot 0,8 - (3,053 - 1,7) \cdot \frac{250}{1000} = 21,925 \text{ грн.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу заготовки виготовленої на пресах:

$$\eta_{\text{преса}} = q/Q = 1,7/3,053 = 0.556 \quad 6)$$

б) Собівартість (попередня) заготовки виготовленої на ГKM:

$$C_{\text{ГKM}} = \frac{5690}{1000} \cdot 3,41 \cdot 1 \cdot 1,8 \cdot 1 \cdot 0,89 \cdot 0,8 - (3,4 - 1,7) \cdot \frac{250}{1000} = 24,44 \text{ грн.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу заготовки, виготовленої на ГKM:

$$\eta_{\text{Р.В}} = q/Q = 1,7/3,4 = 0,5$$

Порівнюючи, собівартість і коефіцієнт використання матеріалу заготовок виготовлених обома методами приходимо до висновку, що отримання заготовки на пресах економічно вигідніше.

$$C_{\text{преса}} < C_{\text{ГKM}} \text{ и } \eta_{\text{ГKM}} < \eta_{\text{преса}}.$$

Приймаємо економічно вигідніший метод виготовлення заготовки, розраховуємо річну економію за вартістю виготовлення заготовок:

$$E_C = (C_{\text{ГKM}} - C_{\text{преса}}) \cdot N = (24,44 - 21,925) \cdot 5000 = 12575 \text{ грн.} \quad (1.17)$$

Річна економія матеріалу:

$$E_M = \frac{q \cdot (\eta_{\text{прес}} - \eta_{\text{ГKM}})}{\eta_{\text{ГKM}} \cdot \eta_{\text{Прес}}} \cdot N = \frac{1,7 \cdot (0.556 - 0.5)}{0.5 \cdot 0.556} \cdot 5000 = 1712,23 \text{ кг} \approx 1,712 \text{ т} \quad (1.18)$$

1.5 Вибір технологічних баз

При виборі баз ми маємо керуватися принципами єдності та сталості баз. Технологічна база визначає положення деталі на верстаті щодо траєкторії ріжучого інструменту та знаходиться у безпосередньому контакті з елементами пристосування.

За чорнові бази приймаємо конструкторські бази – зовнішній діаметр Ø132 мм та торець розміром 52 мм.

Бази для чистової обробки повинні мати найбільшу точність розмірів та геометричної форми, а також найменшу шорсткість поверхні. Вони не повинні деформуватися під дією сил різання, затиску та власної маси.

Базами для чистової обробки є зовнішній діаметр Ø36 торець правий 52мм, зовнішній Ø42 мм торець лівий 52мм.

1.6 Упорядкування плану обробки елементарних поверхонь

Проектування маршруту обробки поверхонь (МОП) деталі є одним із етапів проектування технологічних процесів механічної обробки. Цей етап здійснюється після того, як визначено тип виробництва, спосіб отримання заготовки та визначено технологічні бази. Маршрут обробки поверхонь деталі необхідний подальшої компонування операцій, розрахунку припусків і технологічних розмірів, розробки схем налаштування чи розрахунково-технологічних карт керуючих програм.

Визначаємо технічні характеристики деталі та заготовки (допуск та кваліфікація, показники похибки взаємного розташування, шорсткість). Заносимо всі дані у таблицю (1.5).

Визначаємо загальні уточнення за показниками точності та якості поверхонь.

Ed₀ – загальне уточнення щодо точності геометричного розміру

$$Ed_o = \frac{Td_{\text{заг}}}{Td_{\text{дет}}} \quad (1.19)$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці (1.6).

Визначаємо загальні уточнення щодо точності взаємного розташування поверхонь.

$E\Delta_o$ - загальне уточнення щодо точності взаємного розташування поверхонь

$$E\Delta_o = \frac{\Delta_{\text{заг}}}{\Delta_{\text{дет}}} \quad (1.20)$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці (1.6).

Визначаємо загальні уточнення щодо шорсткості

$$E_{Ra} = \frac{Ra_{\text{заг}}}{Ra_{\text{дет}}} \quad (1.21)$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці (1.6).

Визначимо кількість переходів, механічної обробки поверхонь, виходячи із загального уточнення домінуючого параметра.

$$Kd = 2 \lg E_{jo} \quad (1.22)$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці (1.6).

Складаємо послідовність показників точності та якості за основними параметрами. Знаходимо різницю квалітетів точності заготовки та деталі.

Результати розрахунків заносимо до таблиці (1.6).

Складаємо маршрут обробки поверхонь та заносимо до таблиці (1.6).
Призначаємо допуски з переходів і визначаємо уточнення, з переходів дані заносимо до таблиці (1.6).

Наприклад, для зовнішнього діаметра $\varnothing 132h11_{(-0,26)}$ проведено розрахунок:

$$Ed_o = \frac{2}{0.26} = 7.69;$$

$$E\Delta_o = \frac{0.6}{0.038} = 15.789;$$

$$A_{Ra} = \frac{12.5}{1.6} = 7.8125 ;$$

$$Kd = 2 \lg E_{jo} = 2 \lg 15.789 = 2.396 .$$

Приймаємо: $Kd = 3$.

Знаходимо різницю квалітетів точності заготовки та деталі:

$$\Delta IT = IT_{заг} - IT_{дет} \quad (1.23)$$

де $IT_{заг}, IT_{дет}$ - квалітети точності заготовки та деталі відповідно:

$$\Delta IT = 16 - 11 = 5 = 2 + 2 + 1$$

Цю різницю квалітетів розподіляємо між переходами механічної обробки та складаємо ППТК:

$$IT_{16} = H_{14} = H_{12} = (T/O) = H_{11}$$

Призначаємо допуски з переходів механічної обробки та визначаємо уточнення:

$$E_{D2} = \frac{2000}{1000} = 2; E_{D3} = \frac{1000}{400} = 2,5; E_{D5} = \frac{400}{260} = 1,54 \quad (1.24)$$

Аналогічно визначаємо уточнення для інших поверхонь

Таблиця-1.5 Показники точності та якості основних поверхонь деталі

Геометрич. параметр пов-ти.	Характер. поверхні		Показники точності взаємного розташування, якості поверхонь							
			Квалітет точн.		Взаємного становища		Шорсткість Ra		Твердість HB	
	Вид	Тип	Дет.	Заг.	Дет.	Заг.	Дет.	Заг.	Дет.	Заг.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Деталь Ø36H7(+0,027) Td=0,027мм	Ціл	Внут	H7	H16	0,02	0,6	0,8	12,5	275... 318	275... 318
Деталь Ø132h11 (-0,26) Td = 0,26 Заготовка Ø136H16 (-0.7 ^{+1.3}) Td=2 мм	Ціл	народ .	h11	H16	0,038	0,6	1,6	12,5	275... 318	275... 318
Деталь L52 h11 (-0,2) Td=0,2 мм Заготовка L56H16 (-0.6 ^{+1.2}) Td=1,8мм	Тор ц	народ .	h11	H16	0,02	0,6	0,8	12,5	275... 318	275... 318
Деталь Ø30G6 (-0.006 ^{+0.023}) Td=0,029мм	Ціл	всере дину	G6	H16	0,02	0,6	0,8	12,5	275... 318	275... 318
Деталь Ø32.5H12 (+0.2 ^{+0.5}) Td=0,3мм	Ціл	всере дину	H12	H16	0,08	0,6	0,8	12,5	275... 318	275... 318

Таблиця-1.6 Маршрути обробки основних поверхонь деталі

Характер і показники точності та якості пов. у дет. та заг.	Показник	її уточнення	Кількість Переход. оброб.		Різниця	МОП		Допуск			Уточнення		
			Розрахунок	Проект		i	Метод обробки	Розміру	Взаєм.	Шерохів.	Розміру	Взаєм.	Шорст.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Деталь Ø36H7 (+0.027) Td=0,027 Δ=0,02 Ra0,8 Заготовка Td=1,6 мм Δ=0,6 Ra12,5	Td	59,259	3,54	4	Ra12,6 = Ra0,8; H16 = H13 = H10 = H8 = H7; Δ0.6=Δ0.3=Δ0.1=Δ0.05=Δ0.02	1 2 3 4 5	Свердління Розточ. напівчист. Расточ.чист. Т/о Шліф.	390 160 62 27	0,3 0,1 0,05 0,027	6,3 3,2 1,6 0,8	2,44 2,6 2,3	3 2 2	2
	Δ	30											
	Ra	15,625											
Деталь Ø132h11 (−0,26) Td = 0,26 Δ=0,038 Ra1.6 Заготовка Ø136H16 (+1.3 / -0.7) Td=2 мм Δ=0,6 Ra12,5	Td	7,69	2,4	3	Ra12,5 = Ra6,3 = Ra3,2 = Ra1,6; H16 = H14 = H12 = H11; Δ0.6=Δ0.3=Δ0.1=Δ0.038	1 2 3 4 5	Заготовка Точ.чорн Точ.напівчист. Т/о Шліф.	2000 1000 400 260	0,6 0,3 0,1 0,038	12.5 6.3 3.2 1.6	2 2.5 1.54	2 3 2.7	2 2 2
	Δ	15,789											
	Ra	7,812											

Деталь L52 h11 (-0,2) Td=0,2 мм Δ=0,02 Ra0,8 Заготовка L56H16 (-0.6 ^{+1.2}) Td=1,8мм Δ=0,6 Ra12,5	Td Δ Ra	9 30 15,625	2,95	3	Ra12,5 = Ra6,3 = Ra1,6 = Ra0,8; H16 = H14 = H12 = H11; Δ0.6=Δ0.3=Δ0.1=Δ0.02	12 3 4 5	Заготов ка Точ. чорн. Шліф. чорн Т/о Шліф.	1800 740 300 22 00	0,6 0,3 0,1 0,02	12.5 6.3 1,6 0,8	2,45 2.5 1.5	2 3 5	2 4 2
Деталь Ø30G6 (-0.006 ^{+0.023}) Td=0,029мм Δ=0,02 Ra0,8 Заготовка Td=1.6 мм Δ=0,6 Ra12,5	Td Δ Ra	55,17 30 15,625	3,48	4	Ra12,5 = Ra6,3 = Ra3,2 = Ra1,6 = Ra0,8; H16=H13=H10=H8=G6; Δ0.6=Δ0.3=Δ0.1=Δ0.05=Δ0.	1 2 3 4 5	Свердлін ня Розточ. напівчис т. Протяг.ч орн Т/о Шліф.	330 84 33 29	0,3 0,1 0,05 0,02	6,3 3,2 1,6 0,8	3,94 2,6 1,14	3 2 3	2 2 2
Деталь Ø32.5H12 (+0.2 ^{+0.5}) Td=0,3мм Δ=0,02 Ra0,8 Заготовка Td=1.6 мм Δ=0,6 Ra12,5	Td Δ Ra	5,4 30 15,625	3,15	4	Ra12,5 = Ra6,3 = Ra3,2 = Ra1,6 = Ra0,8; H16 = H15 = H14 = H13 = H12;	1 2 3 4	Свердлі ння Розтач. напівчи стий Протяг. чорн Растач.ч ист.	1000 620 390 300	0,3 0,1 0,05 0,02	6,3 3,2 1,6 0,8	1,62 1,6 1,3	3 2 3	2 2 2

1.7 Вибір металорізального обладнання

Деталь «Шестерня» має складну конфігурацію зовнішнього вигляду, яка диктує нам номенклатуру обладнання, що використовується.

Так для обробки зовнішніх і внутрішніх циліндричних поверхонь необхідно застосовувати точні токарні верстати з ЧПУ, тому що в ході технологічного процесу деталь (у процесі різання) зазнаватиме великих радіальних навантажень, а тонкі стінки деталі не зможуть чинити опір вигину, перевага віддається токарним напівавтоматам (в даному випадку АТПР2М12).

Жорсткі вимоги до балансування деталі пов'язані зі службовим призначенням виробу, тому зубофрезерні операції з виконання зубофрезерування та видалення матеріалу, що створює дисбаланс, виробляється на фрезерних верстатах (ЕЗ-40 і 5БЗ20).

Шліфувальні операції можна здійснити, використовуючи верстат шліфувальний 3А151.

Матеріал деталі - високолегована сталь, тому обробка ведеться твердосплавним інстор.ументом. Перевага надається стандартизованому інстор.ументу зі змінними пластинами, що дозволяє зменшити підготовчо-заключний час та здешевлює виробництво.

1.8 Призначення припусків та розрахунок технологічних розмірів

Зовнішня циліндрична поверхня – $\varnothing 132h11_{(-0,26)}$

Визначимо припуски розрахунково-аналітичним методом.

Визначаємо значення припуску по переходам:

$$2Z_i^{\min} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) \quad (1.25)$$

де Rz_{i-1} , ρ_{i-1} , h_{i-1} - збільшена шорсткість поверхні, похибка форми та взаємного розташування у вигляді жолоблення деталі, зміщення поверхонь і т.д.;

ε_{yi} - похибка установки виконуваного переходу.

Визначимо елементи припуску переходів:

Заготовка:

$Rz_1 = 500$ мкм, $h_1 = 500$ мкм за табл.11 довідник [2], с.185

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_{cm}^2 + \rho_{кор}^2} = \sqrt{2000^2 + 700^2} = 2119 \text{ мкм} \quad (1.26)$$

де $\rho_{cm} = 2000$ мкм і $\rho_{кор} = 700$ мкм по табл.17 довідник (2), с.186

Точіння чорнове:

$Rz_2 = 100$ мкм, $h_2 = 100$ мкм за табл. 25 довідник (2), с.188

$$\rho_2 = \rho_1 * k_y = 2119 * 0.06 = 127.14 \text{ мкм} \quad (1.27)$$

де $K_y = 0,06$ - коефіцієнт уточнення, який залежить від стадії обробки за табл.29 довідник [2], с.190

$\varepsilon_2 = 120$ мкм по табл 13 довідник [2], с.42

Точіння напівчистове:

$Rz_3 = 25$ мкм, $h_3 = 25$ мкм

$$\rho_3 = \rho_2 * k_y = 127.14 * 0.04 = 5.0856 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_2 * k_y = 120 * 0.04 = 4.8 \text{ мкм}$$

Шліфування:

$$Rz_5 = 10 \text{ мкм}, h_5 = 20 \text{ мкм}$$

$$\rho_5 = \rho_3 * k_y = 5.0856 * 0.03 = 0.152568 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_5 = \varepsilon_3 * k_y = 4.8 * 0.03 = 0.144 \text{ мкм}. \text{ Отримані дані заносимо до таблиці 1.7}$$

Визначаємо припуски переходів за формулою (1.25)

$$2Z_2^{\min} = 2(1000 + \sqrt{2119^2 + 120^2}) = 6.244 \text{ мм} \approx 6,25 \text{ мм}$$

$$2Z_3^{\min} = 2(100 + 100 + \sqrt{127,14^2 + 4,8^2}) \approx 0,654 \text{ мм}$$

$$2Z_5^{\min} = 2(25 + 25 + \sqrt{5,0856^2 + 0,144^2}) \approx 0,11017 \text{ мм}$$

Розрахунки технологічних розмірів виконаємо методом розмірних кіл:

А) максимальні розміри переходів:

$$d_{i\max} = d_{i+1\max} + 2Z_{i+1\min} + Td_i \quad (1.28)$$

де Td - допуск на обробку i -го переходу;

$2Z$ – припуск під обробку i -го переходу

$$d_{\max}^{\text{дет}} = d_{5\max} = 132 \text{ мм}$$

$$d_{3\max} = 132 + 0,11 + 0,4 = 132,51 \text{ мм}$$

$$d_{2\max} = 132,51 + 0,654 + 1 = 134,164 \text{ мм}$$

$$d_{1\max}^{\text{заг}} = 134,161 + 6,244 + 2 = 142,408 \text{ мм}$$

Б) мінімальні розміри переходів

$$d_{i\min} = d_{i\max} - Td_i \quad (1.29)$$

$$d_{\min}^{\text{дет}} = d_{5\min} = 132 - 0,26 = 131,74 \text{ мм}$$

$$d_{3\min} = 132,51 - 0,4 = 132,11 \text{ мм}$$

$$d_{2\min} = 134,164 - 1 = 133,164 \text{ мм}$$

$$d_{1\min}^{\text{заг}} = 142,408 - 2 = 140,408 \text{ мм}$$

Визначаємо граничні значення припусків переходів хутра. обробки:

А) максимальні припуски

$$2Z_{i\max} = d_{i-1\max} - d_{i\min} \quad (1.30)$$

$$2Z_{2\max} = 142.408 - 133.164 = 9.244 \text{ мм}$$

$$2Z_{3\max} = 134.164 - 132.11 = 2.054 \text{ мм}$$

$$2Z_{5\max} = 132.51 - 131.74 = 0.77 \text{ мм}$$

Виконаємо перевірку за формулою:

$$(d_{\max}^{\text{заг}} - d_{\min}^{\text{дет}}) - (d_{\min}^{\text{заг}} - d_{\max}^{\text{дет}}) = Td_{\text{заг}} + Td_{\text{дет}} \quad (1.31)$$

$$(142,408 - 131,74) - (140,408 - 132) = 2 + 0,26$$

$$10,668 - 8,408 = 2,26$$

$$2,26 = 2,26$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 1.7

Таблиця 1.7 - Розрахунок міжопераційних припусків технологічних розмірів зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 132h11(-0,26)$

Технологічні переходи (операції)	Елементи припуску, мкм				Розрах. прип 2Zmin, мм	Розрах. розмір, мм	Допуск Ti, ,мм	Граничні значення, мм				Виконавчий розмір, мм
	Rz	H	ρ	ε				Розмірів		Припусків		
								dmax	dmin	2Zmax	2Zmin	
1.Заготовка	500	500	2119			142,41	2	142,41	140,41			$\varnothing 141,41 \begin{pmatrix} +1.3 \\ -0.7 \end{pmatrix}$
2.Точіння Чорнове	100	100	128	120	6,244	134,164	1	134,164	133,164	9,244	6,244	$\varnothing 134,164 \begin{pmatrix} \\ -1 \end{pmatrix}$
3.Точіння підлозі чистове	25	25	5	5	0,654	132,51	0,4	132,51	132,11	2,054	0,654	$\varnothing 132,51 \begin{pmatrix} \\ -0.4 \end{pmatrix}$
4.Т/о												
5.Шліфування	10	20	0,15	0,15	0,110	132	0,26	132	131,74	0,77	0,11	$\varnothing 132 \begin{pmatrix} \\ -0.26 \end{pmatrix}$

Внутрішня циліндрична поверхня - $\varnothing 36H7(^{+0,027})$

Визначимо припуски табличний метод, розрахунок розмірів методом Кована.

Знаходимо припуски переходів обробки деталі:

$2Z_{1\min} = 36\text{мм}$ - свердління;

$2Z_{2\min} = 0.5\text{мм}$ - напівчистове розточування;

$2Z_{3\min} = 0.25\text{мм}$ - чистове розточування;

$2Z_{5\min} = 0.1\text{мм}$ -шліфування.

Розраховуємо технологічні розміри по переходам.

А) максимальні розміри переходів:

$$d_{i\max} = d_{i+1\max} - 2Z_{i+1\min}$$

(1.32)

де $2 \cdot Z$ - припуск під обробку і-го переходу.

$$d_{\max}^{\text{дет}} = d_{5\max} = 36.027\text{мм}$$

$$d_{3\max} = 36.027 - 0,1 = 35,927\text{мм}$$

$$d_{2\max} = 35.927 - 0,25 = 35,677\text{мм}$$

$$d_{1\max} = 35.677 - 0,5 = 35,177\text{мм}$$

Б) мінімальні розміри переходів:

$$d_{i\min} = d_{i\max} - T_d \quad (1.33)$$

де T_d – допуск на обробку і-го переходу.

$$d_{\min}^{\text{дет}} = 36,027 - 0,027 = 36\text{мм}$$

$$d_{3\min} = 35,927 - 0,062 = 35,865\text{мм}$$

$$d_{2\min} = 35,67 - 0,16 = 35,51\text{мм}$$

$$d_{1\min} = 35,17 - 0,39 = 34,78\text{мм}$$

Визначаємо граничні значення припусків переходів хутра. обробки

А) мінімальні припуски $2Z_{\min}$:

$$2Z_{i\min} = d_{i\max} - d_{i-1\max} \quad (1.34)$$

$$\begin{aligned}
2Z_{5\min} &= 36,027 - 35,927 = 0,1\text{мм} \\
2Z_{3\min} &= 35,927 - 35,67 = 0,257\text{мм} \\
2Z_{2\min} &= 35,67 - 35,177 = 0,493\text{мм}
\end{aligned}$$

Виконаємо перевірку:

$$\begin{aligned}
2Z_{i+1\max} - 2Z_{i+1\min} &= Td_i - Td_{i+1} & (1.35) \\
0,73 - 0,5 &= 0,39 - 0,16 \\
0,23 &= 0,23
\end{aligned}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 1.8

Припуски та технологічні розміри на інші поверхні знаходимо табличним методом і заносимо до таблиць 1.9-1.13

Таблиця 1.8- Розрахунок міжопераційних припусків технологічних розмірів внутрішньої циліндричної поверхні
 $\varnothing 36H7(^{+0,027})$

Технологічні переходи (операції)	Елементи припуску, мкм				Розра х. прип 2Zmin , мм	Допуск, Т _i , мм	Розрах. розмір, мм	Граничні значення, мм				Виконавчий розмір, мм
	R _z	h	ΔΣ	ε				Розмірів		Припусків		
								dmax	dmin	2Z _{max}	2Z _{min}	
1.Свердлильна					36	0,39	35,177	35,17	34,78			Ø34,78 ^(+0,39)
2.Расточ.					0,5	0,16	35,677	35,67	35,51	0,73	0,5	Ø35,51 ^(+0,16)
3.Розточ. чистове					0,25	0,062	35,927	35,927	35,865	0,355	0,257	Ø35,865 ^(+0,062)
4.Т/о												
5.Шліфів.					0,1	0,027	36,027	36,027	36	0,135	0,1	Ø36 ^(+0,027)

Таблиця 1.9 - Розрахунок міжопераційних припусків технологічних розмірів внутрішньої циліндричної поверхні $\varnothing 30G6 \begin{pmatrix} +0.023 \\ -0.006 \end{pmatrix}$

Технологічні кі переходи (операції)	Елементи припуску, мкм				Розра х. прип 2Z _{min} , мм	Допуск, T _i , мм	Розрах. розмір, мм	Граничні значення, мм				Виконавчий розмір, мм
	R _z	h	ΔΣ	ε				Розмірів		Припусків		
								d _{max}	d _{min}	2Z _{max}	2Z _{min}	
1.Свердлильна					29	0,33	28,697	29,027	28,697			Ø28,862 ^(+0.33)
2.Розточ.					0,5	0,084	29,527	29,611	29,527	0,914	0,5	Ø29,527 ^(+0.084)
3.Протяг. чорнове					0,25	0,033	29,861	29,894	29,861	0,367	0,25	Ø29,861 ^(+0.033)
4.Т/о												
5.Шліфів.					0,1	0,029	29,994	30,023	29,994	0,162	0,1	Ø30 ^(+0.023 -0.006)

Таблиця 1.10 - Розрахунок міжопераційних припусків технологічних розмірів внутрішньої циліндричної поверхні $\varnothing 32.5^{(+0.5)}_{(+0.2)}$

Технологічні кі переходи (операції)	Елементи припуску, мкм				Розра х. прип 2Z _{min} , мм	Допуск, T _i , мм	Розрах. розмір, мм	Граничні значення, мм				Виконавчий розмір, мм
	R _z	h	ΔΣ	ε				Розмірів		Припусків		
								d _{max}	d _{min}	2Z _{max}	2Z _{min}	
1.Свердлильна					31,5	1	29,69	30,69	29,69			Ø29,69 ^(+1.0)
2. Розточ.					0,5	0,62	31,19	31,81	31,19	2,12	0,5	Ø31,19 ^(+0.62)
3.Протяг. чорнове					0,25	0,39	32,06	32,45	32,06	1,26	0,25	Ø32,06 ^(+0.39)
4. Розточ. чистове.					0,25	0,3	32,7	32,95	32,7	0,89	0,25	Ø32.5 ^{(+0.5) +0.2}

Таблиця 1.11 - Розрахунок міжопераційних припусків технологічних розмірів зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 42_{(-0,34)}$

Технологічні кі переходи (операції)	Елементи припуску, мкм				Розра х. прип 2Z _{min} , мм	Допуск, T _i , мм	Розрах. розмір, мм	Граничні значення, мм				Виконавчий розмір, мм
	R _z	h	ΔΣ	ε				Розмірів		Припусків		
								d _{max}	d _{min}	2Z _{max}	2Z _{min}	
1.Заготовка						1,6	47,6	47,6	46			Ø46,6 ^(+1 -0.6)
2.Точіння чорнове					1,7	1	44,3	44,3	43,3	4,3	1,7	Ø44,3 ₍₋₁₎
3.Точіння напівчистове					0,5	0,5	42,8	42,8	42,3	2	0,5	Ø42,8 _(-0,5)
4.Точіння чистове.					0,3	0,34	42	42	41,66	1,14	0,3	Ø42 _(-0,34)

Таблиця 1.12 - Розрахунок міжопераційних припусків технологічних розмірів зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 36_{(-0,34)}$

Технологічні переходи (операції)	Елементи припуску, мкм				Розрах. прип 2Z _{min} , мм	Допуск, T _i ,мм	Розрах. розмір, мм	Граничні значення, мм				Виконавчий розмір, мм
	R _z	h	ΔΣ	ε				Розмірів		Припусків		
								d _{max}	d _{min}	2Z _{max}	2Z _{min}	
1.Заготовка						1,6	41,6	41,6	40			Ø40,6 ^(+1 -0.6)
2.Точіння чорнове					1,7	1	38,3	38,3	37,3	4,3	1,7	Ø38,3 ₍₋₁₎
3.Точіння напівчистове					0,5	0,5	36,8	36,8	36,3	2	0,5	Ø36,8 _(-0,5)
4.Точіння чистове.					0,3	0,34	36	36	35,66	1,14	0,3	Ø36 _(-0,34)

Таблиця 1.13 - Розрахунок міжопераційних припусків технологічних розмірів зовнішньої торцевої поверхні L52_(-0,2)

Технологічні кі переходи (операції)	Елементи припуску, мкм				Розра х. прип 2Z _{min} , мм	Допуск, T _i , мм	Розрах. розмір, мм	Граничні значення, мм				Виконавчий розмір, мм
	R _z	h	ΔΣ	ε				Розмірів		Припусків		
								d _{max}	d _{min}	2Z _{max}	2Z _{min}	
1.Заготовка						1,8	58,58	58,8	57			L57,6 ^(+1.2) _(-0.6)
2.Точ.чорнове лівого торця					1	0,74	55,78	55,78	55,04	3,54	1	L55,78 _(-0,74)
3.Точ.чорнове правого торця					1	0,74	54,04	54,04	53,3	2,48	1	L54,04 _(-0,74)
4.Шліф.чорн. правого торця					0,15	0,3	53,15	53,15	52,85	1,19	0,15	L53,15 _(-0,3)
5.Шліф.чорн. лівого торця					0,15	0,3	52,7	52,7	52,4	0,75	0,15	L52,7 _(-0,3)
6.Шліф.чист. лівого торця					0,1	0,2	52,3	52,3	52,1	0,6	0,1	L52,3 _(-0,2)
7.Шліф.чист. правого торця					0,1	0,2	52	52	51,8	0,5	0,1	L52 _(-0,2)

1.9 Розрахунок режимів різання

Операція 015 - Токарна з ЧПУ

Токарна операція складається з чотирьох переходів:

- а) свердління пов.6.
- б) точіння пов.3,4,5,8,10.
- в) розточування пов.6,7.
- г) точіння пов.8,9.

Обробку проводимо на верстаті з ЧПУ АТПр2М12.

Перехід 01. Режими вибираємо табличним способом.

Максимальна глибина різання $t = 12,5$ мм.

Інструмент – свердло з конічним хвостовиком, Ø25, ОСТ 2І20-2-80, матеріал Р18. Налаштування: $a = -10$, $= -20$, $J = 1$.

Подача:

$S_{от} = 0,3$ мм/об – табличне значення подачі. по [3], с.103, карта 41

Швидкість головного руху різання:

$V_T = 27,5$ м / хв (3), с.104, карта 42

Частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 27,5}{3,14 \cdot 25} = 350 \text{ про/хв.} \quad (1.36)$$

Верстат з ЧПУ має безступінчасте регулювання частоти, то приймаємо $n_p = 350$ об/хв.

Фактична швидкість різання при чорновому точінні:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 25 \cdot 350}{1000} = 27,5 \text{ м/хв.} \quad (1.37)$$

Визначаємо основний час:

$$T_0 = \frac{L_{\text{р.х.}}}{n \cdot S_{\text{опр}}} = \frac{56+7}{105} = 0,6 \text{ хв.} \quad (1.38)$$

Таблиця 1.14 - Режими різання токарної операції 015

Технологічні переходи (операції)	t	So	n	V	Np	Lp.х.	To
1. Свердління	12,	0,3	350,3	27,5	3,2	63	0,6
2. Точіння чорнове	5	1,8	615,2	230	7,2	133	0,64
3. Розточування	1,5	0,3	1405,6	128	2,0	80	0,2
4. Точіння напівчистий.	2	0,35	508,7	131	2,7	45	0,25
Усього							1,69

Операція 020 - Токарна з ЧПУ

Вибір різального інструмента, розрахунок режимів різання.

Токарна операція (рис. 1.2) складається з трьох переходів:

а) обробка розмірів RD1, A3, RD3, A1.

б) обробка розмірів A2, RD3.

в) обробка розмірів A2, RD2.

Обробку проводимо на верстаті з ЧПУ АТПр2М12.

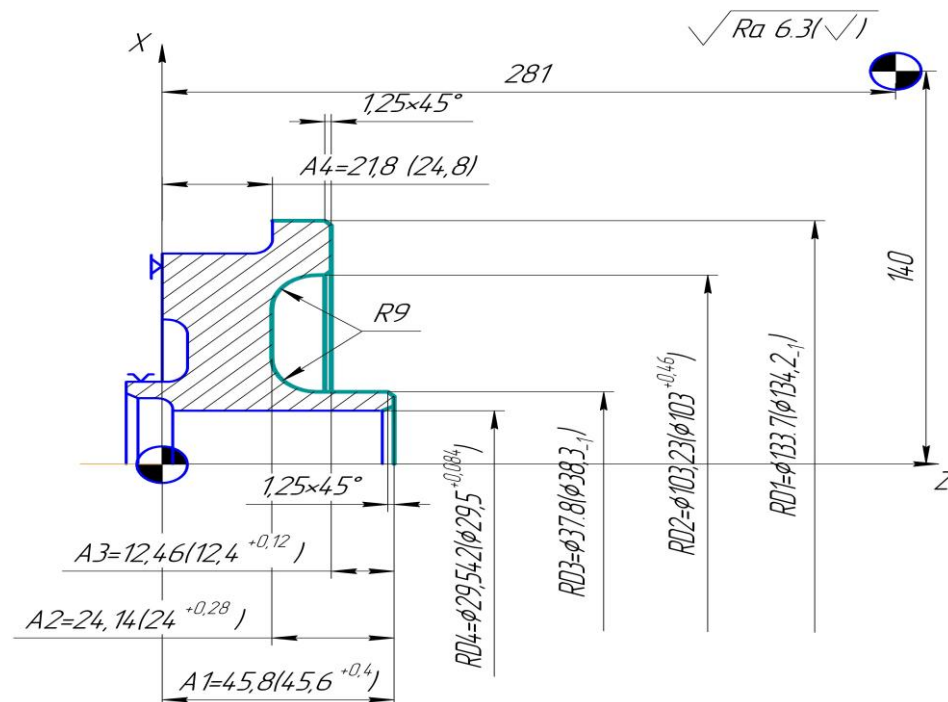


Рисунок 1.2 – Ескіз токарної операції.

Перехід 01

Максимальна глибина різання $t = 1$ мм.

Інструмент - різець прохідний контурний 20х30х125 ГОСТ 20875-72, матеріал Т15К6, R = 0,8. Налаштування: a = -10, =-20, J = 1.

Подача:

$$S_{0\text{расч}}^{\text{пр}} = S_{\text{от}} * K_1 * K_2; \quad (1.39)$$

$S_{\text{от}} = 0,22$ мм/об – табличне значення подачі.

K_1 – поправочний коефіцієнт, що залежить від межі міцності оброблюваного матеріалу, 1.

K_2 – поправочний коефіцієнт, що залежить від виду обробки, 1,1.

$$S_{0\text{расч}}^{\text{пр}} = 0,22 * 1,0 * 1,1 = 0,25 \text{ мм/об};$$

За паспортом верстата приймаємо $S_0^{\text{пр}} = 0,25$ мм/об.

Швидкість головного руху:

$$V_p = V_T * K_1 * K_2 * \dots K_n \quad (1.40)$$

$$V_T = 190 \text{ м/хв}$$

K_1 – поправочний коефіцієнт, залежить від чистоти обробки поверхні, 0,87;

K_2 – поправочний коефіцієнт, що враховує кут різця в плані, 1

K_3 – поправочний коефіцієнт, залежить від стану оброблюваної поверхні, 1.

K_4 – поправочний коефіцієнт, що залежить від матеріалу різальної частини інструмента, 1,15.

K_5 – поправочний коефіцієнт, що залежить від твердості оброблюваного матеріалу, 1.

K_6 -поправочний коефіцієнт, що залежить від стійкості інструменту($T=100$ хв), $=0,95$.

K_7 —поправочний коефіцієнт, залежить від умов роботи, 1.

$$V_p = 190 * 0,87 * 1 * 1 * 1,15 * 1 * 0,95 * 1 = 180,59 \text{ м/хв}$$

Розраховуємо розрахункову частоту обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 * V_p}{\pi * D_{\text{заг}}} = \frac{1000 * 180,59}{3,14 * 132,93} = 435,7 \text{ про/хв} \quad (1.41)$$

Приймаємо за паспортом верстата $n=400$ об/хв.

Фактична швидкість різання при чорновому точінні:

$$V_\phi = \frac{\pi * D * n}{1000} = \frac{3,14 * 132,93 * 450}{1000} = 186,516 \text{ м/хв} \quad (1.42)$$

Визначаємо основний час:

$$T_o = \frac{L_{\text{р.х.}}}{n * S_{\text{опр}}} = \frac{16,54 + 3,56 + 14,49 + 7,8 + 12,41 + 8}{400 * 0,25} = 0,63 \text{ хв} \quad (1.43)$$

Перехід 02.

Максимальна глибина різання $t = 1,2$ мм.

Інструмент - різець канавковий 20х30х125 ГОСТ 20875-72, матеріал Т15К6, R = 3 (с.135, [2]). Налаштування: $a = -10$, $=15$, $J=1$.

Подання:

$$S_{\text{орасч}}^{\text{пр}} = S_{\text{от}} * K_1 * K_2; \quad (1.44)$$

$S_{\text{от}}=0,22$ мм/об – табличне значення подачі.

K_1 – поправочний коефіцієнт, що залежить від межі міцності оброблюваного матеріалу, 1.

K_2 — поправочний коефіцієнт, що залежить від виду обробки, 1,1

$$S_{\text{орасч}}^{\text{пр}} = 0,22 * 1,0 * 1,1 = 0,25 \text{ мм/об}$$

За паспортом верстата приймаємо $S_0^{\text{пр}} = 0,25$ мм/об.

Швидкість головного руху:

$$V_T=175 \text{ м/хв}$$

K_1 — поправочний коефіцієнт , залежить від чистоти обробки поверхні.

K_2 - поправочний коефіцієнт, що враховує кут різця в плані

K_3 —поправочний коефіцієнт, залежить від стану оброблюваної поверхні.

K_4 —поправочний коефіцієнт, що залежить від матеріалу різальної частини інструмента.

K_5 —поправочний коефіцієнт, що залежить від твердості оброблюваного матеріалу.

K_6 —поправочний коефіцієнт, що залежить від стійкості інструменту ($T=100$ хв).

K_7 —поправочний коефіцієнт, залежить від умов роботи.

$$V_p = 175 * 0,87 * 1 * 1 * 1,15 * 1 * 0,95 * 1 = 166,33 \text{ м/хв} \quad (1.45)$$

Розраховуємо розрахункову частоту обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 * V_p}{\pi * D_{\text{заг}}} = \frac{1000 * 166,33}{3,14 * 81,23} = 652,13 \text{ про/хв} \quad (1.46)$$

$D_{\text{заг}}$ - найбільший діаметр обробки.

Приймаємо за паспортом верстата $n=630$ об/хв.

Фактична швидкість різання при чорновому точінні:

$$V_\phi = \frac{\pi * D * n}{1000} = \frac{3,14 * 81,23 * 630}{1000} = 160,69 \text{ м/хв.} \quad (1.47)$$

Визначаємо основний час:

$$T_o = \frac{L_{\text{р.х.}}}{n * S_{\text{опр}}} = \frac{5,9 + 5,9 + 5,9 + 3,65 + 12,36 + 9,14 + 10,92 + 8}{630 * 0,25} = 0,39 \text{ хв.} \quad (1.48)$$

Перехід 03.

Максимальна глибина різання $t = 1,2$ мм.

Інструмент - різець розточний 20x30x125 ГОСТ 20875-72, матеріал Т15К6, R = 1,5. Налаштування: a = 23, =-35, J = 4.

Подача:

$$S_{\text{орасч}}^{\text{пр}} = S_{\text{от}} * K_1 * K_2; \quad (1.49)$$

$S_{\text{от}}=0,22$ мм/об – табличне значення подачі.

K_1 – поправочний коефіцієнт, що залежить від твердості оброблюваного матеріалу.

K_2 – поправочний коефіцієнт, що залежить від виду обробки

$$S_{\text{орасч}}^{\text{пр}} = 0,22 * 1,0 * 0,9 = 0,203 \text{ мм/об};$$

За паспортом верстата приймаємо $S_0^{\text{пр}} = 0,2$ мм/об.

Швидкість головного руху різання:

$$V_p = V_T * K_1 * K_2 * \dots K_n \quad (1.50)$$

$$V_T = 177 \text{ м / хв}$$

K_1 – поправочний коефіцієнт, залежить від чистоти обробки поверхні.

K_2 - поправочний коефіцієнт, що враховує кут різця в плані

K_3 – поправочний коефіцієнт, залежить від стану оброблюваної поверхні.

K_4 – поправочний коефіцієнт, що залежить від матеріалу різальної частини інструмента.

K_5 – поправочний коефіцієнт, що залежить від твердості оброблюваного матеріалу.

K_6 – поправочний коефіцієнт, що залежить від стійкості інструменту ($T=100$ хв).

K_7 – поправочний коефіцієнт, залежить від умов роботи.

$$V_p = 177 * 0,87 * 1 * 1 * 1,15 * 1 * 0,95 * 1 = 168,234 \text{ м/хв}$$

Розраховуємо розрахункову частоту обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 * V_p}{\pi * D_{\text{заг}}} = \frac{1000 * 168,23}{3,14 * 103,23} = 519,01 \text{ про/хв.} \quad (1.51)$$

Приймаємо за паспортом верстата $n=500$ об/хв.

Фактична швидкість різання при чорновому точінні:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 103.23 \cdot 500}{1000} = 162,07 \text{ м/хв.} \quad (1.52)$$

Визначаємо основний час:

$$T_o = \frac{L_{p.x.}}{n \cdot S_{опр}} = \frac{3.47 + 2.09 + 9.14 + 10.63 + 8}{500 \cdot 0,2} = 0.33 \text{ хв.} \quad (1.53)$$

Операція 050 – Зуборізна

Верстат – зубофрезерний напівавтомат для конічних коліс із круговим зубом мод 527В;

Найбільший діаметр колеса, що обробляється мм, 500;

Найбільший модуль оброблюваного колеса мм, 12;

Частота обертання зуборізної головки об/хв, 20 ... 155;

Кут ділильного конуса – $5^{\circ}42' - 84^{\circ}18'$;

Потужність електродвигуна, кВт - 4;

Інструмент – ріжуча головка за ГОСТ 11902-77: $d_0=160$ мм, $d_{0e}=163,6$ мм, $d_{0i}=156,4$ мм, $h_e=13$, $m_{ze}=5,0$, $\gamma=20^{\circ}$ по (2) стор.208, таблиця 120.

Розрахунок режимів різання:

Довжина робочого ходу $L_{p.x.}$, мм:

$$L_{p.x} = L_p + (y + \Delta) \quad (1.54)$$

де $(y + \Delta)$ – величина врізання та перебігу інструменту, 8 мм

L_p - величина різання, що дорівнює ширині зубчастого вінця, 13 мм

$$L_{p.x} = 13 + 8 = 21 \text{ мм.}$$

По [4], стор.155, картр 3,4 вибираємо подачу на зуб голівки $S_z = 0,12$ мм/зуб і швидкість різання $V = 35$ м/хв.

Розрахуємо частоту обертання інструменту:

$$n_p = (1000 V) / (\pi D) = (1000 \cdot 35) / (3,14 \cdot 160) = 70,32 \text{ об / хв} \quad (1.55)$$

Так як верстат-напівавтомат, то приймаємо $n_p = 70,32$ об/хв.

Розраховуємо хвилинну подачу за формулою:

$$S = S \cdot N_z, \quad (1.56)$$

z -кількість різців у головці

$$S = 0,12 * 6 * 70,32 = 50,63 \text{ м / хв}$$

По [3] стор.558, карта 31 вибираємо час на обробку одного зуба $t = 15\text{с}$

Розраховуємо основний машинний час за формулою:

$$t_o = \frac{t_{CT} \cdot i}{60} \quad (1.57)$$

i -кількість нарізуваних зубів

$$t_o = \frac{15 \cdot 35}{60} = 8,73 \text{ хв}$$

Операція 070 – Зубофрезерна

Верстат – зубофрезерний напівавтомат для циліндричних коліс мод. 5В312;

Найбільший діаметр колеса, що обробляється, мм -320;

Найбільший модуль колеса, що обробляється, мм -6;

Частота обертання шпинделя інструменту, об/хв -100...500;

Найбільший діаметр фрез, що встановлюються, мм -160;

Найбільше осьове рух фрези, мм -75;

Потужність електродвигуна, кВт -7,5;

Інструмент – фреза черв'ячна модульна за ГОСТ 11902-77: $d=40\text{мм}$, $d_{0e}=100\text{мм}$, $d_1=65\text{мм}$, $L=100\text{мм}$, матеріал Р6М5; по [2] стор.193, таблиця106.

Розрахунок режимів різання:

Довжина робочого ходу $L_{p.x.}$, мм:

$$L_{p.x} = L_p + (y + \Delta) \quad (1.58)$$

де $(y + \Delta)$ – величина врізання та перебігу інструменту, 24 мм

L_p - величина різання, що дорівнює ширині зубчастого вінця, 10 мм

$$L_{p.x} = 10 + 24 = 34 \text{ мм.}$$

Подача S_0 , мм/об:

$$S_0 = S_{от} * K_s \quad (1.59)$$

Для фрезерування однозахідними фрезами вибираємо $S_{от}=3,0$ мм/об

по [4], с.148, карта 3

$$K_s = 0,9 \text{ (4), с.149, карта 3}$$

$$S_0 = 3 * 0,9 = 2,7 \text{ мм/об}$$

Швидкість різання V , м/хв:

$$V = V_t * K_1 * K_2 \quad (1.60)$$

Для фрезерування однозахідними фрезами вибираємо $V_t = 35$ м/хв.

по [4] с.148, карта 3

$$K_1 = 0,9, K_2 = 1 \text{ по (4), с.149, карта 3}$$

$$V = 35 * 1 * 0,9 = 31,5$$

Розрахуємо частоту різання інструменту:

$$n_p = 101,32 \text{ об / хв} \quad (1.61)$$

так як верстат-напівавтомат, то $n_p=101,32$ об/хв.

Потужність різання N_p , кВт:

$$N_p = N_t * K_1 * K_2 * K_3 \quad (1.62)$$

$$N_t = 0,7 \text{ кВт, } K_1 = 0,9, K_2 = 1,64, K_3 = 1 \text{ по (3), с.523}$$

$$N_p = 0,7 * 0,9 * 1,64 * 1 = 1,03 \text{ кВт}$$

Розраховуємо основний час за формулою:

$$t_0 = \frac{L_{px} * i}{S_0 * n_p} \quad (1.63)$$

i -кількість нарізуваних зубів

$$t_0 = \frac{34 * 42}{2,7 * 101,3} = 5,22 \text{ хв}$$

1.10 Розрахунок норм часу для технологічних операцій

Операція 015 - Токарна з ЧПУ

Основний (технологічний) час на обробку поверхні

$$T_o = \Sigma T_{o\ i} \quad (1.64)$$

$$T_o = 0,6 + 0,64 + 0,2 + 0,25 = 1,69 \text{ хв.}$$

Допоміжний час

$$T_d = t_{\text{уст-зняти}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{контр}} \quad (1.65)$$

$t_{\text{уст-зняти}}$ - час встановлення деталі в пристосування вибираємо по [3] стор.138 карта 51, 0,13хв.

$t_{\text{контр}}$ - час на контроль. Т.к. $t_{\text{контр}} < T_o$ то в розрахунках не використовується, 1,42хв.

$$t_{\text{пер}} = t_{\text{точ}} + t_{\text{обт}} + t_{\text{попер}} + t_{\text{ізм}} + t_{\text{пов}} + t_{\text{уст.огр}} + t_{\text{уст.рез}} + t_{\text{уст.св}} \quad (1.66)$$

$t_{\text{точ}}$ - час на точіння різцем, встановленим на розмір, 0,06хв

$t_{\text{обт}}$ - час на обточування фасок, 0,05хв

$t_{\text{попер}}$ - час на поперечне точіння, 0,06хв

$t_{\text{ізм}}$ - час на зміну числа обертів, 0,04хв

$t_{\text{пов}}$ - час на поворот revolverної головки, 0,05хв

$t_{\text{уст.огр}}$ - час на встановлення огорожі, 0,1хв

$t_{\text{уст.рез}}$ - час на встановлення різців, 0,07хв

$t_{\text{уст.св}}$ - час на установку свердла, 0,12 хв

$$t_{\text{пер}} = 0,06 \cdot 7 + 0,05 \cdot 4 + 0,06 \cdot 4 + 0,04 \cdot 5 + 0,05 \cdot 4 + 0,07 \cdot 3 + 0,12 + 0,1 = 1,59 \text{ хв}$$

$$T_d = 0,13 + 1,59 = 1,72 \text{ хв}$$

Час на організаційне обслуговування, відпочинок та природні потреби

$a_{орг}$ - час організаційного обслуговування % від оперативного часу
вибираємо по [13] карта 49 лист 1 поз.3, 2,5 %;

$a_{отд}$ - час відпочинку і природні потреби у % від оперативного часу
вибираємо по [9] карта 50 поз. 15, 4 %;

$$T_{обс} + T_{отд} = (T_o + T_B) \cdot \frac{a_{орг} + a_{отд}}{100} = \frac{(1,69 + 3,71) \cdot 6,5}{100} = 0,351 \text{ мин} \quad (1.67)$$

Підготовчо-заключний час

$$T_{пз} = 10 + 4 + 8 + 6 = 28 \text{ хв} \quad (1.68)$$

де 10хв - час на налагодження верстата по [3] карта 49 стор135;

4хв – на зміну кулачків по [3] карта 49 стор.136;

8хв – час на отримання та здачу інструменту по [3] карта 49, стор137

6хв – на розточування кулачків по [3] карта 49 стор.136;

Штучний час

$$T_{шт} = T_c + T_B + \frac{(T_o + T_B) \cdot (a_{орг} + a_{отд})}{100} = 1,69 + 1,72 + \frac{(1,69 + 1,72) \cdot 6,5}{100} = 3,7382 \text{ хв} \quad (1.69)$$

Штучно-калькуляційний час

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 3,7382 + \frac{28}{200} = 3,8782 \text{ хв} \quad (1.70)$$

де n-партія запуску деталей, шт.-200

Операція 020 - Токарна з ЧПУ

Основний (технологічний) час на обробку поверхні

$$T_o = \Sigma T_{oI} \quad (1.71)$$

Основний (технологічний) час 1-го переходу:

$$T_{o1} = 0,63 \text{ хв.}$$

Основний (технологічний) час 2-го переходу:

$$T_{o2} = 0,39 \text{ хв.}$$

Основний (технологічний) час 3-го переходу:

$$T_{o3} = 0,33 \text{ хв.}$$

$$T_o = 0,63 + 0,39 + 0,33 = 1,35 \text{ хв.}$$

Допоміжний час

$$T_d = t_{\text{уст-зняти}} + t_{\text{пер}} \quad (1.72)$$

$T_{\text{вст-зняти}}$ - час на встановлення деталі в пристосування, вибираємо по [3] стор.138 карта 51, 0,13 хв;

$$t_{\text{пер}} = t_{\text{точ}} + t_{\text{обт}} + t_{\text{попер}} + t_{\text{ізм}} + t_{\text{пов}} + t_{\text{уст.огр}} + t_{\text{контр}} \quad (1.73)$$

$t_{\text{точ}}$ - час на точення різцем, встановленим на розмір, 0,06хв

$t_{\text{обт}}$ - час на обточування фасок, 0,05хв

$t_{\text{попер}}$ - час на поперечне точіння, 0,06хв

$t_{\text{ізм}}$ - час на зміну числа обертів, 0,04хв

$t_{\text{пов}}$ - час на поворот револьверної головки, 0,05хв

$t_{\text{уст.огр}}$ - час на встановлення огорожі, 0,1хв

$t_{\text{контр}}$ - час на контроль, 0,64

$$t_{\text{пер}} = 0,06 \cdot 3 + 0,05 \cdot 3 + 0,06 \cdot 2 + 0,04 \cdot 2 + 0,05 \cdot 2 + 0,1 = 0,73 \text{ хв}$$

$$T_d = 0,13 + 0,73 = 0,86 \text{ хв}$$

Час на організаційне обслуговування, відпочинок та природні потреби

$a_{\text{орг}}$ - час організаційного обслуговування % від оперативного часу вибираємо по [13] карта 49 лист 1 поз.3, 2,5 %;

$a_{\text{огд}}$ - час відпочинку і природні потреби у % від оперативного часу вибираємо по [9] карта 50 поз. 15, 4 %;

$$T_{\text{обс}} + T_{\text{отд}} = (T_o + T_B) \cdot \frac{a_{\text{орг}} + a_{\text{отд}}}{100} = \frac{(1,35 + 0,86) \cdot 6,5}{100} = 0,14 \text{ мин} \quad (1.74)$$

Підготовчо-заключний час

$$T_{\text{пз}} = 10 + 4 + 8 = 22 \text{ хв} \quad (1.75)$$

де 10хв - час на налагодження верстата по [3] карта 49 стор.135;

4хв – на зміну кулачків по [3] карта 49 стор.136;

8хв – час на отримання та здачу інструменту по [3] карта 49 стор.137

Штучний час

$$T_{\text{шт}} = T_e + T_B + \frac{(T_o + T_B) \cdot (a_{\text{орг}} + a_{\text{отд}})}{100} = 1,35 + 0,86 + \frac{(1,35 + 0,86) \cdot 6,5}{100} = 2,35 \text{ хв} \quad (1.76)$$

Штучно-калькуляційний час

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n} = 2,35 + \frac{22}{200} = 2,46 \text{ хв} \quad (1.77)$$

де n-партія запуску деталей, шт.-200

Операція 50 – Зуборізна

Основний (технологічний) час на обробку поверхні

$$T_o = 8,73 \text{ хв}$$

Допоміжний час

$$T_d = T_{\text{уст}} + T_{\text{контр}} \quad (1.78)$$

де $T_{\text{вст}}$ – час на встановлення деталі в патрон цанговий [3] карта 32 стор. 560, 0,52хв;

$T_{\text{контр}}$ – повний контроль колеса у пристосуванні із щільним зачепленням з еталонним колесом, [3] карта 35 стор.562, 0,18хв;

$$T_d = T_{\text{уст}} = 0,52 \text{ хв.}$$

Час на організаційне обслуговування, відпочинок та природні потреби

$a_{\text{орг.тех}}$ - час на організаційне обслуговування та відпочинок, і природні потреби в % від оперативного часу вибираємо по [3] стор. 560, 8%;

$$T_{\text{обс}} + T_{\text{отд}} = (T_o + T_B) \cdot \frac{a_{\text{орг}} + a_{\text{отд}}}{100} = \frac{(8.73 + 0.52) \cdot 8}{100} = 0.74 \text{ мин} \quad (1.79)$$

Підготовчо-заключний час

$$T_{\text{пз}} = 30 + 4 = 34 \text{ хв} \quad (1.80)$$

де 30мин- час на встановлення деталі в патрон цанговий [3] карта 32 стор.560,

4хв – час на налаштування верстата на нарізування зуба по [3] карта 6.6 стор.218.

Штучний час

$$T_{\text{шт}} = T_e + T_B + \frac{(T_o + T_B) \cdot (a_{\text{орг}} + a_{\text{отд}})}{100} = 8.73 + 0.52 + \frac{(8.73 + 0.52) \cdot 8}{100} = 9.99 \text{ хв} \quad (1.81)$$

Штучно-калькуляційний час

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n} = 9.99 + \frac{34}{200} = 10.16 \text{ хв} \quad (1.82)$$

де n-партія запуску деталей, шт.-200

Операція 70 – Зубофрезерна

Основний (технологічний) час на обробку поверхні

$$T_o = 5.22 \text{ хв}$$

Допоміжний час

$$T_d = T_{\text{уст}} + T_{\text{контр}} + T_{\text{кер}} \quad (1.83)$$

де $T_{\text{вст}}$ - час на встановлення деталі в патрон цанговий [3] карта 14 стор.535, 0,72хв;

$T_{\text{контр}}$ - час на контроль зубоміром, т.к. $T_{\text{контр}} < T_o$ в розрахунках не використовується [3] карта 35 стор.562, 0,13хв;

$T_{\text{кер}}$ — час включення автоматичної подачі інстор.умента [3] карта 14 стор.535, 0,13хв

$$T_d = 0,72 + 0,13 \cdot 2 = 0,98 \text{ хв.}$$

Час на організаційне обслуговування, відпочинок та природні потреби

$a_{\text{орг.тех}}$ - час на організаційне обслуговування та відпочинок, і природні потреби в % від оперативного часу вибираємо по [3] стор. 560, 8%;

$$T_{\text{обс}} + T_{\text{отд}} = (T_o + T_B) \cdot \frac{a_{\text{орг}} + a_{\text{отд}}}{100} = \frac{(5,22 + 0,98) \cdot 8}{100} = 0,496 \text{ хв} \quad (1.84)$$

Підготовчо-заключний час

$$T_{\text{пз}} = 40 + 4 = 44 \text{ хв} \quad (1.85)$$

де 40хв- час на встановлення деталі в оправлення верстата по [3] карта 6,6 стор.218,

4хв – час на налаштування диференціала по [3] карта 6.6 стор.218.

Штучний час

$$T_{\text{шт}} = T_e + T_B + \frac{(T_o + T_B) \cdot (a_{\text{орг}} + a_{\text{отд}})}{100} = 5,22 + 0,98 + \frac{(5,22 + 0,98) \cdot 8}{100} = 6,696 \text{ хв} \quad (1.86)$$

Штучно-калькуляційний час

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n} = 6,696 + \frac{44}{200} = 6,916 \text{ хв} \quad (1.87)$$

де n-партія запуску деталей, шт.-200

1.11 Проектування операції для верстата з ЧПУ

Операція №020 - Токарна з ЧПУ

Вихідні дані:

Операційний ескіз (рис. 1.3)

Заготовка - попередньо оброблене штампування, сталь 14ХГСН2МА-Ш

Об'єм партії деталей n=200 прим.

Верстат - токарний з ЧПУ АТПр2М12

Підготовка операційного ескізу

Обробка цієї деталі виконується за одну установку послідовно декількома інструментами.

Габарити та конфігурація деталі дозволяє забезпечити базування та кріплення заготовки у стандартному пристосуванні, що входить до комплекту верстата, тому установка виконується у 3х кулачковий гідропатрон.

Визначаємо настроювальні розміри для оброблюваних поверхонь деталі та проставляємо їх на операційному ескізі над розмірною лінією зліва від операційного розміру.

Вибираємо систему координат деталі. Початок відліку - перетин осей "XZ". Вісь Z поєднана з віссю обертання деталі, вісь X поєднана з лівим торцем деталі, який є наполегливою базою. Позитивний напрямок осей показано стрілками.

Координати "нульової" точки еталонного інструменту для цього верстата складають: $X_c = 140\text{мм}$; $Z_c = 281\text{мм}$

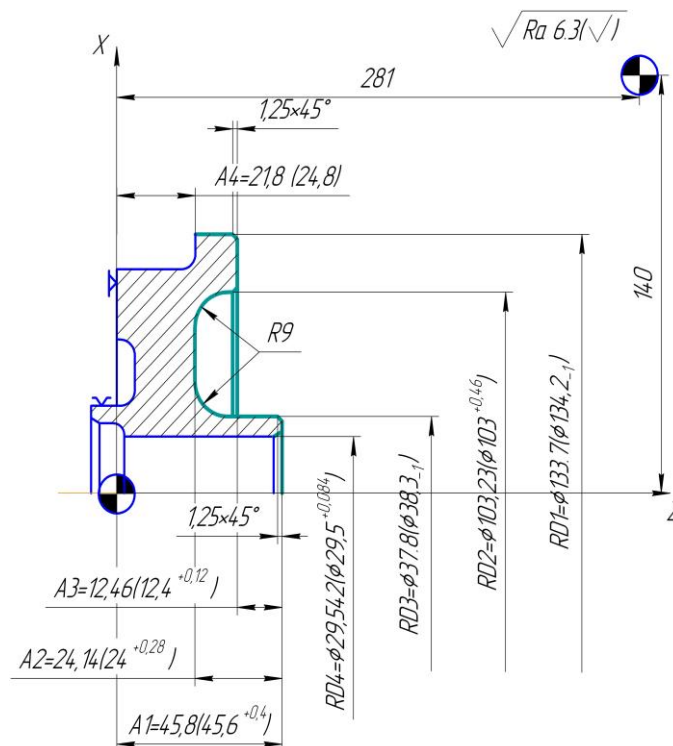


Рисунок 1.3 – Операційний ескіз.

Складання плану обробки

Визначаємо послідовність обробки інструментального блоку №01

обробка розмірів RD1, A3, RD3, A1.

Визначаємо послідовність обробки інструментального блоку №02

обробка розмірів A2, RD3.

Визначаємо послідовність обробки інструментального блоку №03

обробка розмірів A2, RD2.

Визначаємо загальний припуск для кожної поверхні, кількість проходів і глибину різання для кожного проходу.

Прохід 01:

точити поверхню RD1: $z_0 = 1,6$ мм; один прохід $t=1,6$ мм

підрізати торець A3: $z_0 = 1$ мм; один прохід $t=1$ мм

точити поверхню RD3: $z_0 = 0,5$ мм; один прохід $t=0,5$ мм

підрізати торець A1: $z_0 = 1$ мм; один прохід $t=1$ мм

Прохід 02:

підрізати торець A2: $z_0 = 1$ мм; один прохід $t=1$ мм

точити поверхню RD3: $z_0 = 0,1$ мм; один прохід $t=0,1$ мм

Прохід 03:

підрізати торець A2: $z_0 = 0,2$ мм; один прохід $t=0,2$ мм

точити поверхню RD2: $z_0 = 0,5$ мм; один прохід $t=0,5$ мм

1.11.4 Вибираємо інструмент та режими обробки

Дивись пункти 1.9.2.2.- 1.9.2.4. даної пояснювальної записки.

Визначення параметрів налаштування інструментів

Вильоти інструментів визначені на заводі у центральній вимірювальній лабораторії та представлені в таблиці параметрів налаштування інструментів (дивися креслення РТК).

Розробка траєкторії руху інструментів

Розробляємо схеми зняття припусків кожної позиції інструмента.

Призначаємо площину безпеки на відстані 50мм від торця деталі. Розмір відскоків 0,5мм.

Викреслюємо згідно зі схемою зняття припусків для кожної поверхні траєкторії руху кожного інструменту, присвоюємо номери опорним точкам.

Опис траєкторії:

Блок №01: 1-2-3-5-5'-10-11-15-16-17-19-20-21-22

Аналогічно для інструментальних блоків, що залишилися.

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Конструювання фрезерного пристосування

2.1.1 Опис конструкції та принципу роботи

Пристосування центрується у пазу плити болтами М18. Деталь при закріпленні вільно проходить через палець і центрується на внутрішній поверхні 30мм. Затискач та центрування деталі відбувається за рахунок зусилля, створюваного пневматичним циліндром. Затискач деталі відбувається шляхом подачі повітря через трубопровід у верхню порожнину гідроциліндра. Поршень зі штоком, рухаючись вгору, штовхає важіль 2 і важіль у свою чергу подає вгору тягу 8. Деталь при цьому можна зняти після зняття шайби 26 і відкручування гайки 23. Деталь утримується в постійному положенні завдяки впливу повітря в камері над поршнем.

2.1.2 Визначення похибки встановлення заготовок у пристосуванні

Схема установки деталі показано на рис.2.1.

Визначаємо похибку базування:

$$\epsilon_6 = \frac{S_{\max}}{2} (2.1)$$

де $S_{\max}$ – максимальний зазор.

Допуск на оправлення (палець) вибираємо g6:

$\varnothing 30H7^{+0.025}$ – деталь;

$\varnothing 30g6_{-0.025}^{-0.009}$ - оправлення.

$$S_{\max} = 0,025 + 0,016 = 0,09 \text{ мм}$$

$$\epsilon_6 = \frac{0.09}{2} = 0,045 \text{ мм}$$

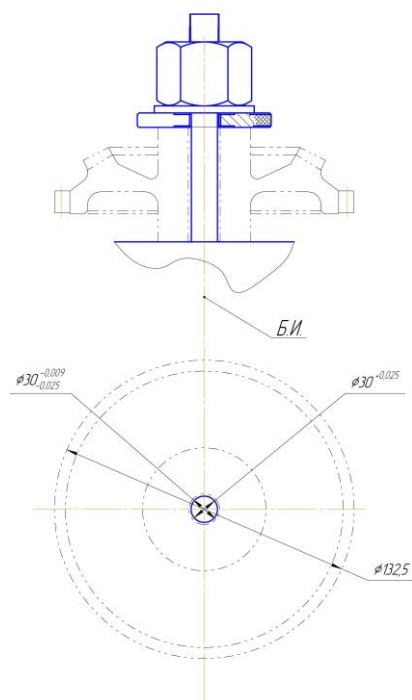


Рисунок 2.1 – Схема встановлення деталі на оправлення (палець)

2.1.3 Розрахунок необхідного зусилля закріплення деталі

Оброблювана деталь базується на пристосуванні по торцевій поверхні.

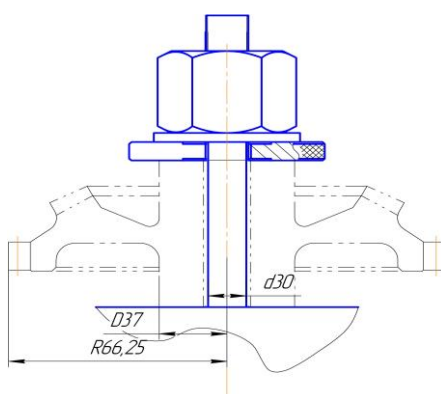


Рисунок 2.2 - Розрахункова схема визначення сили затиску

Вихідною величиною для розрахунків є сила різання $P_z=1465$ Н, що діє на заготовку у процесі обробки.

Визначається дійсна сила затиску:

$$Q_d = k \cdot W_{шт} \quad (2.2)$$

де k - Коефіцієнт запасу закріплення;

$W_{шт}$ - зусилля на штоку.

Визначаємо коефіцієнт закріплення:

$$k = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (2.3)$$

де K_0 - гарантований коефіцієнт запасу, 1,5

K_1 – враховує зміни (коливання) сил різання у процесі обробки через нерівномірність припусків, 1;

K_2 – коефіцієнт нерівномірності сил різання через мінливості припуску, що знімається при обробці, 1;

K_3 – коефіцієнт залежить від виду обробки, обробного матеріалу, 1,5;

K_4 – характеризує затискний пристрій з погляду постійності сил затиску, 1,2;

K_5 – характеризує ручні затискачі з погляду зручності закріплення деталі, 1;

K_6 – враховується, коли розрахунок сил затиску здійснюється з урахуванням моментів різання, залежить від виду опорної поверхні, 1,5.

$$k = 1.5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1.5 \cdot 1 \cdot 1.5 = 3.375$$

Розраховуємо момент різання:

$$M_{рез.} = P_z \cdot l \quad (2.4)$$

де P_z – сила різання;

l – радіус деталі (у разі плече).

$$P_z = \frac{10 C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^{n \cdot z}}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{мп}, \text{ Н} \quad (2.5)$$

де t – глибина різання;

S_z – подача зуб;

B – ширина фрезерування;

Z – кількість зубів фрези;

D – діаметр фрези;

n – кількість оборотів фрези;

$C_p = 82$, $x = 0.75$, $y = 0.6$, $q = 0.86$, $w = 0$ за [4], табл. 41, стор.291.

K_{mp} – поправочний коефіцієнт якості оброблюваного матеріалу, по[4, табл.9, стор.264].

$$P_z = \frac{10 \cdot 82 \cdot 2^{0.75} \cdot 0.8^{0.6} \cdot 10^{1.47}}{80^{0.86} \cdot 105^0} \cdot 0.3 = 964.96 \text{ Н} \quad (2.6)$$

$$M_{рез} = 964.96 \cdot 49.5 = 47231.4 \text{ Н}$$

Зусилля, створюване пневмоциліндром

$$Q_{дійсн} = \frac{k \cdot M_{рез} \cdot 3(D^2 - d^2)}{f \cdot (D^3 - d^3)}, \text{ Н} \quad (2.7)$$

де k – коефіцієнт закріплення;

$M_{різ}$ – момент різання;

D та d – зовнішній та внутрішній діаметр деталі;

f – коефіцієнт тертя.

$$Q_{дійсн} = \frac{3.375 \cdot 47231.4 \cdot 3(37^2 - 30^2)}{0.16 \cdot (37^3 - 30^3)} = 134.68.7 \text{ Н}$$

Визначення сили на штоку пневмоциліндру.

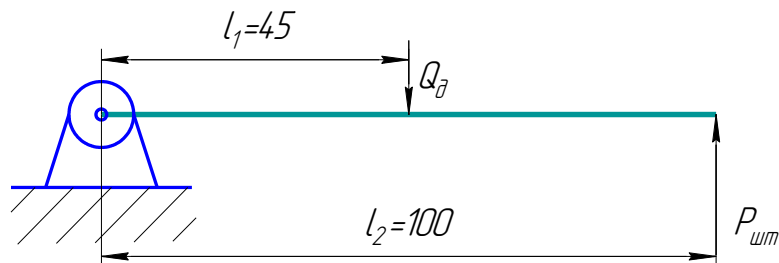


Рисунок 2.3 - Розрахункова схема дії сили на штоку.

На малюнку визначаємо силу на штоку:

$$Q_d \cdot l_1 = P_{шт} \cdot l_2$$

Звідси:

$$P_{шт} = \frac{Q_{інв} \cdot l_1}{l_2}, H \quad (2.8)$$

де l_2 - довжина важеля;

l_1 - відстань від точки закріплення важеля до точки дії сили Q_d .

$$P_{шт} = \frac{13468.7 \cdot 45}{100} = 6060.9 H$$

Визначаємо діаметр пневмоциліндру:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{шт}}{\pi \cdot p \cdot \eta}} + d^2, \text{мм} \quad (2.9)$$

де p – робочий тиск пневмоциліндру;

$\eta = 0.85$ - ККД пневмоциліндру.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 6060.9}{3.14 \cdot 0.5 \cdot 0.85}} + 20^2 = 247 \text{мм}$$

Приймаємо $D = 250 \text{мм}$

2.1.4 Розрахунок пристосування на точність

Методика розрахунку базується на положенні, що допуск, що стоїть на кресленні деталі повинен бути більшим або дорівнює сумі допусків, що виникають у процесі встановлення пристосування на стіл верстата. Налаштування інструменту на розмір обробки та похибок, що виникають безпосередньо в процесі обробки.

$$T_{обр} \geq \sum_{i=1}^{i=n} \varepsilon_i$$

$$T_H \leq T_{обр} - (K_1 \varepsilon_{баз} + \varepsilon_{закр} + K_2 w) \quad (2.10)$$

де $T_{\text{обр}}$ – повне поле допуску на розмір обробки, 0,16 мм;

K_1 - коефіцієнт, що враховує можливість появи граничних базових розмірів, 0,8;

w - середньоекономічна точність обробки, 0,3;

K_2 - коефіцієнт, що враховує частки похибки обробки, викликану факторами, що не залежать від конструкції пристосування, 0,6.

$$T_H \leq 0.16 - (0.8 \cdot 0.025 + 0.3 \cdot 0.6) = 0.043$$

$$T_H = 0.043(\pm 0.0215)$$

Отже, допуск розміру налаштування інструмента дорівнює ± 0.02 мм.

2.1.5 Розрахунок на міцність слабого елемента

Розрахунок найбільш навантаженої ланки на міцність зробимо для фрезерного пристрою.

При розгляді даного пристрою можна дійти висновку, що однією з найбільш навантажених деталей є шток. Він сприймає підвищені навантаження, пов'язані з затискачем деталі, що обробляється. Шток працюватиме на розтяг. Відповідно до прийнятого рішення він виготовлений зі сталі 35 після нормалізації з НВ 187. Вид навантаження II – змінна, для сталі 35 напруга розтягування, що допускається $[\sigma_p] = 98$ МПа .

Діаметр небезпечного перерізу – це найменший діаметр на штоку $d_{\min} = 14$ мм.

Розрахунок на міцність за допустимою напругою розтягування робимо за формулою:

$$\sigma = 4 \cdot Q_d / (\pi \cdot d^2) \leq [\sigma_p] \quad (2.11)$$

де σ - фактична напруга розтягування, МПа

d – діаметр небезпечного перерізу, мм

$[\sigma_p]$ - допустима напруга розтягування, МПа.

Тоді фактичне напруження розтягування:

$$\sigma = (4 \cdot 13468,7) / (3,14 \cdot 20^2) = 42,89 \text{ МПа}$$

З урахуванням коефіцієнта запасу:

$$\sigma = 1,5 \cdot 42,89 = 64,3 < 98 \text{ МПа}$$

Шток з різьбленням М14 забезпечує надійну роботу пристосування.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок кількості верстатів на ділянці механічного цеху

Визначення потрібної кількості обладнання, його завантаження є вихідними даними для проектування ділянки цеху машинобудівного заводу.

Для визначення кількості металообробного обладнання та числа робітників для обробки подвійної шестерні нам було задано програму випуску деталей $N=5000$ шт.

Попередньо було розроблено техпроцес із зазначенням переліку операцій та розраховано сумарні норми часу за кожним видом обладнання (в хв.). Також було визначено тип виробництва, за масою цієї деталі та за річною програмою випуску - виробництво серійне.

Кількість верстатів, необхідні виконання заданих операцій:

$$C_p = \frac{\sum t_{ш-к} \cdot N}{F_{эф} m \cdot 60} \quad (3.1)$$

де $t_{ш-к}$ – норма штучно-калькуляційного часу на операцію, хв;

N - річна програма випуску деталей, 5000;

$F_{эф}$ – ефективний фонд роботи обладнання при 40-годинному робочому тижні, 2000;

m - кількість робочих змін, 2;

Коефіцієнт завантаження верстатів визначається окремо для кожної операції (верстата), як відношення розрахункового числа верстатів до прийнятого:

$$K_3 = \frac{C_p}{C_{пр}}; \quad (3.2)$$

Результати розрахунків зводимо до таблиці 3.1.

Середній коефіцієнт завантаження верстатів на ділянці:

$$K_{3,CP} = \frac{\sum C_p}{\sum C_n} = \frac{26,44}{30} = 0,88 \quad (3.3)$$

При виборі планування враховується вид виробництва.

В даному випадку верстати розташовуються в два паралельні ряди. Довжина ділянки за такого способу 72 метри. Ширина проїздів 2,5 метри. Відстань між верстатами 0,8 метра. Відстань від колони до колони 12 метрів. Робочі місця розташовані із боку проходів, що полегшує обслуговування робочого місця. При обробці виробу переходять із одного ряду до іншого.

Таблиця 3.1 - Кількість верстатів та коефіцієнт завантаження обладнання.

Вихідні дані	Номер деталі	Річна програма випуску Nj, шт.	Номер операції																	
			15	20	25	30	35	40	45	50	55	65	70	100	105	110	115	120	125	145
			Модель верстата																	
			АТПР 2М12	АТПР 2М12	протяжний	h-65	37-56	АТПР 2М12	16К20Ф3С5	527В	526	SV	5В312	АТПР 2М12	1К62	3А-151	h-150	3А-151	5А250П	HSS-10
			Верстатомісткість (штучно-калькуляційний час), хв																	
	1	5000	3.86	2,0	0,6	3,5	1,0	5.9	3.0	10.4	8,6	30,2	6,9	3	1,5	2,4	5,7	1,9	26,7	36,3
	2	5000	18,3	20,8	2,2	3,2	4,0	12,8	7,9	4,3	6,6	3,0	8,3	26	5,4	7,3	8,9	4,6	18,3	10,8
	3	5000	15,8	18,3	5,7	4,0	5,3	13,3	8,3	5,3	8,0	4,0	9,4	24	3,0	8,4	9,3	10,0	19,4	10,4
4	5000	23,3	18,4	5,6	5,0	10,3	12,0	7,4	10	7,0	8,3	15,4	18	4,4	4	10,5	13,3	20,0	11,3	
5	5000	20,5	25,3	4,4	4,8	8,4	15,0		5	7,0	4,4	13,3	20,5	6,4	7,5	8,9	5,0	16,6	15,4	
6	5000	17,5	18,8	9,3	6,5	6,3	9,3	9,2	6	9,3	9,8	18,3	21,6	7,4	6,8	13,4	4,8	18,3	16,3	
7	5000	20,3	21,2	4	4,3	6,5	9,3		6		9,3	9,0	19	3,0	7,4	18,2	4,0	19,7	11	
Результати розрахунків	$\sum_j t_{ш-к} \cdot N$		645500	663000	164000	186000	223000	408500	208500	232500	222000	205000	421500	700500	153000	225000	385000	231000	640500	427500
	Sр		2,69	2,76	0,68	0,78	0,93	1,7	0,87	0,97	0,93	0,86	1,76	2,92	0,64	0,94	1,6	0,96	2,67	1,78
	Sп		3	3	1	1	1	2	1	1	1	1	2	3	1	1	2	1	3	2
	K3		0,9	0,92	0,68	0,78	0,93	0,85	0,87	0,97	0,93	0,86	0,88	0,97	0,64	0,94	0,8	0,96	0,89	0,89

3.2 Робочий склад та визначення його чисельності

Загальна кількість механічного цеху, що беруть участь у роботі, становлять:

виробничі робітники, головним чином верстатники;

допоміжні робітники;

службовці;

інженерно-технічні працівники (ІТР) та лічильно-конторський персонал (СКП).

Розрахунок складу цеху зробимо для однозмінної роботи. Кількість виробничих робітників визначається за кількістю робочих місць (верстатів), що виконують певну операцію. У цьому випадку використання часу робочих відповідає завантаженню робочих місць (верстатів).

Чисельність робітників цеху знаходимо з виразу:

$$R_{сп.у.} = \frac{\sum_{i=1}^m t_{umi} \cdot N_i}{60 \cdot F_{эф} \cdot k_B \cdot k_{МО}} \quad (3.4)$$

де m - кількість деталей, що виготовляються на ділянці (без урахування довантаження іншими деталями);

N_i - річна виробнича програма випуску деталі, 5000;

$t_{шти}$ - норма часу на деталь, хв;

$F_{эф}$ - ефективний фонд часу одного робітника (за даними балансу робочого часу), 1870 год;

k_B - коефіцієнт виконання норм, (1,05...1,15).

Приймаємо $k_B = 1,05$.

$k_{МО} = 1$ - коефіцієнт багатOVERстатного обслуговування.

$$R_{сп.у.05} = \frac{422400}{1870 \cdot 1,05 \cdot 1} = 153,3 \text{ особ/оп}$$

Приймаємо $R=154$ особи

На дільницях приймаємо таку кількість робітників:

Ділянка №1 – 30 робітників;

Ділянка №2 – 62 робітників;

Ділянка №3 – 62 робітників;

Загалом у цеху 154 основних робітників.

До виконання допоміжних робіт у цеху до складу робочого персоналу включаються допоміжні робітники. До них відносяться наладчики верстатів, бригадири, роздавачі інструменту, контролери, кранівники, слюсарі, верстатники з ремонту та інші підсобні робітники.

Кількість допоміжних робочих приймається у відсотковому відношенні кількості основних робочих виходячи з практичних даних. У серійному виробництві загальна кількість допоміжних робітників у цеху становить 38% кількості основних робітників~59 людина.

Загальна кількість допоміжних робітників доцільно розбити на дві групи: обслуговуючі обладнання та не обслуговуючі його: перші становлять приблизно - 60% - 36 осіб, другі 40% -23 особи від загальної кількості допоміжних робітників.

Інженерно-технічні працівники та службовці цеху (в т.ч. прибиральники побутових та цехових приміщень, телефоністи), лічильно-конторський персонал становлять 15-18% -27 осіб, від загальної кількості робітників, причому інженерно-технічних працівників 20 осіб.

Загалом у цеху працюють 220 осіб.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Виробнича програма цеху

Номенклатура деталей складових виробничу програму цеху визначається на основі завдання на дипломний проект. Вона включає деталі докладної технології та деталі, на які не розробляється технологія. Річна виробнича програма цеху в натуральному вираженні встановлюється керівником дипломного проекту чи може бути прийнято лише на рівні базового цеху. Трудомісткість річної виробничої програми визначається з урахуванням норм часу обробки деталей докладної технології, встановлених у розробленому техпроцесі, та інших деталей, прийнятих за даними підприємства (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – Виробнича програма

№ ділянки	Найменування ділянки	Штучно-калькуляція, год	Виробнича програма	
			В натуральному значенні	За трудомісткістю, Нормо-годин
1	Механічний		35000	104575
	В т.ч. шестерня подвійна	2,34	5000	11700
2	Механічний			158912,5
3	Механічний			158912,5
Усього по цеху				422400

4.2. Розрахунок вартості виробничого обладнання

Вартість виробничого обладнання (основного та допоміжного) визначається на підставі розрахунків кількості необхідного обладнання на ділянці за технологією та в цілому по цеху розрахованих раніше у дипломному проекті, а також цін на обладнання. Результати розрахунків кількості устаткування ділянки наводимо у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Розрахунок кількості виробничого обладнання.

№	Устаткування	Тип (модель).	Кількість Обладнання. шт.	Вартість, грн.		Потужність електродвигуна. кВт	
				Одного верстата	Загальне	Одного верстата	Загальне
1	Токар. з ЧПУ	АТПр2М12	11	60000	660000	8,3	91,3
2	Протяжний		1	27000	27000	3	3
3	Шліфувальний	h-65	1	21000	21000	7	7
4	Плоскошліфувальний	3756	1	17500	17500	6,5	6,5
5	Токар. п/а	16K20Ф3	1	25000	25000	10	10
6	Зубофрезерний	ЕЗ-40	1	41140	41140	4,5	4,5
7	Зубостор.угальний	526	1	27500	27500	5	5
8	Зубодовбіжний	SV	1	24000	24000	4	4
9	Зубофрезерний	5Б320	2	42000	84000	5	10
10	Токарний	1K62	1	24800	24800	11	11
11	Круглошліфувальний	3А151	2	20000	40000	7,5	15
12	Внутрішньошліфувальний	h-150	2	18500	37000	4	8
13	Зубошліфувальний	5А850П	3	27700	83100	4	12
14	Зубошліфувальний	HSS-10	2	30000	60000	5	10
Разом		на ділянці	30		1172040		1973
		у цеху	120		5391384		789,2

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

При виконанні механічних робіт можуть виникнути такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- Підвищений рівень шуму та вібрації. З усіх фізичних факторів найбільше значення мають локальна вібрація та шум, створювані машинами, обладнанням та пневматичними пристроями.

- Підвищений рівень ультразвуку. Контактний ультразвук небезпечний під час передачі через тверді матеріали. Навіть короточасний і періодичний контактний вплив ультразвуку може призводити до порушення рухливості пальців, кистей, передпліч.

- Небезпека отруєнь. Неправильне поводження з органічними розчинниками (бензином, гасом), синтетичними миючими засобами та поверхнево – активними речовинами для очищення зразків, створює небезпеку отруєнь.

- вибухонебезпечність та пожежонебезпека. Використання легкозаймистих та горючих речовин у вигляді спирту з одного боку, та джерел струму для яких можливе коротке замикання – з іншого, створює небезпеку виникнення пожеж.

- небезпечний рівень напруги в електричному ланцюзі. Існує небезпека ураження електричним струмом, оскільки експлуатується обладнання, що використовує електричний струм високої та промислової частоти – рубильники, світильники, вентилятори.

У механічному цеху існує небезпека травмування при роботі з деталями, що мають гострі кромки (задири на зубчастому вінці та ін), травмування від електрокара, що рухається; поранення, пов'язані з неправильним використанням витратних матеріалів; фізіологічні та розумові розлади, пов'язані з дією шуму та вібрацій, що є неприпустимим при виробництві середньогабаритних деталей.

Наявність абразивного пилю в повітрі при виконанні будь-якої механічної операції може призвести до захворювання на астму.

Обладнання, що використовується, відповідає ГОСТ 12.2.003-74 ССБТ «Обладнання виробниче. Загальні вимоги до безпеки»

Для працюючих, які беруть участь у технологічному процесі, забезпечені зручні робочі місця, які не заважають їхнім діям під час виконання робіт.

На робочому місці передбачена площа, де розташовуються стелажі, тара, столи та інші пристрої для розміщення пристроїв, матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, готових деталей, відходів виробництва. На кожному робочому місці передбачені дерев'яні решітки на всю довжину робочої зони, та шириною не менше 0,6 м від виступаючих частин верстата, зручне розташування інструменту та пристроїв у тумбочках та стелажах, заготовок у спеціальній тарі. Використання планшетів для креслення дозволяє знизити втому та виробничий травматизм.

На робочому місці шліфувальника праворуч знаходиться приймальний стіл 5 (рис.5.1) і стелаж 6 для пристосувань з висувною платформою, на якій закріплений стелаж 7 для зберігання зразків. Зліва розташована тумбочка 2 і бак охолодження 8. Перед верстатом під ногами робочого встановлена регульована підставка 3. Також має місце стілець для відпочинку.

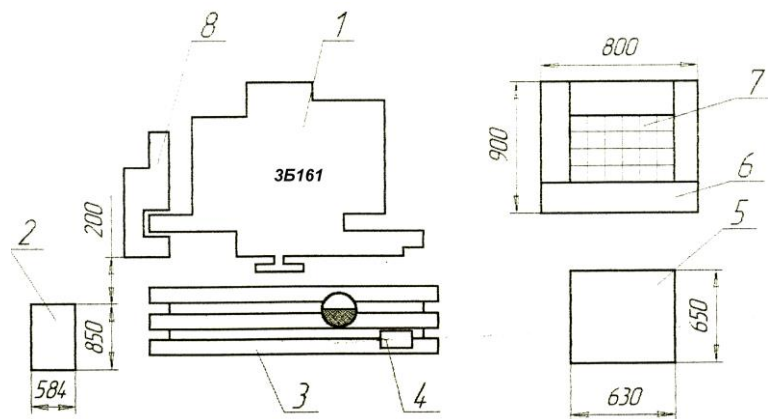


Рисунок 5.1 – Робоче місце шліфувальника

Робоче місце токаря (рис.5.2), який обслуговує токарний верстат, оснащено тумбочкою 1 для зберігання комплекту інструменту та засоби догляду за робочим місцем, приймальний стіл з виробничою тарою 3, Планшетом для креслення та ґратами 2 під ногами.

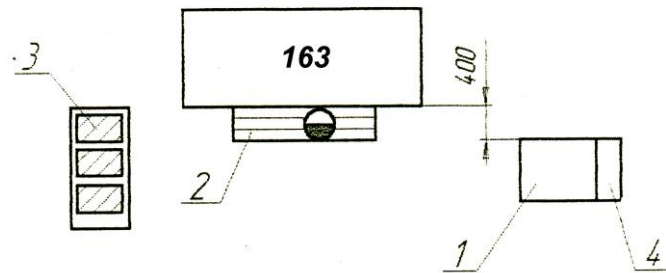


Рисунок 5.2 – Робоче місце токаря

Звільнена тара видаляється з робочого місця до спеціально відведеного для неї місця.

Висота штабелів заготовок на робочому місці обрана з урахуванням їхньої стійкості та зручності зняття з них деталей. Вона дорівнює 0,7 м; ширина між штабелями щонайменше 0,8 м.

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони не перевищує гранично допустимих концентрацій, зазначених згідно з ГОСТ 12.1.005–88 «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони».

Для безпеки від електричного струму та напруги все електричне обладнання та інструменти заземлено на вимогу та перевіряється один раз на 6 місяців. При цьому проводиться зовнішній огляд, перевіряється робота на холостому ході не менше 5 хв, вимірюється опір ізоляції, перевіряється справність ланцюга заземлення. Електробезпека забезпечена відповідно до вимог ГОСТ 12.1.019-79 «Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту». Передбачено огороження струмопровідних частин обладнання, опір захисного заземлення $R = 5 \text{ Ом}$.

Машина відключається від мережі при зміні робочого інструменту, установці насадок та регулюванні; під час перерви у роботі; після закінчення роботи чи зміни.

Все стаціонарне обладнання промивних приміщень заземлено, щоб уникнути накопичення на ньому зарядів у вигляді статичної електрики, розряд якої може дати іскру.

Користування вантажопідійомними механізмами дозволяється лише робітникам, які пройшли атестацію. Перед роботою із вантажопідійомними механізмами перевіряється дата випробування вантажопідійомника (термін придатності – один рік).

Ручні візки або електрокари при перевезенні на них поклажі не навантажуються вище за вказану межу, предмети укладаються стійко, а при необхідності прив'язуються до візка.

Метеорологічні умови у робочому приміщенні цеху (ГОСТ 12.1.005-88) зазначені у таблиці 5.1

Таблиця 5.1 – Метеорологічні умови у робочому приміщенні цеху

Сезон року	Категорія робіт	Температура повітря °С	Відносна вологість %	Швидкість повітря м/с
Холодний період	Середній тяжкості	18-20	60-40	0,2
Теплий період		21-23	60-40	0,3

Для підтримки необхідної температури повітря та компенсування втрат у холодну пору року проектом передбачена система опалення спільна з проточною вентиляцією.

Інші умови щодо безпечних умов праці наведені у таблицях 5.2-5.5.

Таблиця 5.2 – Допустимі норми температури, вологості та швидкості руху повітря на робочому місці

Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість повітря, м/с	Температура повітря на робочому місці, °С
Середній складності	17-23	75	0,1-0,3	13-24

Таблиця 5.3 – Норми освітленості робочих місць (СНіП 11-4-79 «Природне та штучне висвітлення. Норми проектування»)

Характеристика робіт	Розмір об'єкта розрізнення мм	Розряд зорових робіт	Освітлення	
			Комбіноване	загальне
середньої точності	0,5-1,1	4	500	200

Таблиця 5.4 – Гранично допустима концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони у виробничих приміщеннях

Найменування речовини	Фактична концентрація, мг/м ³	ГДК, мг/м ³	Клас небезпеки
Сталевий пил	6	6	4
Абразивний пил	5	6	4
Пари олії	5	5	4

Відповідно до «Санітарних норм і правил щодо обмеження шуму на території та в приміщеннях виробничих підприємств» рівень шуму на робочих місцях не перевищує 65 дБ.

Таблиця 5.5 - Рівень шуму та звуковий тиск за ГОСТ 12.1.003-8 «Шум. Загальні вимоги безпеки»³

Робітники	Рівень звукового тиску в октанових періодах									Рівень шуму, дБ
	<i>f</i> , Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Допустимий рівень дБ		99	98	86	85	80	78	76	74	85
Фактичний рівень дБ		98	96	84	82	78	74	75	73	

Важливим засобом профілактики шкідливої дії шуму є дотримання гігієнічних нормативів за ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Загальні вимоги безпеки».

Оскільки в механічному цеху рівень шуму лежить у межах норм (<65 ДБ), зазначених у ГОСТ 12.1.003–83, застосування індивідуальних засобів захисту та спеціальних заходів не передбачено. При цьому рекомендується перевірка робочих місць та обладнання для встановлення рівня шуму щонайменше один раз протягом року.

Рівень вібрації не досягає значення вище 25 кГц. (ГОСТ 12.1.012–78 "Вібробезпека. Загальні вимоги"), для цього на кожному робочому місці передбачені спеціальні прокладки під ніжки.

Допустимі рівні ультразвуку в зонах контакту рук та інших частин тіла оператора з робочими органами приладів та установок не перевищують 110 ДБ. Для захисту від цієї небезпеки передбачений екран між працівником та установкою за ГОСТ 12.2.001–78, як індивідуальний захист працівників навушники за ГОСТ 12.4.051–78.

Напруженість на робочому місці постійних магнітних полів не перевищує 8 кА/м СН 1748-72 «гранично допустимі рівні напруженості постійного магнітного поля на робочому місці при роботі з магнітними пристроями та магнітними матеріалами».

Відповідно до ГОСТ 12.1.006 – 84 «Електромагнітні поля радіочастот. Допустимі рівні напруженості та вимоги до проведення контролю на робочих місцях» передбачені наступні заходи захисту: встановлені екрани, що відображають, при роботі використовуються засоби захисту з радіопоглинаючих матеріалів, а також використовуються індивідуальні засоби захисту (комбінезони та халати з металізованої тканини).

У спроектованому цеху не використовуються радіоактивні речовини, а також прилади, що випромінюють рентгенівські, іонізуючі та інші випромінювання.

Санітарно-побутові приміщення спроектовані відповідно до вимог СНіП 2.09.04 – 84 «Санітарно-побутові приміщення». Передбачено організацію

проходів, яка забезпечує вільний доступ до всіх робочих місць, які є шляхами евакуації особового складу на випадок надзвичайної ситуації. У цеху розташовані вбиральні, які обладнані шафами. Умивальники розташовані суміжно із гардеробами. Туалети розташовані на відстані не більше 75 метрів від робочих місць. Є приміщення для відпочинку, пункт харчування та медичний пункт.

Основи протипожежного захисту підприємств визначено ГОСТ12.1.004–91 «Пожежна безпека. Загальні вимоги»

Технологічні процеси проводяться відповідно до регламентів, правил технічної експлуатації та іншої затвердженої в установленому порядку нормативно-технічної та експлуатаційної документації, а обладнання, призначене для використання пожежонебезпечних та вибухопожежонебезпечних речовин та матеріалів, відповідає конструкторській документації.

Планово-попереджувальний ремонт та профілактичний огляд обладнання проводитиметься у встановлені терміни та при виконанні заходів пожежної безпеки, передбачених проектом та технологічним регламентом.

Конструкція витяжних пристроїв (шаф, фарбувальних, сушильних камер), апаратів та трубопроводів запобігає накопиченню пожежонебезпечних відкладень та забезпечує можливість їх очищення пожежобезпечними способами. Роботи з очищення проводяться згідно з технологічними регламентами та фіксуються в журналі.

Іскрогасники, іскроуловлювачі, вогнезатримуючі, вогнеперегороджувальні, пило- та противибухові пристрої, системи захисту від статичної електрики, що встановлюються на технологічному обладнанні, трубопроводах та інших місцях, утримуються в робочому стані.

Для миття та знежирення обладнання, виробів та деталей застосовуються негорючі технічні миючі засоби, а також безпечні в пожежному відношенні установки та способи.

Відбір проб легкозаймистих рідин (ЛЗР) та горючих рідин (ГР) з резервуарів і вимірювання рівня проводиться у світлий час. Виконувати зазначені операції під час грози, а також під час накачування або відкачування продукту не дозволяється. Не допускається подача таких рідин в резервуари (ємності) "струменем, що падає". Швидкість наповнення та випорожнення резервуару не перевищує сумарної пропускної спроможності встановлених на резервуарах дихальних клапанів (вентиляційних патрубків).

Двері та люки пилозбірних камер та циклонів при їх експлуатації зачинені. Горючі відходи, зібрані в камерах та циклонах, своєчасно видаляються.

Проживання у виробничих будівлях, складах та на територіях підприємств, а також розміщення у складах виробничих майстерень не допускається.

Через склади та виробничі приміщення не прокладено транзитні електромережі, а також трубопроводи для транспортування ЛЗР, ГР та горючих пилів.

У вибухопожежонебезпечних ділянках, цехах та приміщеннях застосовується лише інструмент, виготовлений із безпечних матеріалів або у відповідному вибухобезпечному виконанні.

Стіни, стелі, підлога, конструкції та обладнання приміщень, де є виділення пального пилу, стружки систематично забираються. Періодичність прибирання встановлено наказом на підприємстві.

Технологічні отвори у стінах та перекриттях захищені вогнеперегороджувальними пристроями.

Завантажувальні пристрої шахтних витягів для безтарного транспортування напівфабрикатів обладнані заслінками, що відкриваються лише на період завантаження.

Механізми для самозачинення протипожежних дверей містяться у справному стані. Вогнезахисні пристрої після закінчення робочого дня закриваються.

Регулярно перевіряється справність вогнеперегороджувачів та проводиться чищення їх вогнегасних насадок, а також справність мембранних клапанів. Терміни перевірки вказані у цеховій інструкції.

У гідросистемах із застосуванням ГР встановлено контроль за рівнем масла в баку і не допускається перевищення тиску масла в системі вище передбаченого в паспорті.

Механічний цех відноситься до категорії Д і розміщується в будівлі, що не згорає, 2 ступеня вогнестійкості. На випадок виникнення пожежі у цеху забезпечено можливість безпечної евакуації людей через евакуаційні виходи. Відстань від найвіддаленішого робочого місця до евакуаційного виходу вибирається у 75 м.

Цех, що відноситься до приміщень категорії Д та площею до 1200 м², передбачено 2 порошкові вогнегасники типу ОУ-5 (для гасіння загорянь електродвигунів) ємністю 5 літрів. Відстань між вогнегасниками та місцями можливих спалахів не перевищує 70 м

Несучі елементи сходів, що розташовуються в сходових клітинах, передбачені вогнетривкістю, що не згорають, не менше 1,5 год. Ширина сходових маршів становить 2,2 м, ширина коридорів менше 2 м, ширина дверей 1 м, висота дверей та проходів 2,0 м. Двері, призначені для евакуації, відчиняються в сторони виходу з будівлі.

Передбачено пристрій пожежної сигналізації, що замикається на приймальну станцію пожежної сигналізації типу ТІОЛ – 10/100.

Для захисту від блискавки передбачено влаштування блискавковідводів. З метою захисту від статичної електрики, передбачено заземлення діелектричних та електропровідних частин обладнання. Застосовується також зволоження повітря до 65-70%, що дозволяє зменшити електризацію матеріалу.

ВИСНОВКИ

Відповідно до завдання на дипломний проект, розроблено технологічний процес виготовлення шестерні приводу. Вибрано та економічно обґрунтовано метод отримання заготовки. Призначено припуски на заготівлю. Режими різання та технічні норми часу призначені та визначені за рекомендаціями нормативних документів. Розроблено керуючу програму для обробки зубчастого колеса на токарному верстаті з ЧПУ.

Технологічний процес розроблено з урахуванням вимог охорони праці та стійкості до надзвичайних ситуацій. Спроектвані верстатні пристрої дозволяють швидко і надійно закріплювати заготівлю під час обробки, що дуже важливо в умовах серійного виробництва.

В економічній частині дипломного проекту визначено ефективність обраного обладнання.

У розділі охорони праці розглянуто заходи безпечної роботи на механічній ділянці.

Складено альбом технологічної документації на виготовлення шестірні.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Баранчиков В.И. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник. – М.: Машиностроение, 1990. – 400с.: ил.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., - М.: Машиностроение, 1985. -496с., ил.
3. Справочник нормировщика-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / под ред. Е.И. Стружестраха. Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы. Москва, 1968.
4. Режимы резания металлов: Справочник/ Под ред. Ю.В.Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. -407 с .
5. Богуслаев В.А., Яценко В.К., Притченко В.Ф. Технологическое обеспечение и прогнозирование несущей способности деталей ГТД. – Киев, 1993.
6. Ципак В.И., Гончар Н.В. Методические указания по основным требованиям и правилам оформления курсовых и дипломных проектов по технологии авиадвигателестроения и машиностроения. – Запорожье: ЗНТУ, 2002. -86с.
7. Кононов В.В., Леховицер В.О., Ципак В.І. Методичні вказівки, приклади і задачі до практичних занять по проектуванню діляниць і цехів машинобудівельного виробництва. – Запоріжжя: ЗДТУ, 2001. -116с.
8. Методичні вказівки по економічному обґрунтуванню дипломних проектів для студентів спеціальності “Технологія машинобудування”./автори Жупина Л.В., Бобровникова Р.Г., Федерякін І.А., Моргун І.М., Азаров І.І. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2001. – 23с.
9. Методичні вказівки для виконання практичних занять та курсових робіт з курсу ТМБ та САПР, спеціальностей технологія машинобудування і авіаційні двигуни та енергетичні установки літальних апаратів “Проектування

розрахунково-технологічних карт і підготовки керуючих програм для верстатів з числовим програмним керуванням./ Укл.: В.К.Яценко, О.Г. Сахно. – Запоріжжя: ЗДТУ. 1999 – 63с.

10. Методичні вказівки до практичних занять з технології машинобудування (розділ – проектування технологічних процесів) для студентів усіх форм навчання/ Укл. В.Д.Хорошков, О.В.Алексєєнко, Д.В.Павленко. – Запоріжжя, ЗДТУ, 1999р. -78с.

11. Методичні вказівки до дипломного проектування розділу “Охорона праці” /Укл.: Г.І.Дуднік, В.П.Порохненко, А.А.Потуремець, А.О.Писарський, О.В.Коваленко, О.М.Савчук, - Запоріжжя: ЗДТУ, 2000. – 60с.

12. Методичні вказівки до дипломного проектування з технології авіадвигунобудування і машинобудування для студентів спеціальностей “Технологія машинобудування” та “Двигуни та енергетичні установки літальних апаратів” усіх форм навчання. / Склали: Яценко В.К.,Ципак В.І., Кореневський Е.Я., та інші. -Запоріжжя: ЗДТУ, 2000. -245с.