

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПЕРВОМАЙСЬКА ФІЛІЯ
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

О.С.КАІРОВ, В.Я.ОШОВСЬКИЙ

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО КУРСОВОЇ РОБОТИ З ДИСЦИПЛІНИ
«ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ СПЕЦІАЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ»**

Рекомендовано науково-методичною радою ПФ НУК

ПЕРВОМАЙСЬК 2019

УДК 621.81
K15

Автори: О.С. Каіров, д-р техн. наук, професор;
В.Я. Ошовський, канд. техн. наук, доцент

Рецензент С.М. Анастасенко, канд. техн. наук, доцент

*Рекомендовано науково-методичною радою ПФ НУК,
протокол № 4 від 11.12.2019 р.*

Каіров О.С., Ошовський В.Я.

K15 Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни «Технологія
обробки спеціальних деталей». – Первомайськ: ПФ НУК, 2019. – 24 с.

В методичних вказівках приведені нормативні і науково-методичні рекомендації щодо виконання курсової роботи з дисципліни «Технологія обробки спеціальних деталей» для студентів-здобувачів ступеню освіти «Магістр» за освітньою програмою «Технології енергетичного машинобудування» спеціальності 131 – «Прикладна механіка».

Методичні вказівки призначені для ознайомлення студентів зі структурою, змістом та методикою виконання і оформлення курсової роботи.

Приведені рекомендації дозволять студентам на основі знань і умінь отриманих при вивченні фахових дисципліни та відповідних науково-методичних і довідникових джерел придбати практичні навички з проектування технологічних процесів виготовлення деталей машин спеціального призначення.

УДК 621.81

© Каіров О.С., Ошовський В.Я., 2019

© Первомайська філія

Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2019

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2019

ВСТУП

Курсова робота з дисципліни «Технологія обробки спеціальних деталей» виконується з метою здобуття студентами навичок самостійної роботи з проектування технологічних процесів виготовлення деталей спеціального призначення та закріплення знань і умінь, що одержані при вивченні професійних дисциплін освітньої програми «Технології енергетичного машинобудування».

В курсовій роботі необхідно проаналізувати конструкцію деталі за виданим кресленням і вихідними даними, вибрати метод виготовлення заготовки на основі техніко-економічного аналізу; визначити припуски на обробку та розміри і допуски для заготовки, побудувати креслення заготовки; спроектувати маршрутний технологічний процес виготовлення заданої деталі з розробленої заготовки..

За вибраним способом виготовлення заготовка за формою і розмірами повинна наближатися до готової деталі для того, щоб припуски на наступну механічну обробку були мінімальними. Це дуже важливо при серійній і масовій програмі випуску деталей

Проектування повинно забезпечувати максимальну техніко-економічну ефективність виготовлення деталі при заданих умовах виробництва.

Методичні вказівки містять рекомендації щодо виконання розділів і підрозділів курсової роботи з посиланнями на навчальний посібник з курсового проектування виданий викладачами філії та необхідну літературу і стандарти.

Мета методичних вказівок – забезпечити студентів методикою щодо основних принципів техніко-економічного обґрунтування вибору заготовки і розробки маршрутного технологічного процесу виготовлення спеціальних деталей машинобудування.

I ЗМІСТ І МЕТОДИКА ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

1 Зміст і обсяг курсової роботи

Курсова робота включає самостійне рішення студентом технологічних та техніко-економічних задач, які виникають при проектуванні технологічних процесів: аналізу вихідних даних; вибору виду і методу виробництва заготовки; визначення припусків на обробку заготовки, розробка креслення заготовки, проектування технологічних процесів механічної обробки деталі; розробки технологічної документації на обробку різанням.

Студенти повинні навчитися виконувати порівняльний техніко-економічний аналіз при виборі способу виготовлення заготовки і методів механічної обробки, визначати припуски і виконувати креслення заготовки та розробляти технологічний процес і відповідну технологічну документацію механічної обробки при виготовленні деталі. Це дасть можливість придбати фахівцям навички проектування технологічних процесів з урахуванням досягнення найбільшого техніко-економічного ефекту за рахунок наближення геометричної форми заготовок до готових деталей, автоматизації обробки різанням, використання ефективних методів обробки поверхонь для зменшення трудомісткості операцій обробки і підвищення продуктивності праці, використання нових ефективних методів підвищення геометричної і механічної якості поверхонь деталі.

Курсова робота повинна містити титульну сторінку, індивідуальне завдання з кресленням деталі та програмою її випуску, пояснювальну записку, маршрутний техпроцес, технологічні ескізи на одну або дві операції, а також креслення зменшені до формату А4 (деталь, заготовка, технологічна наладка або технологічний ескіз на одну з операцій).

В таблиці 1.1 приведені організаційні етапи курсової роботи.

Таблиця 1.1 – Організаційні етапи курсової роботи

Етапи	Зміст етапів
Підготовчий	1. Отримання теми та індивідуального завдання з кресленням деталі, програмою випуску та терміном виконання курсового проекту
Основний	2. Виконання розділів курсового проекту, маршрутного технологічного процесу механічної обробки, технологічних ескізів і креслень
Заключний	3. Складання доповіді 4. Захист курсової роботи

Орієнтовний зміст пояснювальної записки з основними розділами та підрозділами в порядку їх розташування, приведений в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Зміст пояснювальної записки курсового проекту

Розділи та інші структурні елементи	Підрозділи
ВСТУП	
1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	1.1 Короткі відомості про деталь, технічні вимоги
	1.2 Матеріал деталі та його властивості
	1.3 Аналіз технологічності деталі
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	2.1 Визначення типу виробництва
	2.2 Вибір виду заготовки та методу її виготовлення
	2.3 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки
	2.4 Визначення загальних і операційних припусків
	2.5 Визначення операційних розмірів та допустимих відхилень для них
	2.6 Розробка плану маршрутного технологічного процесу
ЛІТЕРАТУРА	
ДОДАТКИ	А Маршрутно-операційний технологічний процес обробки різанням (маршрутна карта; операційна карта на одну операцію)
	Б Графічна частина (креслення формату А1-А2, зменшені до А4): деталь, заготовка, технологічна наладка (або технологічний ескіз) на одну операцію

Обсяг пояснювальної записки 20-35 сторінок формату А4 (210×297 мм). Аркуші оформляються згідно стандартів ЄСКД.

2 Загальні вимоги щодо оформлення курсової роботи

Пояснювальна записка оформляється за стандартами ЄСКД і друкується на комп'ютері українською мовою у текстовому редакторі Word шрифтом Times New Roman, розміром 14 через 1,5 інтервали (між формулами – 2), орієнтація «по ширині», на аркушах формату А4 але без рамок і основних написів. Поля – 20 мм з усіх сторін. Абзацний відступ 1,25 (п'ять літер, або 15...17 мм).

Помилки, описки і графічні неточності допускається виправляти

підчищенням або зафарбуванням білою фарбою і нанесенням на тому ж місці виправленого тексту (графіку) машинописним способом або чорними чорнилами, пастою або тушу рукописним способом.

Слід відзначити, що стандарти ЄСКД відрізняються від стандартів на друк видавничої літератури.

Далі приведені загальні вимоги до оформлення деяких елементів курсової роботи.

Титульний лист пояснювальної записки курсової роботи приведений у додатку 1.

Заголовки і текст розділів і підрозділів. Весь текст записки крім вступу, висновку, літератури і додатків поділяється на розділи і підрозділи, як приведено в табл. 1.2, а при необхідності і на пункти та підпункти. Кожен розділ текстового документу повинен починатися з нового листа.

Розділи повинні мати порядкові номери, в межах всього документа, позначені арабськими цифрами без крапки, записані з абзацного відступу. Підрозділи нумеруються в межах кожного розділу. Номери підрозділів складаються з номера розділу і підрозділу розділених крапкою, пунктів – номера розділу, підрозділу та пункту, розділених крапкою і т.п. В кінці номера крапка не ставиться.

Розділи і підрозділи повинні мати заголовки. Пункти і підпункти, як правило, заголовків не мають і можуть бути в розділах, якщо підрозділи відсутні.

Відстань між заголовком і текстом повинна бути 3-4 інтервали. Заголовок розділу необхідно друкувати великими літерами без крапки в кінці, з абзацного відступу. Заголовок підрозділу друкують з великої літери без крапки в кінці, наприклад:

2 ВИБІР ВИДУ ТА ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМІРІВ ЗАГОТОВКИ

2.1 Можливі види і методи виробництва заготовок для заданої деталі

2.1.1 Текст пункту, який друкується без заголовка. В межах пункту можуть бути підпункти, наприклад: 2.1.1.1, 2.1.1.2, 2.1.1.3 і т.д.

Якщо розділ або підрозділ тільки один, то він також нумерується.

Відстань між заголовком розділу та підрозділу – 2 інтервали. Переноси слів в заголовках не допускаються.

Всередині пунктів або підпунктів може бути наведено *перелік*. *Перед кожною позицією переліку необхідно ставити дефіс (–) або при необхідності посилання в тексті* документу на один з переліків – *малу літеру* після якої ставиться дужка. Для подальшої деталізації переліку, тобто в межах позначених літерою, необхідно використовувати *арабські цифри*, після яких

ставиться дужка. Запис переліку виконується з абзацного відступу, як показано в прикладі:

- а) _____
- б) _____
- 1) _____
- 2) _____
- в) _____

Пояснювальну записку оформляють повними словами без скорочень, за виключенням скорочень, установлених ДСТУ 3582-97. Умовні позначення механічних, хімічних, математичних та інших величин повинні бути тотожні на усіх розділах записки.

У пояснювальній записці треба дотримуватись єдності термінології і писати простою мовою, доступною для фахівця не тільки даної, а й іншої галузі. Неприпустимо вживання іншомовних слів і термінів, особливо в тих випадках, коли існують українські слова і терміни одного значення. Математичні знаки потрібно застосовувати лише у формулах. Слід писати «Частота обертів $n = 500 \text{ хв}^{-1}$ », замість «Частота обертів дорівнює 500 хв^{-1} ». Знаки «№» і «%» застосовують лише у супроводі цифрових чи буквених знаків; в інших випадках вони пишуться словами. Припускається ставити знаки «№» і «%» не при цифрах тільки у заголовках таблиць. Наприклад: «№ операції», «%». При позначенні множини ці знаки не подвоюються. Назви хімічних елементів, якщо вони супроводжують цифрові значення, рекомендується позначати хімічними символами. Наприклад: «0,40% С; 1% Сг; 1% Ні». Якщо назви елементів згадуються без цифр, то їх слід в усіх випадках давати словами. Наприклад: «Сталь містить в собі вуглець, хром та нікель». Скорочення слів у пояснювальній записці можливі лише загально-прийняті. Неприпустимі скорочення типу «вир-во», «пр-сть», «госп-во», «робсила», «спецтехнологія» та ін. Скорочені позначення величин виміру пишуться без крапок.

Грошові вирази більше однієї тисячі у тексті рекомендується писати цифрами і словами: 7 тис. грн; 2 млн. грн. Римські цифри ніколи не супроводжуються відмінковими наращениями: II квартал; III позиція; I курс.

Арабські цифри, які позначають порядкові числівники, завжди супроводжуються відмінковими наращениями, які пишуться через дефіс: 2-й перехід; 030-ї операції.

При переліку кількох порядкових числівників відмінкові наращения ставлять лише при останньому: 010, 015, 020-а операції, а не 010-а і 020-а операції.

Між числами, які виражають крайні значення (від...до), ставиться три

крапки: за 3...4 роки; у 6...7 разів; 30...35 м/с. Крайні значення чисел твердості з'єднують трикрапою: 54...58 HRC; 197...207 HB. Слід відзначити, що в переліку сторінок літературних джерел, статей у збірниках між крайніми сторінками ставиться дефіс, наприклад: с. 20-24. Тут діє інший стандарт.

Багатозначні числа, починаючи з п'ятизначних, розбиваються на класи і розділяються інтервалом: 32 780; 150 773; 1 780 075.

Числа, які позначають рік, порядковий номер патенту, виробу, серії, коду та ін., на класи не розбиваються: 1992 рік; токарний напівавтомат 1713.

Числа з розмірністю слід писати тільки цифрами: об'єм 3725м^3 ; температура плюс 22°C . Перед числами з розмірністю знак тире «-» не ставиться: швидкість 97 м/хв; подача 0,30 мм/об.

Номери операцій і переходів завжди слід писати цифрами. Дробові числа також завжди пишуться цифрами:

- заготовки одночасно подаються на дві позиції ...;
- на 020-й операції встановлюється ...;
- припуски зменшені на $1/4$.

Знак градуса, хвилини або секунди ставлять перед комою, яка відокремлює цілу частину від дробової: $30^{\circ},6$; $24^{\circ}36'12'',6$.

Якщо в тексті приводиться діапазон числових значень зі скороченим позначенням одиниці вимірювання, то одиниця вимірювання вказується після останнього числового значення.

Приклади:

- від 1 до 5 мм;
- від 10 до 100 кг;
- від плюс 10 до мінус 40°C .

Нумерація сторінок. Аркуші пояснювальної записки нумерують починаючи з титульного аркушу (форма приведена в додатку), на якому номер не проставляється. *За титульним листом в записку підшивається завдання на курсову роботу, яке не нумерують.* Потім – «ЗМІСТ» курсової роботи, який починається зі сторінки за номером 2. За змістом нумеруються сторінки «ВСТУП» та інші за порядком змісту записки. В кінці підшиваються додатки.

Рисунки. Рисунок не тільки полегшує розуміння суті викладених у записці питань, але у ряді випадків, наприклад при зображенні ескізу обробки, має основне смислове значення. Розмір рисунка разом з написом під рисунком повинен бути не більше текстового поля сторінки.

Рисунки які пояснюють принцип дії, повинні містити тільки ті елементи, без яких цей принцип не можна пояснити. Співвідношення розмірів може не відповідати реальному. Масштаб може бути довільним. Рисунки конструкцій приладів, їхніх вузлів і деталей відрізняються від креслень відсутністю другорядних деталей і конструктивних елементів чи спрощеним їх зображенням. Краще, щоб співвідношення розмірів на цих рисунках точно відповідало дійсному.

Рисунок розміщують у тексті недалеко від місця, де про нього йде мова. Якщо формат кількох сусідніх рисунків достатньо малий, їх можна розміщувати на одній сторінці, але так, щоб їх нумерація йшла підряд.

Рисунки розміщені в записці нумерують арабськими цифрами в межах кожного розділу (наприклад: Рисунок 2.1 – Заготовка-прокат). У прикладі: 2 – номер розділу; 1 – номер рисунку. Після номеру і назви крапка не ставиться.

Заготовка з розмірами та допустимими відхиленнями приводиться в тексті пояснювальної записки у вигляді рисунку з назвою, яка повинна містити вид заготовки і назву деталі а також матеріал заготовки та її масу, наприклад:

Рисунок 2 – Заготовка-штамповка деталі «Вал»:
матеріал сталь 40ХН ГОСТ 4543-88, маса 12 кг

Таблиці. Цифровий матеріал рекомендується оформляти у вигляді таблиці. Кожна таблиця повинна мати номер і назву, які розміщуються над таблицею без абзацного відступу через один інтервал від основного тексту. Таблиці нумерують послідовно в межах кожного розділу арабськими цифрами. Номер таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці розділених крапкою. В кінці назви крапка не ставиться. Наприклад:

Таблиця 2.1 – Механічні властивості сталі 40ХН.

Тут номер означає: у розділі два таблиця перша. Якщо таблиця не вміщується на одній сторінці, то при її розриві на наступній сторінці треба спочатку зліва вказати, наприклад, «продовження таблиці 2.1» і у верхній частині продовженої таблиці повторити головку. Окрім того у таблиці на попередній сторінці треба видалити горизонтальну лінію нижньої граfi на розриві таблиці.

Таблицю вміщують у текст, відразу ж за першою згадкою (посиланням) про неї. При посиланні вказують повний номер таблиці наприклад: (таблиця 2.1).

При побудові таблиць слід мати на увазі такі правила:

а) таблиці, в яких відомості зіставляються між собою, повинні бути побудовані однаково;

б) не слід включати вертикальну графу «№ з/п». Якщо номер рядка є номером операції, графу слід назвати «№ операції»;

в) не слід включати горизонтального рядка під головкою таблиці з номерами стовпців;

г) не слід використовувати діагональних ліній у головках таблиць з написами по обидва боки по діагоналі;

д) якщо в одній графі в наступних рядках повинні повторюватися одні й ті ж самі слова, то при першому повторенні їх заміняють словами «Те саме», а далі ланками цифр, знаків «%», «№», позначень марок, математичних і хімічних символів не допускається;

е) якщо цифрові чи інші дані в якомусь рядку не наводяться, то у графі ставиться прочерк;

ж) при вказуванні одиниць треба дотримуватись прийнятих позначень розмірності та скорочень (кг, мм, шт., грн., МПа та ін.).

з) якщо всі цифрові дані таблиці мають одну одиницю, її слід вказувати в назві таблиці;

к) якщо дані, вміщені в одній чи кількох графах таблиці, мають спільну одиницю, її вказують у головці таблиці, над відповідними графами;

л) якщо спільну одиницю мають усі дані в рядку таблиці, одиницю вказують у відповідному рядку в боковину таблиці;

м) не слід давати таблиць з одним чи двома рядками цифр.

Формули. При комп'ютерному наборі для формул використовувати редактор формул. В якості символів необхідно використовувати позначення, що встановлені відповідними державними стандартами. Позначення фізичних величин повинно відповідати Міжнародній системі СІ.

Пояснення значення символів і числових коефіцієнтів слід подавати безпосередньо під формулою в тій послідовності в якій вони подаються у формулі. Значення кожного символу і числового коефіцієнта треба подавати з нового рядка. Перший рядок пояснення починають зі слова «де» без двокрапки, записаного з абзацного відступу.

Формули повинні нумеруватися наскрізною нумерацією арабськими цифрами, які записують на рівні формули праворуч в круглих дужках.

Допускається нумерація формул в межах розділу. В цьому випадку номер формули складається з номеру розділу та порядкового номера позначення формули розділеного крапкою.

Приклад. Щільність кожного зразка ρ розраховують за формулою

$$\rho = m/V, \text{ кг/м}^3 \quad (3.1)$$

де m – маса зразка, кг;

V – об'єм зразка, м^3 .

Посилання в тексті на порядкові номери формул надають в дужках, наприклад, у формулі (3.1).

Якщо формула не вміщується в один рядок, її слід переносити на знаках операцій «=», «+», «-», « $\times$ » та «:». Причому знак на початку наступного рядка повторюють. Формули, що записують одна за одною і не розділені текстом, розділяють комою.

Розрахунки та обчислення в записці роблять додержуючись установчих правил із вказівкою результатів за системою одиниць (СІ).

При використанні довідникових матеріалів щодо режимів різання, розрахунків норм часу, припусків, сортamentів матеріалів, прејскурантів,

тощо дані повинні підтверджуватися посібниками. При цьому необхідно робити покликання на використану літературу з вказівкою сторінки, номерів карт та таблиць. Тобто в квадратних дужках слід вказати порядковий номер літературного джерела зі списку в кінці записки і через кому – сторінку або номер таблиці, наприклад: [1, с. 237].

Література. Список літератури оформляється за національним стандартом ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 зі скороченням деяких слів за ДСТУ 3582-97 [9 10].

Джерела, які використовують при виконанні роботи можна розміщувати в списку одним із таких способів:

- в порядку появи посилань у тексті;
- в алфавітному порядку прізвищ перших авторів або заголовків.

Слово «ЛІТЕРАТУРА» записують прописними літерами симетрично до списку, в якому кожне джерело повинно мати порядковий номер, та опис. Після кожного номеру і опису ставиться крапка. Приклад оформлення приведено на с. 21-22.

Посилання на джерело наводиться в квадратних дужках у вигляді його номера у списку літератури, наприклад: [5]. Якщо необхідно посилатися одночасно на декілька джерел, то між їх номерами ставиться кома, наприклад: [2, 4]. Якщо посилання стосується даних, які приведені в окремій таблиці, ілюстрації чи на сторінці, то тоді вказують через кому після номеру джерела сторінку, таблицю або інше, наприклад: [2, с. 15], [4, табл. 14] і т. д.

До списку літератури включають усі використані джерела: книги, брошури, статті журналів і збірників, стандарти, патентні матеріали тощо.

3 Вибір теми та видача завдання на курсову роботу

Студенти отримують завдання на курсову роботу протягом двох-трьох неділь після початку семестру, в якому за навчальним планом передбачена курсова робота.

У завданні повинні бути вказані вихідні дані, які необхідні для розробки маршрутного технологічного процесу: виробнича програма, креслення заданої деталі та при необхідності додаткові дані.

Зміни в завданні протягом його виконання може проводити тільки керівник курсової роботи. Завдання на курсову роботу підшивається в пояснювальній записці після титульної сторінки, але не нумерується.

Усі розділи курсової роботи виконуються згідно завдання з врахуванням, що в цілому пояснювальна записка не буде більше або менше рекомендованого об'єму.

II МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ РОЗДІЛІВ КУРСОВОЇ РОБОТИ

ВСТУП

При складанні вступу необхідно надати зв'язок тематики курсової роботи із завданнями в галузі енергомашинобудування. Необхідно показати розвиток і основну мету галузі щодо методів економії матеріалів, підвищення технічного рівня виробництва, механізації і автоматизації виробництва та покращення якості виробів [1, с. 307].

Слід користуватися матеріалами різних інформаційних джерел, щодо підвищення ефективності методів виготовлення деталей. Вступ повинен логічно пов'язувати тему курсової роботи з перспективними напрямками розвитку машинобудування.

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Короткі відомості про деталь, технічні вимоги

Цей підрозділ [2, с. 23-24] повинен містити опис службового призначення і умов роботи заданої деталі, а також огляд функціонального призначення і аналіз конструктивних елементів деталі.

При проектуванні технологічних процесів механічної обробки деталей машин вихідним документом є робоче креслення деталі, яке повинно бути ретельно вивчене і проаналізоване з точки зору технологічності конструкції деталі [28].

Робоче креслення деталі містить всі необхідні відомості, які дають повне уявлення про неї, тобто проекції, розрізи і перерізи, що пояснюють конфігурацію деталі, геометричні параметри термообробка та ін.

В цьому підрозділі вказуються лінійні та діаметральні розміри з допусками на них, вільні розміри, а також шорсткість поверхонь. Обумовлюються можливі відхилення від геометричної форми, взаємне розміщення поверхонь. Всі вказані на кресленні відомості дозволяють в подальшому зробити висновок про можливу заготовку і намітити орієнтовний маршрут обробки деталі.

1.2 Матеріал деталі та його властивості

Описати матеріал, з якого виготовляється деталь. Згідно стандартів дати характеристику хімічного складу та механічних властивостей матеріалу за маркою вказаною на кресленні [2, с. 25-26]. Вказати методи підвищення

механічних властивостей матеріалу деталі на окремих поверхнях функціонального призначення та в об'ємі для даної марки матеріалу (наприклад методи термічної, хіміко-термічної обробки, лазерної та ін. прогресивних методів).

1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі

Виконується відпрацювання конструкції деталі на технологічність. Суть в тому, що робота технолога машинобудівного підприємства розпочинається з технологічного контролю креслення розробленого конструктором. Контроль спрямовується на відповідність конструктивних елементів деталі за кресленням умовам і можливостям конкретного виробництва, тобто дотримання у виробі заданої технологічності для можливості здійснення найбільш ефективної технології виготовлення виробу.

В пояснювальній записці необхідно видати якісну та кількісну оцінки технологічності конструкції деталі [2, с. 26-29].

У якісній оцінці характеризується технологічність конструкції узагальнено, на підставі досвіду виконавця:

- клас до якого відноситься деталь;
- характеристика складності форми деталі та в зв'язку з цим відповідні вимоги до заготовки;
- вимоги щодо використання спеціальних пристосувань для обробки відповідно до форми деталі;
- вимоги щодо необхідності використання спеціальних ріжучих інструментів, а також чи є поверхні, які легко піддаються обробці універсальним ріжучим інструментом;
- вимоги до вимірювальних інструментів відповідно до форми деталі;
- характеристика жорсткості деталі за відношенням розмірів;
- доступність усіх поверхонь до обробки.

Кількісна оцінка базується на визначенні відношення досягнутих показників до базових, наприклад за коефіцієнтом уніфікації.

Виконується висновок про технологічність деталі.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Визначення типу виробництва

Важливою характеристикою в початкових даних для розробки технологічних процесів виготовлення деталі є тип виробництва, який залежить від заданої програми річного випуску деталей та маси деталі.

У машинобудуванні є такі типи виробництва: одиничне, серійне (дрібносерійне, середньосерійне, багатосерійне) та масове.

В цьому підрозділі студент повинен на одній сторінці дати пояснення і характеристику вибраного типу виробництва за наступною формою опису.

Одиничне виробництво – характеризується виробництвом великої номенклатури різнотипних за конструкцією деталей за рік.

Обробляються вони штучно, або малими партіями, які за рік ні разу не повторюються. В цьому випадку цех, або дільниця мають весь перелік універсального технологічного обладнання, яке розташоване в цеху за груповою ознакою. Деталі дорогі, тому що норма штучно-калькуляційного часу на технологічних операціях велика і при механічній обробці деталей використовують працівників з високим розрядом.

Технологічний процес розробляють тільки з маршрутним описом (маршрутний технологічний процес). Заготовки в одиничному виробництві не наближені до форми деталі і мають великі припуски на механічну обробку (прокат, поковки та виливки).

Ріжучий та вимірювальний інструменти – універсальні.

Серійне виробництво – тип виробництва, коли деталі виготовляються партіями. Партії складають із однотипних за конструкцією деталей, в яких форма та розміри не дуже відрізняються один від одного. Партія деталей виготовляється у виробництві одночасно.

Технологічний процес може бути з маршрутно-операційним описом (маршрутно-операційний технологічний процес) на окремих операційних картах. Верстати можуть бути застосовані самі різнотипні: універсальні та спеціальні. Широко поширюється автоматизація технологічних операцій на верстатах. Обладнання розташовується в цеху за ходом технологічного процесу. Після закінчення обробки одної деталі верстати переналагоджуються на обробку іншої партії.

Ріжучий та вимірювальний інструменти застосовуються як універсальні, так і спеціальні.

В серійному виробництві крім універсальних пристосувань використовуються універсально-складальні пристосування (УСП) та спеціальні пристосування. Заготовки, наближені до форми та розмірів готової деталі і мають нормативні припуски.

Масове виробництво – характеризується тим, що в ньому виконується обробка одної або дуже наближених за формою та розмірами деталей в дуже великих об'ємах. Кожна операція закріплена за певними верстатами. Виробництво оснащено спеціальними верстатами, які виконують весь цикл обробки деталі на операціях в автоматичному режимі, включаючи установку та знімання деталі.

Верстати розташовані чітко за ходом технологічного процесу.

Технологічний процес виготовлення деталі докладно розписаний в операційних картах.

Всі верстати оснащені спеціальними пристосуваннями, які забезпечують швидко: установку, базування та затиск деталі на верстаті.

Кваліфікація робітників нижча, ніж в одиничному та серійному виробництвах. Ріжучий та вимірювальний інструменти, як правило, спеціального виготовлення. Має високу економічну ефективність.

Теоретичні основи та приклад виконання підрозділу роботи приведені в п. 2.5 [2, с. 30-34].

Після аналізу вихідних даних виконуються технологічні розділи, що стосуються обґрунтуванню вибору методу отримання заготовки та розробки маршрутного технологічного процесу її механічної обробки.

2.2 Вибір виду заготовки та методу її виготовлення

Вибір методу виробництва заготовки в першу чергу залежить від типу виробництва, її матеріалу, конфігурації та технічних вимог [2, с. 35-37].

Метою вибору вихідної заготовки є забезпечення мінімально можливої собівартості виготовлення деталі.

Найпоширенішими видами вихідних заготовок з ливарних сплавів є різноманітні методи лиття, наприклад лиття в піщано-глиняні форми, лиття за виплавлюваними моделями, оболонкове лиття, лиття в металеві форми та ін.

Для сталених деталей в *одиничному виробництві* частіше всього вибирають заготовку прокатного виробництва – прокат різного профілю, наприклад круглий, квадратний, шестигранний та листовий; або прості поковки. Прокат та прості заготовки виготовляють на металургійних підприємствах.

В *серійному виробництві* вибирають заготовки, які вже достатньо наближені до форми та розмірів готової сталеної деталі – поковки та штамповки для виготовлення ступінчастих валів, шестерень тощо. Величина припусків наближена до нормативної на відміну від одиничного виробництва. Такі заготовки виготовляють на машинобудівних підприємствах з відповідних виробів металургійного виробництва.

Вартість заготовки – це економічний показник, який впливає на собівартість виготовлення деталі і виробу. Якщо можливі різні варіанти виготовлення заготовки, то рішення відносно вибору виду заготовки можна прийняти лише після розрахунку їх вартості. *Перевагу потрібно надавати тій заготовці, яка має меншу вартість. Якщо ж варіанти, що порівнюються, за вартістю виявляються рівноцінними, то перевагу потрібно віддавати заготовці з більш високими коефіцієнтами використання матеріалу.*

Таким чином *вибір вихідної заготовки* необхідно встановлювати на основі техніко-економічного порівняння хоча б двох її найбільш придатних варіантів. Для цього необхідно *призначити припуски на обробку, визначити*

всі розміри і допуски для обох варіантів і розрахувати коефіцієнт використання матеріалу та вартість заготовок.

2.3 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

Припуски в цьому розділі визначаються табличним методом. За припусками визначаються розміри заготовки.

Заготовка поділяється на прості геометричні фігури. За сумою об'ємів геометричних фігур визначається об'єм заготовки.

З урахуванням питомої ваги матеріалу та втрат матеріалу на чад визначається маса заготовки.

Далі визначається коефіцієнт використання матеріалу та вартість заготовки.

Такий розрахунок виконується для кожного виду порівнювальних заготовок. Отримані розрахункові дані про коефіцієнти використання матеріалу та вартість заготовок зводяться в таблицю. Виконується порівняльна характеристика заготовок. З техніко-економічних міркувань вибирається вид заготовки для заданої деталі [1, с. 55-59, 311-315].

В підрозділі приводяться рисунки заготовок з вказівкою розрахованих номінальних розмірів.

За табличним методом вибирають загальні припуски (на одну сторону) на кожен поверхню деталі (на зовнішні і внутрішні розміри та на довжини) за стандартами:

- ГОСТ 7062-79 «Поковки з вуглецевої та легованої сталі, які виготовляються на пресах. Припуски й допуски»;
- ГОСТ 7505-89 «Поковки сталеві штамповані. Допуски, припуски й ковальські напуски»;
- ГОСТ 7829-70 «Поковки з вуглецевої та легованої сталі, які виготовляються куванням на молотах. Припуски й допуски».

Найчастіше для визначення припусків і допусків на штамповані сталі заготовки використовується ГОСТ 7505-89 за такою методикою:

а) обчислюються та встановлюються вихідні дані для проектування штамповки, а саме:

1) *розрахункова маса* ($M_{пр}$). Визначається за формулою на с.4, яка включає дані таблиці 1 і масу деталі за робочим кресленням;

2) *клас точності* (Т1-Т5). Встановлюється за таблицею 3. Однозначних рекомендацій з цього приводу немає. Єдина вимога: устаткування й технологічний процес штампування повинні відповідати прийнятому типу виробництва, а також формі й складності заготовки;

3) *група сталі* (М1-М3). Визначається за таблицею 3, в залежності від кількості вуглецю та легуючих елементів в сталі;

4) *ступінь складності (C1-C4)*. Встановлюється з використанням Додатку А стандарту за відношенням розрахункової маси заготовки до маси описаної фігури;

б) за таблицею 4 визначається вихідний індекс поковки;

в) з урахуванням вихідного індексу за відповідними таблицями стандарту визначаються припуски і допуски на всі розміри деталі.

2.4 Визначення загальних і операційних припусків

Для прийнятого виду заготовки встановлюють технологічний маршрут обробки (наприклад: чорнове точіння, чистове точіння, шліфування) і визначають операційні припуски, проміжні розміри та допустимі відхилення табличним методом.

Визначення операційних припусків починають із фінішної (кінцевої) операції обробки. За таблицями відповідних видів обробки встановлюють величину проміжних припусків на кожну операцію і отримані дані зводять в таблицю [1, с. 315-316, табл. 2.2], [2, с. 68-71].

2.5 Визначення операційних розмірів та допустимих відхилень для них

За отриманими припусками розраховують проміжні розміри заготовки, а з таблиць стандартів визначають граничні відхилення для них [1, с. 316-317, п. 2.5], [2, с. 72].

2.6 Розробка плану маршрутного технологічного процесу

Проектування маршрутного технологічних процесів містить комплекс послідовних взаємозв'язаних робіт:

- вибір методу одержання заготовки;
- вибір технологічних баз;
- розробка плану технологічного процесу;
- визначення послідовності і змісту технологічних операцій;
- визначення і вибір засобів технологічного оснащення;
- оформлення робочої документації на технологічні процеси.

Важливим завданням розробки послідовності операції є забезпечення повної обробки заготовки зі всіх сторін з мінімальним числом установів і при найменшій кількості технологічного оснащення. При розробці послідовності обробки проводиться вибір пристосувань для базування та закріплення заготовки при кожному установі. Визначають послідовність обробки поверхонь деталей, які складаються із конструктивних елементів заготовки (внутрішні та зовнішні поверхні).

Елементи, які можна обробляти одним інструментом, групують в зоні даної обробки та по всім зонам. Це дає можливість визначити кількість

типорозмірів інструментів для обробки заготовки і виявити можливість обробки всіх допустимих зон при даному установі набором інструментів, розміщених в різцетримачах або в магазині верстата з ЧПК, який має пристрій для автоматичної зміни інструмента.

Прогресивним є технологічний процес з максимальною концентрацією операцій. Визначення послідовності і змісту технологічних операцій залишається у виборі тих операцій із загальної кількості операцій, за допомогою яких забезпечується обробка деталі із заданою точністю та шорсткістю поверхонь. При цьому слід віддати перевагу операціям з максимальною концентрацією переходів. Для цього в одиничному та серійному виробництві застосовують верстати з ЧПК. А у великосерійному та масовому виробництвах використовують автомати, напіваавтомати, агрегати, верстати та автоматичні лінії.

Методичні вказівки щодо розробки маршрутного технологічного процесу механічної обробки та приклади його оформлення приведені в навчальних посібниках [1, с. 68-84, 321-324; 2, с. 73-74, 80-81].

ІІІ ОФОРМЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

При проектуванні технологічного процесу виготовлення будь-якої деталі, що входить до складу машини, складається технологічна документація.

Відповідно до Єдиної системи технологічної документації (ЄСТД) встановлюються такі основні види технологічної документації: маршрутна карта (МК), операційна карта (ОК), карта ескізів (КЕ) .

Маршрутна карта – документ, який містить опис технологічного процесу виготовлення (складання) виробу по всіх операціях у технологічній послідовності із зазначенням відповідних даних по обладнанню, оснастці, матеріалах, праці та інших нормативах.

Приклади оформлення маршрутних карт на технологічні процеси механічної обробки для різних деталей наведено в [1, с. 85-109], [2, с. 87-153].

Маршрутна карта складається з двох частин: першої (верхньої), в якій приводяться всі необхідні дані про деталь і заготовку для неї; другої (нижньої), в яку вписується проектуваний план обробки деталі і всі пояснення про неї.

Дозволяється, для спрощення, не заповнювати деякі графи як верхньої, так нижньої частини карти, наприклад: графи, призначені для змін в технологічному процесі; графи «Позначення документа по ДСТУ» і «Технологічний шифр по ДСТУ». Допускається не вказувати в графах «Позначення» такі показники, по яких передбачається розбиття позначень у вигляді шифрів (матеріал, заготовка, професія, тарифна сітка, види норм, одиниці нормування).

У маршрутних картах номери операцій вказуються арабськими цифрами у послідовності, яка відповідає технологічному процесу. Нумерацію ведуть через 5. Першій операції присвоюють номер 005, другій 010, третій 015 і так далі. Це дозволяє при необхідності вводити додаткові операції, присвоюючи їм додаткові номери, оскільки на виробництві нумерацію ведуть через 10.

У графі «Найменування і зміст операцій» записується в скороченому вигляді найменування операцій, виражене підметом, наприклад, «токарна», «розточна», «шліфувальна» тощо.

У графі «Обладнання» записують для кожної операції найменування верстатів і їх модель.

У графі «Пристосування та інструмент» коротко пояснюється найменування, позначення пристосувань, марка ріжучої частини інструменту і його характеристики, дані по допоміжному і вимірювальному інструментах.

Операційна карта – документ, який містить опис операцій по технологічному процесу виготовлення виробу з розчленуванням операцій по переходах, встановленням і зазначенням режимів різання, розрахованих технічних норм часу. В операційній карті дається повний *зміст переходів*, який включає:

а) найменування методу обробки, який виражений дієсловом у наказовій формі (точити, свердлити, шліфувати);

б) найменування оброблюваної поверхні (торець, отвір, площина, галтель);

в) номер оброблюваного розміру, який вказується в колі (наприклад, «точити поверхню в розмір 3, дотримуючи розмір 4», «точити канавки в розмір 6, витримуючи розмір 7»);

г) розміри і граничні відхилення обробленої поверхні (наприклад, «контролювати розмір 5»).

В описі переходу вказується кількість одночасно оброблюваних поверхонь чи одночасно працюючих інструментів (наприклад, «Фрезерувати дві площини, витримуючи розмір 1» чи «Свердлити 5 отворів Ø 6 мм»).

Зміст переходів обробки записується лише в особливо складних випадках. В решті випадків вказується номер установу (заголовними буквами українського алфавіту) і записується «Встановити, закріпити, зняти деталь».

Графа «Номер позиції» заповнюється у випадку обробки на багатопозиційних агрегатних верстатах.

У графі «Розрахункові розміри» вказують розміри оброблюваного елемента виробу, які приймаються в розрахунках режимів різання. Для верстатів з обертальним рухом деталі вказують діаметр, отриманий на попередньому переході. При обробці обертальним інструментом вказують діаметр інструмента, при обробці на верстатах з поступальним рухом стола чи інструмента – довжину ходу.

У графі «Режим обробки» вказуються елементи режиму різання, отримані аналітичним методом для кожного переходу даної операції чи отримані за допомогою таблиць на основі документів.

Карта ескізів і схем – документ, що містить графічну ілюстрацію технологічного процесу для операції механічної обробки.

Ескізи для операцій і переходів містять всі дані, необхідні для виготовлення і контролю оброблюваної деталі. На операційному ескізі деталь показується в тому стані, який вона отримує в результаті виконання даної операції. На ескізах вказуються розміри, точність і шорсткість оброблених поверхонь, технологічні бази і технічні вимоги до обробки і контролю деталі.

Карти ескізів і схем можуть супроводжуватись спеціальними технічними вимогами, які розміщують на вільному полі справа від ескізу.

Прийнято креслити ескізи в масштабах, передбачених ЄСКД, але допускається виконувати їх у вільному масштабі, які забезпечують чітке уявлення про виріб.

Оброблювані поверхні наводять суцільною лінією.

Оброблювані розміри нумеруються арабськими цифрами. Номер оброблюваного розміру записують в колі діаметром 6...8 мм і з'єднують з розмірною лінією цієї поверхні.

Для зображення технологічних баз і затискних зусиль використовують умовні позначення.

На **схемі технологічної наладки** в масштабі спрощено зображуються всі робочі металорізальні інструменти в кінцевому для обробки положенні з урахуванням величини різання і перебігу інструмента (інструменти для обробки отворів показують у вихідному положенні).

При багатоінструментній обробці на операційному ескізі показуються всі різальні інструменти, які повинні позначатись числами в порядку зростання зліва направо, чи при вертикальних наладках – звернувши вниз.

Якщо різальний інструмент важко зобразити (зубостругання конічних зубчатих коліс, фрезерування зубчатих коліс з спіральними зубами тощо), то в курсовому проекті допускається на операційних ескізах інструмент не показувати.

При обробці на агрегатних верстатах і верстатах з напівавтоматичним чи автоматичним циклом слід на полі ескізу зобразити циклограму переміщень інструмента із зазначенням величин прискореного підведення, відведення інструмента і руху робочої подачі.

IV ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

Приклади виконання графічної частини роботи приведені в навчальному посібнику [1, с. 375-391].

ЛІТЕРАТУРА

1. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування: дипломне проектування. – Львів: «Новий світ – 2000», 2007. – 768 с.
2. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей: курсове проектування. – Львів «Новий світ – 2000», 2006. – 573 с.
3. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей: практикум. – Львів: «Новий світ – 2000», 2010. – 471 с.
4. Боженко Л.І. Технологія машинобудування: проектування та виробництво заготовок: підручник. – Львів: Світ, 1996. – 368 с.
5. Гельфгат Ю.М. Сборник задач и упражнений по технологии машиностроения. – М.: Высшая школа. 1975. – 264 с.
6. Горбатюк Є.О., Мазур М.П., Зенкін А.С., Карасей В.Д. Технологія машинобудування: навчальний посібник. – Львів: «Новий світ – 2000», 2011. – 358 с.
7. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам: ГОСТ 2.105-95.
8. Данилевский В.В. Технология машиностроения. М.: Высшая школа, 1984. – 416 с.
9. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання: ДСТУ ГОСТ 7.1:2006. – [Чинний від 2007-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 47 с.
10. Скорочення слів в українській мові у бібліографічному описі. Загальні вимоги та правила: ДСТУ 3582-97. – [Чинний від 1998-07-01]. – К.: Держстандарт України, 1998. – 25 с.
11. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / Под ред. А.Ф. Горбачевича. – Минск: Высшая школа, 1975. – 388 с.
12. Литейное производство: Учебное пособие / Под ред. И. Ю. Куманина. – М.: Машиностроение, 1971. – 319 с.
13. Мельников Н.Ф., Бристолю Б.Н., Дементьев В.И. Технология машиностроения. – М.: Машиностроение, 1977. – 327 с.
14. Мосталыгин Г.П., Толмачевский Н.Н. Технология машиностроения. – М.: Высшая школа, 1990. – 372 с.
15. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку: ГОСТ 26645-85.
16. Ошовський В.Я., Борцова В.В. Технологічні методи виробництва заготовок деталей машин: методичні вказівки та контрольні завдання для студентів заочної форми навчання. – Миколаїв: НУК, 2008. – 72 с.
17. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски: ГОСТ 7505-89. – М.: 1979. – 28 с.
18. Руденко П.А. и др. Проектирование и производство заготовок в машиностроении: Учеб. Пособие. – К.: Выща школа, 1991. – 247 с.

- 19.Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: навчальний посібник. – К.: Вища школа, 1993. – 414 с.
- 20.Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. Т.1 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
- 21.Григурко І.О., Ошовський В.Я., Анастасенко С.М., Нерубащенко А.В. Методичні вказівки до дипломної роботи бакалавра для студентів напряму підготовки 6.050502 «Інженерна механіка». – Миколаїв: НУК, 2013. – 36 с.
- 22.Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Минск: Вышэйшая школа, 1988. – 255 с.
- 23.Дипломное проектирование по технологии машиностроения / Под ред. В.В. Бабука. – М.: Высшая школа, 1979. – 464 с.
- 24.Егоров М.Е., Дементьев В.И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. М.: Высшая школа. 1976. – 535 с.
- 25.Обработка металлов резанием: справочник технолога / Под общ. ред. А.А. Панова. М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
- 26.Методичні рекомендації до виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія обробки типових деталей» для студентів спеціальності 6.050502 «Технологія машинобудування» / С.Г. Пінковський. – Дніпропетровськ: ДВНЗ «НГУ», 2013. – 84 с.
- 27.Проектування технологічного процесу механічної обробки деталі і пристосування: методичні вказівки до виконання курсової роботи з курсу «Технології машинобудування» / О.І. Толочин, Г.М. Похиленко. – К.: НУБіП, 2017. – 55 с.

ДОДАТКИ

Додаток 1. Форма титульної сторінки до курсової роботи

Міністерство освіти і науки України
Первомайська філія
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова
Кафедра теплоенергетики та технологій машинобудування

КУРСОВА РОБОТА

з дисципліни «Технологія обробки спеціальних деталей»

на тему: Розробка маршрутного технологічного процесу виготовлення спеціальної деталі

Виконав: студент 5 курсу 51-ТЕМмаг-19
групи, за освітньо-професійною
програмою підготовки «Технології
енергетичного машинобудування»
спеціальності 131 Прикладна механіка
Іванов О.І.

Керівник: професор кафедри ТЕ та ТМ
Каіров О.С.

Національна шкала _____
Кількість балів: _____ Оцінка: ECTS _____

Члени комісії _____ Каіров О.С.
_____ Ошовський В.Я
_____ Анастасенко С.М.

м. Первомайськ – 2019 рік

ЗМІСТ

ВСТУП	3
I ЗМІСТ І МЕТОДИКА ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ	4
1 Зміст і обсяг курсової роботи	4
2 Загальні вимоги щодо оформлення курсової роботи	5
3 Вибір теми та видача завдання на курсову роботу	11
II. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ РОЗДІЛІВ КУРСОВОЇ РОБОТИ.....	12
ВСТУП	12
1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	12
1.1 Короткі відомості про деталь, технічні вимоги	12
1.2 Матеріал деталі та його властивості	12
1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	13
2.1 Визначення типу виробництва	13
2.2 Вибір виду заготовки та методу її отримання	15
2.3 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки	16
2.4 Визначення загальних і операційних припусків	17
2.5 Визначення операційних розмірів та допустимих відхилень для них	17
2.6 Розробка плану маршрутного технологічного процесу	17
III ОФОРМЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ	18
IV ГРАФІЧНА ЧАСТИНА	20
ЛІТЕРАТУРА	21
ДОДАТКИ	23
Додаток 1. Форма титульної сторінки до курсового проекту.....	23