

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА І РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ

Методичні вказівки

до виконання курсової роботи для студентів за напрямом підготовки 6.070106 –
«Автомобільний транспорт» спеціальності 7.07010601 «Автомобілі та
автомобільне господарство»

Затверджено на засіданні кафедри
«Автомобільного транспорту та
галузевого машинобудування»
Протокол № 1 от 31.08.2017 р.

Чернігів ЧНТУ 2017

Основи технології виробництва і ремонту автомобілів. Методичні вказівки до виконання курсової роботи для студентів напряму підготовки 6.070106 спеціальності 7.07010601 – «Автомобілі та автомобільне господарство» / Укл.: Веремей Г.О. – Чернігів: ЧНТУ, 2017. – 31 с.

Укладач: Веремей Геннадій Олександрович,
кандидат технічних наук, доцент кафедри
«Автомобільного транспорту та галузевого
машинобудування»

Відповідальний за випуск: Кальченко Віталій Іванович, завідувач кафедри
«Автомобільного транспорту та галузевого
машинобудування»,
доктор технічних наук, професор

Рецензент: Венжега Володимир Іванович,
кандидат технічних наук, доцент кафедри
«Автомобільного транспорту та галузевого
машинобудування» Чернігівського
національного технологічного університету

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Вихідні дані до курсової роботи	5
2 Структура і об'єм курсової роботи	
2.1 Пояснювальна записка.....	5
2.2 Графічна частина	6
3 Вимоги до оформлення курсової роботи	
3.1 Оформлення пояснювальної записки	6
3.2 Оформлення графічної частини роботи	7
4 Методичні вказівки до виконання окремих розділів курсової роботи	
4.1 Визначення типу виробництва і його характеристика	9
4.2 Службове призначення складальної одиниці та деталі	10
4.3 Аналіз технологічності деталі	12
4.4 Виявлення базування деталі в складальній одиниці.....	17
4.5 Вибір вихідної заготовки	17
4.6 Розробка технологічного процесу механічної обробки	
4.6.1 Виявлення і формулювання основних технологічних задач, які вирішуються в процесі механічної обробки деталі	19
4.6.2 Вибір методів і кількості переходів обробки поверхонь деталі.....	20
4.6.3 Обґрунтування схем базування при обробці поверхонь деталі	21
4.6.4 Вибір послідовності обробки поверхонь деталі	22
4.6.5 Розробка маршруту обробки	24
4.6.6 Призначення припусків і між операційних розмірів	27
Рекомендована література	30

Вступ

Курс «Основ технології виробництва і ремонту автомобілів» є нормативною навчальною дисципліною, складеною відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів напряму «Автомобільний транспорт».

Предметом вивчення навчальної дисципліни є технології виробництва і ремонту автомобілів.

Метою навчальної дисципліни «Основи технології виробництва і ремонту автомобілів» є засвоєння бакалаврами основ розробки технологічних процесів механічної обробки деталей і складання машин, а також ремонту автомобілів.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Основи технології виробництва і ремонту автомобілів» є: ознайомлення із структурою автомобільного виробництва як галуззю машинобудування; вивчення основ досягнення якості виготовлення машин; вивчення основ і принципів побудови технологічного процесу виготовлення машин; практичне ознайомлення з процесами механічної обробки та технологічним оснащенням.

«Основи технології виробництва і ремонту автомобілів» є базовим курсом для вивчення таких дисциплін, як «Технічна експлуатація автомобілів», «Основи технічної діагностики автомобілів», а також при виконанні випускної бакалаврської роботи. «Основи технології виробництва і ремонту автомобілів» базується на таких дисциплінах, як «Основи конструкції автомобілів», «Нарисна геометрія», «Технічне креслення та інженерна графіка», «Теоретична механіка», «Автомобілі», «Автомобільні двигуни», «Конструкційні матеріали», «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання», «Деталі машин», «Основи конструювання машин».

Методичні вказівки з курсової роботи розроблені на базі досвіду кафедр «Технології машинобудування та деревообробки» [18] і «Автомобільного транспорту та галузевого машинобудування» і містять вимоги та пояснення щодо виконання її кожного розділу.

1 Вихідні дані до курсової роботи

Вихідними даними для курсової роботи (КР) є:

- складальне креслення вузла (складальної одиниці), на якому викладач вказує деталь, для якої буде розроблятися технологічний процес виготовлення;
- річна програма випуску деталей;
- коефіцієнт закріплення операцій.

Креслення деталі та технічні вимоги розробляються студентом особисто, виходячи зі службового призначення складальної одиниці, а річна програма та коефіцієнт закріплення операцій визначається керівником курсової роботи.

2 Структура і об'єм курсової роботи

Курсова робота складається з пояснювальної записки та графічної частини.

2.1 Пояснювальна записка

Пояснювальна записка загальним обсягом 30 – 35 сторінок повинна містити:

- титульний аркуш;
- аркуш завдання;
- зміст;
- перелік використаної літератури;
- додатки.

Зміст пояснювальної записки наступний:

Вступ

1. Загальний розділ

1.1 Визначення типу виробництва і його характеристика

1.2 Службове призначення складальної одиниці і деталі

1.1.1 Опис конструкції та службове призначення складальної одиниці

1.1.2 Службове призначення деталі

1.1.3 Службове призначення поверхонь деталі

1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі

1.4 Виявлення базування деталі в складальній одиниці

2. Технологічний розділ

2.1 Вибір вихідної заготовки

2.2 Розробка технологічного процесу механічної обробки

2.2.1 Основні технологічні задачі, які вирішуються в процесі обробки деталі

2.2.2 Вибір методів і кількості переходів обробки поверхонь

2.2.3 Обґрунтування схем базування при обробці поверхонь деталі

2.2.4 Вибір послідовності обробки поверхонь деталі

2.2.5 Розробка маршруту обробки

2.2.6 Призначення припусків і між операційних розмірів

2.2 Графічна частина

Графічна частина складається з 3-х аркушів:

- складальне креслення вузла чи агрегату (складальної одиниці), формат А1;
- креслення готової деталі, формат А3;
- аркуш маршруту обробки «Операційні ескізи», формат А1 (А0).

3 Вимоги до оформлення курсової роботи

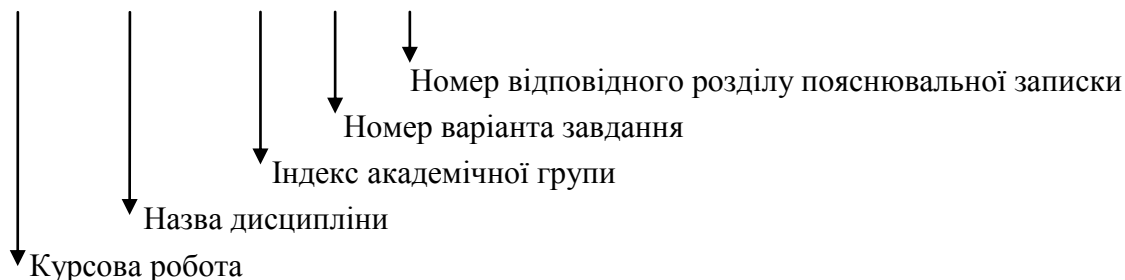
3.1 Оформлення пояснювальної записки

Викладання матеріалу в пояснювальній записці повинно відповідати вимогам ДСТУ 3008-95.

Текст пояснювальної записки пишуть від руки пастою чорного кольору або друкують на принтері через 1.5 міжрядкові інтервали з однієї сторони аркушу формату А4 з обмежувальними рамками і основними надписами.

В штампі обмежувальної рамки всіх аркушів курсової роботи вказується її шифр наступним чином:

КР.ОТВіРА.АТ091.001.001



Матеріал пояснювальної записки потрібно викладати коротко в логічній послідовності. В тексті повинні бути пояснення, розрахунки, ескізи, рисунки. Не допускається переписування з книг відомих положень та інформації без посилань у квадратних дужках на відповідне літературне чи електронне офіційне джерело. Вимоги до оформлення посилань на літературні та електронні джерела інформації отримують у кваліфікованого фахівця бібліографічного відділу бібліотеки ЧНТУ.

Текст пояснювальної записки ділять на розділи, підрозділи, пункти. Заголовки розділів потрібно розміщувати симетрично тексту. Заголовки підрозділів пишуть з абзацу. Переносити слова в заголовках не допускається, крапку в кінці заголовка не ставлять. Кожний розділ потрібно розпочинати з нової сторінки.

Сторінки нумерують арабськими цифрами у відповідній графі обмежувальної рамки.

Розділи, підрозділи та пункти нумеруються арабськими цифрами і розділяються крапкою. Наприклад: "1.4" (четвертий підрозділ першого

розділу), "1.2.3" (третій пункт другого підрозділу першого розділу). Підрозділи і пункти нумеруються в межах розділу.

Зміст, перелік використаної літератури, додатки не нумеруються.

Номер ілюстрації складається із номеру розділу і порядкового номеру ілюстрації в розділі, розділених крапкою. Наприклад: Рисунок 1.3 (третій рисунок першого розділу).

Номер рисунка розміщують під зображенням, за ним через риску вказується назва рисунка з великої літери. Наприклад: *Рисунок 2.6 – Ескіз вихідної заготовки*. Якщо на рисунку вказані позиції елементів, то їх розшифровка вказується перед назвою рисунка.

Таблиці нумеруються послідовно арабськими цифрами. Номер таблиці вказується над таблицею зліва і повинен складатися з номера розділу та порядкового номеру таблиці розділених крапкою. Наприклад: *Таблиця 2.1* (перша таблиця другого розділу). Якщо таблиця переноситься на іншу сторінку її позначають так: *Продовження таблиці 2.1*. Кожна таблиця повинна мати заголовок. Таблицю розміщують після першого згадування про неї в такій формі, щоб її можна читати без повертання сторінки або з повертанням за годинниковою стрілкою. На всі таблиці повинні бути посилання в тексті, при цьому слово "Таблиця" пишуть повністю, наприклад "в таблиці 2.4". Вказане в повній мірі відноситься і до рисунків.

Формули нумеруються арабськими цифрами в межах розділу. Номер формули складається із номера розділу і порядкового номера формули в розділі. Номер вказують на правому боці аркуша у круглих дужках на рівні формули. Пояснення значень символів у формулах слід писати відразу під формулою в тій же послідовності, як вони подані у формулах. Кожне пояснення пишеться з нового рядка, перший рядок розпочинається словом "де" без двокрапки, а наприкінці формули (перед словом "де") ставлять кому.

3.2 Оформлення графічної частини роботи

Графічна частина КР повинна відповідати вимогам діючих стандарті ЕСКД і ЕСТД, правилам нарисної геометрії, технічного креслення та інженерної графіки.

Розташування проєкцій, їх кількість (не менше двох), перерізів та видів повинні бути оптимальними і одночасно надавати повне і однозначне уявлення про конструкцію складальної одиниці та деталі.

Масштаб повинен бути таким, щоб неозброєним оком можна було розрізнити зображені на аркуші конструктивні елементи деталі, оснащення, інструменту. Перевага віддається масштабу 1:1.

На кресленнях необхідно обов'язково вказати:

- основні розміри (з допусками), які визначають точність об'єкту і є необхідними при перевірці і прийманні;

- габаритні розміри;
- посадки основних з'єднань (в буквенному позначенні);
- технічні вимоги щодо складання, термічної обробки чи особливих умов експлуатації.

Специфікація до складального креслення виконується у відповідності з вимогами ЕСКД і підшивається в кінці пояснювальної записки.

Перед поданням креслень на перевірку викладачеві студент повинен старанно перевірити правильність їх оформлення, відповідність вищенаведеним вимогам і підтвердити це своїм підписом.

Закінчені технічні креслення повинні відповідати наступним вимогам:

1. Конструкція на кресленні повинна бути представлена чітко і ясно, кількість додаткових перерізів і видів повинна бути достатня.
2. Відсутність зайвих зображень.
3. Наявність необхідних технічних характеристик відображених в технічних вимогах і доповненнях.
4. Правильність проставлених розмірів: установчих, габаритних, лінійних. Їх достатня кількість.
5. Відповідність вибраних посадок характеру з'єднання деталей в складальній одиниці.
6. Відповідність діючим стандартам нанесення розмірів та всіх позначень.
7. Забезпеченість технологічності деталі.
8. Вірність призначення термообробки.
9. Відповідність призначених параметрів якості (допусків, квалітетів точності, шорсткості) вимогам з'єднань, механічної обробки та експлуатації.
10. Наявність підпису виконавця.

Аркуш «Операційні ескізи» виконується на форматі А1 (при необхідності – на форматі А0). На ньому зображуються операційні ескізи окремих операцій технологічного процесу у вигляді схем обробки. Зверху над кожним ескізом наводять назву операції, яка формується з номера, назви операції та моделі верстата. Наприклад: *005 Горизонтально-фрезерна 6Р83*.

На ескізах повинні бути зображені в довільному масштабі: оброблювана заготовка, різальний інструмент, вказують напрямки робочих рухів різального інструменту та заготовки; умовні позначення опор, затискних елементів, пристроїв [15, с.49-50].

Заготовка повинна зображуватись в положенні, яке вона займає в процесі обробки на верстаті при погляді з місця робітника (вид прямо, або зверху, чи той і інший). На заготовці потовщеною лінією (у 2-3 рази) виділяються поверхні, які оброблюються, вказують розміри (між операційні), які безпосередньо витримуються при обробці, та шорсткість поверхонь. Кількість проєкцій та видів повинні створювати повну картину про спосіб встановлення та закріплення заготовки.

Різальний інструмент зображується в кінці робочого ходу. Якщо для обробки поверхні використовується послідовно декілька інструментів (свердління, зенкерування, розвертування), то всі вони зображуються поруч у положенні початку робочого ходу. Складний інструмент креслять не повністю. Наприклад, досить показати габаритні розміри і форму торцевої фрези, два-три зубці та спосіб їх кріплення. Але обов'язково необхідно показати спосіб кріплення інструменту на верстаті (без спрощень). При невідповідності конуса Морзе інструменту і шпинделя верстата необхідно застосовувати перехідну втулку, яку обов'язково зображують.

На вільному місці аркуша наводиться таблиця, в якій вказують назву і характеристики інструменту, а також режими різання (глибина різання, подача, частота обертання) операцій, ескізи яких зображено на аркуші. Перед поданням курсової роботи на перевірку студент повинен старанно і ретельно перевірити правильність наведених розрахунків, логічність висновків та тверджень, відповідність оформлення роботи вищенаведеним вимогам та методичним вказівкам і підтвердити це своїм підписом на титульному аркуші.

4 Методичні вказівки до виконання окремих розділів курсової роботи

4.1 Визначення типу виробництва і його характеристика

Тип виробництва, як найбільш загальна організаційно-технічна характеристика виробництва визначається відповідно до ГОСТ 3.1108-84 за коефіцієнтом закріплення операцій K_{30} [2, 3, 10], який задається керівником курсової роботи. Відповідність K_{30} типам виробництва наступна:

$K_{30} = 1$ - масове виробництво;

$1 < K_{30} < 10$ - великосерійне виробництво;

$10 < K_{30} < 20$ - середньосерійне виробництво;

$20 < K_{30} < 40$ - дрібносерійне виробництво;

$40 < K_{30}$ - одиничне виробництво.

Визначається величина n операційної партії деталей для одночасного запуску. Для цього спочатку визначається місячна програма випуску деталей:

$$N_M = \frac{N_p}{k \cdot 12}, \text{ шт.} \quad (4.1)$$

де N_p - річна програма випуску, шт.;

k - кількість робочих змін на добу, для одиничного і дрібносерійного виробництва рекомендується приймати $k=1$, для решти типів виробництва $k=2$.

Величина n операційної партії деталей визначаються за формулою:

$$n_p = \frac{I_H \cdot N_M}{22}, \quad (4.2)$$

де I_H - нормативне значення періодичності повторення партії деталей, днів.

В залежності від типу виробництва та річної програми випуску $1 < I_H < 66$ днів [2, с. 56]. Приймати I_H слід з розрахунку 1, 2,5, 5, 11, 22, 66 днів,

причому менші значення I_H відповідають великосерійному та масовому виробництву більші - дрібносерійному та одиничному.

Отримане значення n_p слід округлити до значення, яке закінчується на нуль в бік збільшення.

В цьому пункті необхідно дати коротку характеристику вибраному типу виробництва.

4.2 Службове призначення складальної одиниці та деталі

Службове призначення складальної одиниці (деталі) - максимально уточнене і чітко сформульоване завдання, для вирішення якого призначена складальна одиниця (деталь) [1,5].

Розробка службового призначення складальної одиниці та деталі складається з наступних етапів:

- опис конструкції та службове призначення складальної одиниці;
- службове призначення деталі;
- службове призначення поверхонь деталі;

Загальний опис конструкції складальної одиниці надається студент разом з і складальним кресленням. Службове призначення складальної одиниці необхідно розробити самостійно.

При розробці службового призначення виявляються і визначаються вимоги до параметрів якості складальної одиниці, що диктуються її галуззю застосування.

УВАГА!!!

Формулювання службового призначення складальної одиниці є найвідповідальним етапом процесу її створення. Помилки, допущені при виявленні та уточненні службового призначення, призводять до створення неякісних машин, зайвих витрат праці при їх виготовленні, освоєнні і експлуатації. Тому розробці технології виготовлення складальної одиниці повинні передувати глибоке вивчення задач, для розв'язання яких призначена складальна одиниця, і точне формулювання її службового призначення.

Починають формулювання с загальної задачі. Наприклад, токарний верстат призначений для обробки деталей типу тіл обертання; автомобіль призначено для перевезення пасажирів. Далі переходять до формулювання конкретного призначення машини та її специфічних особливостей. При цьому якомога глибше уточнюють призначення машини і виражають ці уточнення кількісно і якісно.

Формулювання службового призначення складальної одиниці повинне містити [1, 4, 5, 6]:

а) вичерпні данні про продукцію (вид, розміри, вага, якість, кількість), для виготовлення якої призначена дана складальна одиниця або машина в склад якої входить задана складальна одиниця;

б) потрібну продуктивність процесу виготовлення продукції;

в) вимоги до економічної ефективності, довговічності і надійності машини і т.д.;

г) перелік умов, в яких машині (складальній одиниці) належить працювати і випускати продукцію потрібної якості в необхідній кількості (якість вхідного продукту, вхідної енергії, режим роботи машини і стан навколишнього середовища);

д) вимоги до зовнішнього виду, безпеки роботи, зручності і простоти обслуговування і управління, рівня шуму, коефіцієнту корисної дії, ступеню механізації і автоматизації і т. д. ;

Приклад формулювання службового призначення складальної одиниці:

Редуктор конічний призначений для зміни крутного моменту і частоти обертання у механізмі приводу стрічкового конвеєра для транспортування мішків з цементом. Вага одного мішка 25 ± 0.5 кг, габарити, мм (lxbxh) 400x300x150 мм. Допустима кількість одночасного транспортування на стрічці конвеєра – не більше 5-ти мішків.

Робота редуктора здійснюється за допомогою передачі між перпендикулярними валами-шестернями. Конічні колеса редуктора повинні допускати колісні швидкості до 20 м/с.

Максимальний крутний момент на валу приводної зірочки конвеєра 1600 Н·м. Швидкість руху стрічки конвеєра при частоті обертання двигуна 1440 об/хв - 0.40 м/с. Режим роботи - змінний.

Умови роботи - середні: опалювальне приміщення з штучною вентиляцією, склад у повітрі абразивного пилу до 10 мг/м; відсутність випарів шкідливо впливаючих на елементи конвеєра; відносна вологість повітря 70-5%. конденсація вологи відсутня.

Змащення - мастило індустріальне Н-20А ГОСТ 20799-88. В'язкість мастила не вище 20 сСт. Просочування мастила з корпусу не допускається. Заміну мастила проводити через кожні 200 годин експлуатації, контролювати рівень мастила - під час кожного технічного обслуговування.

Планове технічне обслуговування редуктора через кожні 16 годин експлуатації. Середній термін експлуатації при періодичному режимі роботи - не менше 5 років, або 10000 ± 40 годин.

Виходячи з умов роботи конічна передача повинна бути 7-ого ступеню точності. Відповідно пляма контакту по довжині і висоті зуба повинна бути не менше 50 %. Бічний зазор конічної передачі не менше 0,275 мм.

Рекомендована температура навколишнього середовища при роботі редуктора $20^\circ \pm 10^\circ \text{C}$. Рівень шуму при роботі 40-50 дБ.

Виходячи із службового призначення складальної одиниці необхідно сформулювати службове призначення деталі з необхідними якісними та кількісними характеристиками. Наводяться конструктивні особливості деталі, визначаються основні та допоміжні бази, хімічний склад та механічні властивості матеріалу деталі.

На основі аналізу креслення та службового призначення деталі наводяться технічні умови, які ставляться до неї з необхідними кількісними показниками.

Якщо технічні умови відсутні на кресленні деталі, студент повинен визначити їх самостійно, використовуючи довідкову літературу [7, 8, 9].

Вимоги службового призначення є визначальними при побудові технологічного процесу виготовлення деталі. Вони диктують вимоги до устаткування, технологічного оснащення та організації виробництва, визначають вибір технологічних методів обробки і засобів контролю якості як деталі, так і складальної одиниці в цілому. Рекомендації та загальна частина формулювання службового призначення деяких типових деталей наведена в посібнику [5]. При формулюванні службового призначення деталі необхідно вказати основні параметри точності (точність розмірів, взаємного розташування поверхонь, якість поверхневого шару) завдяки дотриманню яких відбувається виконання деталлю свого службового призначення.

Формулюючи *службове призначення поверхонь деталі* необхідно:

- виконати окремо ескіз деталі;
- визначити виконавчі поверхні деталі, основні і допоміжні бази, вільні поверхні;
- виявити функцію кожної поверхні, надати геометричний опис та пояснити належність кожної поверхні до певного виду.

4.3 Аналіз технологічності деталі

Сучасне машинобудівне виробництво ставить до конструкції виробу відповідні вимоги з позиції його виготовлення за умов найменших витрат матеріалу, засобів виробництва, часу. Якщо деталь відповідає цим вимогам, то вона вважається технологічною.

Технологічність деталі - сукупність властивостей конструкції деталі, які визначають її пристосованість до досягнення оптимальних витрат при виробництві, експлуатації та ремонті. Технологічність деталі проявляється в можливості зменшення трудомісткості і матеріаломісткості виготовлення деталі, скорочення витрат і часу на конструкторське і технологічне підготовлення виробництва.

В курсовій роботі виконується якісна і кількісна оцінка технологічності.

Кількісна оцінка технологічності здійснюється розрахунком відповідних показників технологічності [4], перелік яких наведено далі.

Уніфікація конструктивних елементів деталі з метою скорочення номенклатури інструменту характеризується коефіцієнтом уніфікації конструктивних елементів, який визначається за формулою:

$$K_{ye} = \frac{n_{ye}}{n_e}, \quad (4.3)$$

де n_{ye} і n_e – відповідно, кількість уніфікованих конструктивних елементів деталі і загальна кількість елементів, шт.

Можливість виключення спеціальних інструментів оцінюється коефіцієнтом стандартизованості оброблюваних поверхонь:

$$K_{cm} = \frac{n_{cm}}{n_{mo}}, \quad (4.4)$$

де n_{cm} і n_{mo} – відповідно, кількість поверхонь деталі, що підлягають обробці стандартним інструментом і всіх поверхонь, що підлягають механічній обробці взагалі, шт.

Цей коефіцієнт можна точно визначити тільки після вибору методів обробки поверхонь і різального інструменту. Тому до визначення K_{cm} і висновку про технологічність деталі за даним показником необхідно повернутися після вибору різального інструменту для обробки поверхонь.

Коефіцієнт точності обробки характеризує середню точність розмірів оброблюваних поверхонь деталі і визначається за формулою:

$$K_{то} = 1 - \frac{1}{K_c}, \quad (4.5)$$

де K_c - середній квалітет точності обробки деталі, який визначається:

$$K_{co} = \frac{\sum_{i=1}^n K \cdot n_i}{n}, \quad (4.6)$$

де K - квалітет точності розміру;

n_i - кількість розмірів відповідного квалітету точності;

n - загальна кількість розмірів.

При значеннях $K_{то} > 0.9$ деталь вважається технологічною за цим показником.

Коефіцієнт шорсткості поверхні:

$$K_{ш} = \frac{1}{Ш_{cp}}, \quad (4.7)$$

де $Ш_{cp}$ - середній клас шорсткості поверхонь деталі, який визначається:

$$Ш_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n Ш \cdot n_i}{n}, \quad (4.8)$$

де $Ш$ - параметр шорсткості поверхні;

n_i - кількість поверхонь з відповідним параметром шорсткості;

n - загальна кількість поверхонь (за виключенням фасок).

При $K_{ш} < 0.32$ деталь вважається технологічною, оскільки потребує менш точних методів обробки поверхонь.

Якісна оцінка технологічності деталі при механічній обробці виконується в певній послідовності:

1. Визначають тип деталі: корпус, вал, фланець, диск, циліндр, важіль, шарнір, зубчасте колесо.

2. Наявність поверхонь, зручних для базування і закріплення при встановленні на верстатах на всіх операціях. Можливість скорочення числа установів при обробці.

3. Оброблюваність різанням матеріалу деталі, вид термообробки.

4. Доступність всіх поверхонь деталі для обробки на металорізальних верстатах та безпосереднього вимірювання (можливість вільного підведення та виводу інструменту).

5. Можливість багато інструментної обробки.

6. Відсутність великої різностінності і незамкнутих контурів, які викликають деформацію при термообробці та закріпленні в пристрої при механічній обробці.

7. Відсутність місць різких змін форми, гострих країв, буртиків, які є концентраторами напружень, доступність термічно оброблюваних поверхонь для обробки СВЧ.

8. Достатня жорсткість деталі, яка б не зменшувала режимів обробки та дозволяла застосування високопродуктивних методів механічної обробки.

9. Можливість одержання потрібної точності розмірів, величини шорсткості, точності взаємного розташування поверхонь при обробці на металорізальних верстатах нормальної точності, без додаткової фінішної обробки.

10. Відсутність специфічних вимог до деталі (допуски по масі, неврівноваженості та ін.), що неприпустимо в умовах великосерійного та масового виробництва.

11. Можливість зменшення розмірів оброблюваних поверхонь з метою скорочення об'єму механічної обробки.

12. Наявність вільного підходу та виходу інструменту (для підвищення продуктивності і точності обробки).

Додаткові технологічні вимоги до конструкції типових деталей

Додаткові вимоги до конструкції корпусних деталей

1. Оброблювані поверхні слід, по можливості, розташовувати паралельно, або перпендикулярно одна до одної та основних баз деталі.

2. Оброблювані площини слід розташовувати на одному рівні, що дає можливість їх обробки за один робочий хід продуктивними методами: торцевим фрезеруванням, плоским шліфуванням та протягуванням, дає можливість обробки декількох заготовок одночасно і спрощує контроль.

3. Можливість наскрізної та одночасної обробки декількох поверхонь та обробки на прохід.

4. Відсутність глухих отворів і торців відрізуваних з внутрішніх боків.

5. Відсутність площин і отворів розташованих не під прямим кутом.

6. Можливість багатошпindelної обробки отворів відповідно до відстані між осями отворів.

7. У ступінчастих отворах найточнішу ступінь слід виконувати наскрізною,

що сприяє зниженню трудомісткості обробки, підвищенню точності і стійкості різального інструменту та спрощення його конструкції.

8. Необхідно уникати глухих різевих отворів, віддаючи перевагу наскрізним отворами з можливістю роботи різевого інструменту на прохід.

9. Розташування отворів повинно давати можливість використання інструменту нормальної довжини.

10. Необхідно уникати отворів зі складною формою та внутрішньої різі великого діаметра.

Додаткові вимоги до валів

1. Можливість обробки поверхонь прохідними різцями.

2. Для спрощення обробки зменшувати діаметральні розміри шийок до кінців валів, або до однієї її сторони.

3. Шпонкові пази по можливості передбачати відкритими, а при кількох на одному валу - однаковими за шириною і в одній площині.

4. Відсутність різких перепадів діаметрів у місцях обробки шпонкових пазів.

5. Відношення довжини до діаметра не повинне перевищувати 10 для валів з точністю розмірів за 6, 7 квалітетами і 15 - для валів 8 квалітету і більше. При багаторізцевій обробці через одночасну дію кількох сил останнє відношення повинно дорівнювати 10. Якщо жорсткість вала недостатня, треба розглянути можливість штучного підвищення жорсткості застосуванням люнетів, додаткових опор і т. д.

Додаткові вимоги до дисків

1. Простота форми зовнішнього контуру і центрального отвору, одностороннє розташування маточини.

2. Відсутність довгих маточин у протягуваних отворах.

3. Можливість багато різцевого точіння.

4. Відсутність співвісних отворів, оброблюваних з різних боків.

5. Відсутність глухих шлицевих отворів, оскільки їх можна отримати лише малопродуктивним довбанням.

Додаткові вимоги до циліндрів

1. Можливість наскрізної обробки зовнішніх і внутрішніх поверхонь.

2. Відсутність глухих отворів і торців, що підрізуються з внутрішніх боків.

3. Відсутність отворів, розташованих не під прямим кутом до осей.

4. Товщина стінок циліндра повинна забезпечувати достатню жорсткість для застосування високопродуктивних методів обробки.

5. Відсутність великої різностінності.

6. Відношення довжини циліндра до його діаметра не повинне перевищувати 10.

Додаткові вимоги до важелів

1. Наявність поверхонь, зручних для базування.

2. Відсутність оброблюваних поверхонь складного контуру.

3. Відсутність місць різкої зміни форми і різких перепадів розмірів поверхонь.

4. Відсутність глухих і ексцентричних отворів, особливо невеликих діаметрів.

5. Відсутність колін важелів і отворів, розташованих не під прямими кутами.

6. Можливість багато інструментної обробки.

Додаткові вимоги до зубчастих коліс

1. Відсутність маточини або її однобічне розташування.

2. Достатня точність баз для зубообробки.

3. Кут нахилу зубців вінців з внутрішніми зубцями або закритих вінців повинен відповідати параметрам уніфікованих інструментів і верстатів.

4. Кількість зубчастих вінців на багато вінцевих колесах та їх відносне розташування повинно відповідати параметрам уніфікованих інструментів і верстатів.

5. По можливості, виключати зубчасті вінці, точність яких може бути забезпечена тільки зубошліфуванням.

6. Розміри канавок для виходу зубонарізного інструменту в закритих зубчастих колесах повинні бути пов'язані з величиною модуля.

7. Твердість матеріалу (вихідного чи після термообробки) для зубчастих коліс з оброблюваними отворами, точними різями, отворами у вінцях не повинна перевищувати *HRC 36...47*.

Проведений аналіз вимог технологічності деталі необхідно представити у вигляді таблиці (таблиця 4.1). Відповідність чи невідповідність деталі певній вимозі технологічності необхідно відмічати знаком " + ". Потім просумувавши кількість забезпечуваних і не забезпечуваних вимог технологічності необхідно зробити висновок про технологічність конструкції деталі.

Таблиця 3.1 - Аналіз технологічності конструкції деталі

Короткий зміст вимоги технологічності	Висновок про технологічність	
	Технологічно	Нетехнологічно
Можливість забезпечити паралельність.....	+	
Відсутність глухих отворів....		+
.....		
Всього	10	3

На основі проведеного аналізу даються пропозиції з необхідним обґрунтуванням про зміни конструкції деталі з метою підвищення її технологічності. У випадку наявності в конструкції деталі, елементів які відносяться до категорії нетехнологічних необхідно обов'язково вказати чим пояснюється їх наявність, та зробити рекомендації по їх усуненню.

Запропоновані зміни виконуються в пояснювальній записці у вигляді окремих ескізів фрагментів деталі з нетехнологічними елементами та фрагментів деталі

удосконаленої конструкції з усуненими нетехнологічними елементами. У випадку, якщо за певним пунктом неможливо зробити якісну оцінку технологічності деталі (наприклад не можна проаналізувати на технологічність вал за 3-ю вимогою з додаткових вимог до валів при відсутності на валу шпонкових пазів), то такий пункт вилучається з переліку вимог технологічності.

4.4 Виявлення базування деталі в складальній одиниці

Виявлення базування деталі в складальній одиниці необхідно виконати в наступній послідовності:

- а) виконати ескіз фрагмента складальної одиниці, яка включає в себе задану деталь;
- б) вибрати і нанести на ескіз систему координат, яка зв'язана з деталлю;
- в) потовщеними лініями позначити на ескізі основні бази деталі;
- г) виконати окремо ескіз деталі і нанести опорні точки;
- д) вказати, яких переміщень і поворотів позбавляє кожна з основних баз (з розшифруванням для кожної опорної точки);
- е) дати повну назву основних і допоміжних баз деталі відповідно до рекомендацій наведених в посібнику [5, с. 272].

4.5 Вибір вихідної заготовки

Сучасні технологічні методи виробництва заготовок характеризуються великою різноманітністю. Кожному методу відповідають свої конструкційні матеріали, обладнання і технологічне оснащення. Метод виробництва тієї чи іншої заготовки залежить від службового призначення деталі і вимог, які ставляться до неї, від її конфігурації та розмірів, конструкційного матеріалу, типу виробництва та інших факторів.

Одним з основних принципів, яким керуються при визначенні технології виготовлення заготовки є орієнтація на такий спосіб, який забезпечує максимальне наближення її за формою і розмірами до готової деталі.

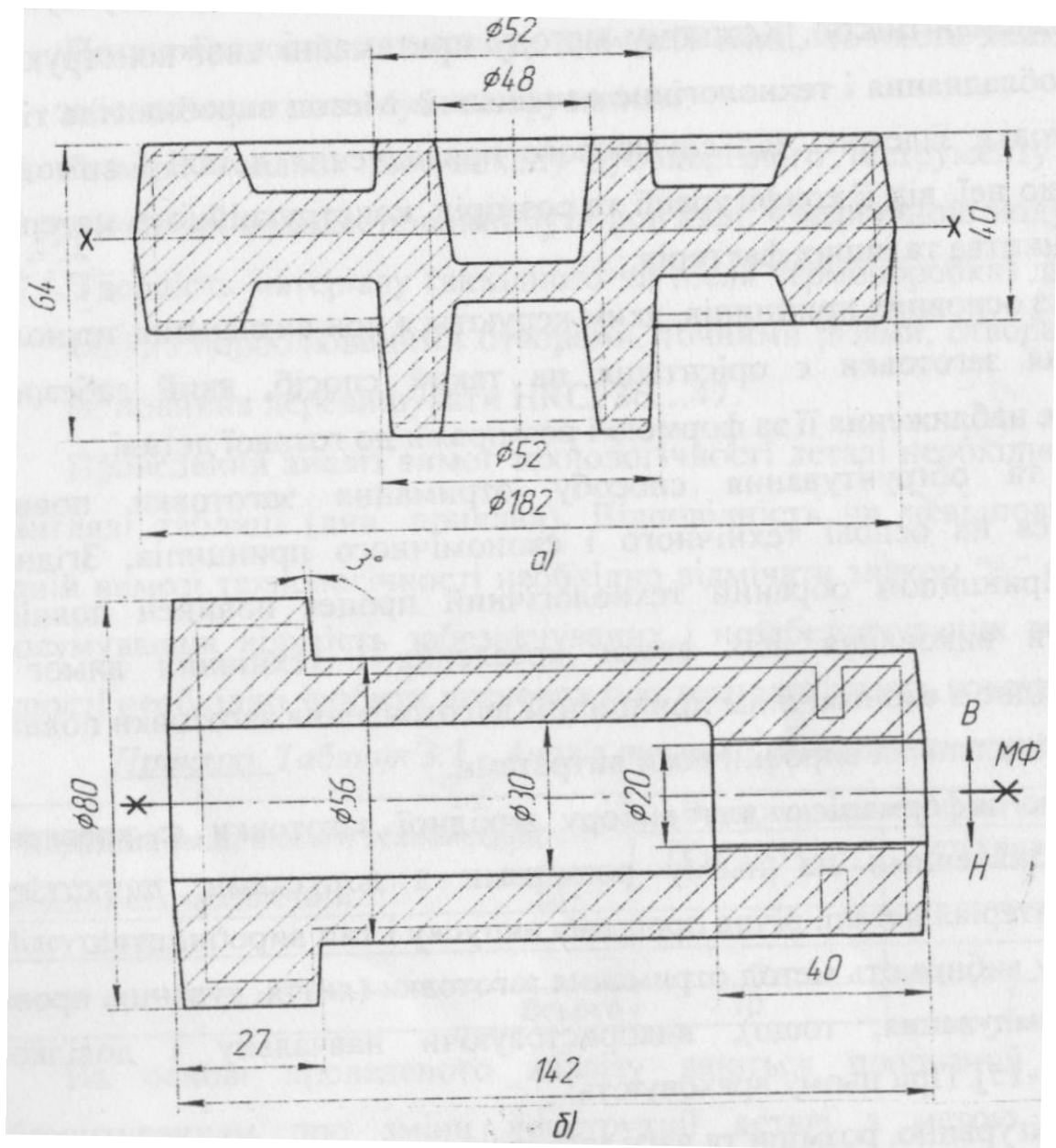
Вибір та обґрунтування способу отримання заготовки повинен здійснюватися на основі *технічного* і *економічного* принципів. Згідно з технічним принципом обраний технологічний процес повинен повністю забезпечувати виконання всіх вимог креслення і технічних вимог на заготовку. Згідно з економічним принципом виготовлення заготовки повинно вестись з мінімальними виробничими витратами.

Вихідною інформацією для вибору вихідної заготовки є: креслення деталі із зазначеними на ньому розмірами з допусками, шорсткістю поверхонь, матеріал деталі, річна програма випуску і тип виробництва.

Спочатку вибирають метод отримання заготовки (лиття, кування, прокат, холодне штампування, тощо), використовуючи навчальну і довідкову літературу [11-15]. При цьому враховують:

- конфігурацію, розміри та вагу заготовки;
- матеріал заготовки; :
- річну програму випуску;
- точність виготовлення заготовки, шорсткість та якість її поверхневих шарів;

Потім, відповідно до наведених пунктів, конкретизують спосіб отримання вихідної заготовки (наприклад: лиття в піщано-глиняні, металеві форми, лиття під тиском, лиття за витоплюваними моделями та ін.). При наявності декількох можливих способів формоутворення обирають спосіб при якому будуть забезпечені найбільша продуктивність і мінімальна собівартість отримання заготовки, враховуючи рекомендації літературних джерел [12, 15, 17, 18].



а - приклад виконання ескізу кованки, б —приклад виконання ескізу виливка
 Рисунок 4.1 — Приклади виконання ескізу заготовки

В пояснювальній записці наводиться спрощений ескіз заготовки на якому потрібно показати місце роз'єму штампку або ливарної, форми та орієнтовні габаритні розміри заготовки (рисунок 4.1).

Для кованки необхідно визначити її вихідний індекс. Для цього треба знати групу сталі [19, таблиця 1]. клас точності кованки [19, таблиця 19], масу вихідної заготовки і ступінь складності [19, додаток 2]. Вихідний індекс визначається згідно стандарту [19, таблиця 2].

Для виливки визначаються: клас розмірної точності [20, таблиця 9], ступінь точності поверхонь [20, таблиця 11], ряд припусків [20, таблиця 14].

Визначення наведених вище характеристик вихідної заготовки необхідно в подальшому для розрахунку припусків на обробку.

4.6 Розробка технологічного процесу механічної обробки

Розробка технологічного процесу (ТП) механічної обробки деталі складається з двох етапів. На першому етапі в наведеній нижче послідовності здійснюють:

- а) виявлення і формулювання основних технологічних задач, які вирішуються в процесі виготовлення деталі;
- б) вибір методів і кількості переходів обробки поверхонь;
- в) обґрунтування схем базування при обробці поверхонь деталі;
- г) вибір послідовності обробки поверхонь деталі;
- д) розробку маршруту обробки.

На другому етапі призначають припуски і між операційні розміри.

4.6.1 Виявлення і формулювання основних технологічних задач, які вирішуються в процесі механічної обробки деталі

На підставі виявлених за кресленням деталі розмірних зв'язків і вимог до точності та якості поверхонь виявляються і формулюються основні технологічні задачі, які вирішуються в процесі обробки. Вірне вирішення поставлених задач багато в чому обумовлює точність і економічність виготовлення деталі.

При розробці технологічного процесу механічної обробки деталі вирішуються наступні групи основних технологічних задач:

1. Забезпечити точність і якість оброблюваних поверхонь, потрібну точність їх відносного розташування.

Потрібна точність і якість оброблених поверхонь забезпечується правильним вибором відповідних технологічних методів обробки, а точність відносного розташування оброблених поверхонь - правильним вибором технологічних баз.

2. Забезпечити точність відносного розташування системи оброблюваних поверхонь відносно системи поверхонь, які не оброблюються.

Задача вирішується правильним вибором чорнових баз.

Розв'язання зазначених задач досягається забезпеченням потрібної точності окремих параметрів (розмірів, поворотів) деталі, виявивши які можна сформулювати технологічні задачі обробки.

Для прикладу такі задачі можуть формулюватися наступним чином:

1. Забезпечити точність, якість і потрібну: точність відносного розташування оброблюваних поверхонь.

1.1 Забезпечити точність між осьової відстані $150 \pm 0,2$ мм.

1.2 Забезпечити точність розміру $\varnothing 50h7$ мм, круглість в межах допуску $T=0,01$ мм. шорсткість обробленої поверхні $R_a=1,25$ мкм.

1.3 Забезпечити перпендикулярність торців до осі отвору $\varnothing 60H8$ в межах допуску $T=0,025$ мм.

2. Забезпечити точність відносного розташування системи оброблюваних поверхонь відносно системи поверхонь, які не обробляються.

2.1 Забезпечити симетричність розташування отвору $\varnothing 100H7$ відносно зовнішнього контуру корпусу.

2.2 Забезпечити точність розміру $30_{-0,2}$ мм, що визначає рівномірність товщини фланця.

Після виявлення і формулювання основних технологічних задач, які розв'язуються в процесі механічної обробки деталі, потрібно встановити засоби вирішення поставлених задач: вибрати методи і кількість переходів обробки поверхонь, вибрати і обґрунтувати технологічні бази.

4.6.2 Вибір методів і кількості переходів обробки поверхонь

Поставлені в попередньому пункті задачі досягаються комплексом методів обробки і відповідним базуванням заготовки. На даному етапі для всіх оброблюваних поверхонь вибираються методи їх обробки, які дозволяють найкоротшим і найбільш економічним шляхом забезпечити потрібні точність і якість за всіма показниками.

При розробці ТП вибір того чи іншого способу механічної обробки здійснюється з врахуванням габаритних розмірів, виду та точності вихідної заготовки, властивостей матеріалу заготовки, вимог до точності та якості оброблюваних поверхонь, точності їх взаємного розташування та ін.

Методи і кількість переходів обробки вибирають на основі таблиць економічної ефективності і точності обробки наведених в літературних джерелах [5, 15, 21, 22].

При формуванні послідовності переходів обробки варто враховувати, що кожен наступний метод обробки повинен бути точніше попереднього. Кожному методу остаточної обробки передуює один або декілька можливих попередніх (менш точних) методів. Так, наприклад, перед чистовим розвертуванням повинно виконуватись попереднє, а перед попереднім чистове зенкерування і свердління. Методи остаточної обробки поверхонь визначають, виходячи з вимог наведених на кресленні деталі і застосовують, як правило, на кінцевій стадії процесу.

Призначаючи метод обробки необхідно прагнути, щоб одним і тим же методом обробити якнайбільшу кількість поверхонь заготовки, що дає можливість розробити операції з максимальною концентрацією оброблюваних поверхонь. Це дозволить скоротити загальну кількість операцій і установів, тривалість циклу обробки, підвищити продуктивність і точність обробки.

Вибрані методи і кількість переходів обробки (мінімум 2 альтернативних варіанти) повинні бути наведені у вигляді таблиці (приклад, таблиця 4.2). Обраний комплекс методів обробки необхідно виділити.

В таблиці обов'язково необхідно вказувати значення параметрів, витримуваних безпосередньо при обробці заданої поверхні. Кількість вказуваних параметрів повинна бути мінімальною, але достатньою для чіткого визначення положення оброблюваної поверхні чи системи поверхонь.

При виборі комплексу методів обробки слід обирати такий, що дає можливість здійснити всі переходи обробки з використанням мінімальної кількості обладнання (по можливості на одному верстаті).

Приклад.

Таблиця 4.2 – Методи і кількість обробки поверхонь

№ задачі	Параметри точності	Значення параметрів	Можливі методи і кількість переходів обробки	
1	Точність розміру Паралельність Шорсткість	$\varnothing 60H8$ $0,05\text{мм}$ $R_a=0,64\text{мкм}$	1. Розточування чорнове 2. Розточування чистове 3. Розточування тонке	1. Розточування чорнове 2. Розточування чистове 3. Шліфування чистове
2	Точність розміру Шорсткість	$30_{-0,05}\text{мм}$ $R_a=1,25$ мкм	1. Фрезерування чорнове 2. Фрезерування чистове 3. Шліфування чистове	1. Фрезерування чорнове 2. Фрезерування чистове 3. Фрезерування тонке

4.6.3 Обґрунтування схем базування при обробці поверхонь деталі

Вибір технологічних баз здійснюється на початку розробки ТП одночасно з вибором послідовності і методів механічної обробки поверхонь деталі.

Особливу увагу слід приділити вибору варіанту базування на першій операції, на якій оброблюються технологічні бази для наступних операцій і забезпечується правильне взаємне розташування оброблюваних і необроблюваних поверхонь деталі.

Однак, треба пам'ятати, що такі задачі, як забезпечення точності геометричної форми поверхонь, точності діаметрів отворів, ширини пазів, шорсткості поверхонь тощо, практично не залежать від варіанта базування і досягаються за рахунок точності системи ВПД (методами обробки). Решту задач вирішують як відповідними методами обробки, так і базуванням заготовки.

В даному пункті необхідно обґрунтувати схеми базування заготовки при обробці основних баз і виконавчих поверхонь деталі, оскільки від точності розташування названих поверхонь значно залежить виконання деталлю свого службового призначення. Обґрунтування необхідно проводити з чіткою аргументацією своїх рішень, для чого рекомендується використовувати літературні джерела [4, с.177-193; 5, с.323-342], а також лекційний матеріал дисципліни.

Дотримуватись принципів суміщення та сталості баз бажано протягом усього ТП механічної обробки.

Якщо з яких-небудь обставин використання конструкторських баз в якості технологічних неможливе або недоцільне, то в якості технологічних баз можна використовувати інші поверхні деталі. В цьому випадку, потрібно перевірити можливість досягнення заданої точності обробки шляхом розрахунку технологічних розмірних ланцюгів. Ці розрахунки повинні бути наведені у пояснювальній записці. Приклади розрахунку технологічних розмірних ланцюгів при виборі варіантів базування наведено в джерелах [5, с. 411-420; 6, с. 46-51; 22, с.125-130; 23, с.155-164].

Довідкові дані про економічну точність методів обробки поверхонь наведено в літературних джерелах [5, 15, 21, 22].

4.6.4 Вибір послідовності обробки поверхонь деталі

З врахуванням вибраних методів обробки поверхонь деталі, варіантів базування в цьому пункті необхідно визначити послідовність механічної обробки поверхонь деталі.

Правильний вибір послідовності обробки поверхонь визначається з одного боку розмірними зв'язками поверхонь деталі, а з іншого - економічною точністю окремих методів обробки.

При призначенні послідовності обробки слід керуватися наступним [5]:

1. Порядок обробки необхідно приймати таким, щоб виконувався принцип суміщення баз.

2. В першу чергу слід обробляти поверхні, які будуть служити базами для наступної обробки. Поверхні, які є базами на даній операції, повинні бути оброблені на попередніх операціях.

3. Операції, де є ймовірність браку через дефекти матеріалу або складності механічної обробки, повинні виконуватись на початку процесу, що дозволяє звільнитись від подальшої безцільної обробки явно некондиційних деталей. Так, у першу чергу прагнуть обробити ті поверхні, де можуть виявитись

пороки литва (раковини, порожнини), щоб марно не витратити працю на обробку інших поверхонь.

4. На початку процесу слід обробляти поверхні, з яких знімається найтовстіший шар металу, оскільки при цьому, по-перше, легше виявити внутрішні дефекти заготовки, а по-друге в найбільшій мірі відбувається перерозподіл внутрішніх напружень заготовки. При цьому вона коробиться інтенсивніше і отже на наступних стадіях обробки стабільніше й легше забезпечується потрібна точність обробки.

5. Слід розділяти чорнову й чистову обробки, що дає можливість підвищити точність, обробки і раціональніше використовувати верстати та кваліфікацію виконавців: на чорновій обробці - потужні і менш точні верстати при невисокій кваліфікації працівників, а на чистовій - більш точні верстати при вищій кваліфікації працівників. Однак при обробці металомістких заготовок, при значних витратах допоміжного часу на встановлення оброблюваної заготовки, коли заготовка важка, громіздка, має достатню жорсткість, а припуски на обробку невеликі - розділяти чорнову і чистову обробки необов'язково.

6. На початку процесу слід виконувати обробку тих поверхонь, при знятті металу з яких найменше зменшується жорсткість заготовки.

Наприклад, при чорновій обробці ступінчастого вала доцільно, в першу чергу, оброблювати ступені більшого діаметра, канавки оброблювати якомога, пізніше і т.д.

7. Після чоргової обробки послідовність обробки поверхонь встановлюється зворотно ступеню їх точності й шорсткості. Чим точнішою й менш шорсткою повинна бути поверхня, тим пізніше вона обробляється, оскільки зняття кожного шару з поверхні заготовки викликає перерозподіл внутрішніх напружень і деформацію заготовки. Тому поверхні найбільш точні, з низькою шорсткістю повинні оброблюватись останніми, чим виключається або зменшується можливість зміни розмірів і ушкодження остаточно оброблених поверхонь.

8. Для крупних, важких заготовок послідовність обробки може обумовлюватись забезпеченням можливо меншого числа переустановлень.

9. Послідовність виконання операцій механічної обробки деталей встановлюється також з урахуванням термічної обробки. Місце термообробки в технологічному процесі залежить від її призначення. Так, старіння для повного або часткового зняття внутрішніх напружень у матеріалі заготовки передбачають перед механічною обробкою або після чоргової обробки.

Загальне загартування деталі супроводжується значними деформаціями, у зв'язку з чим воно передбачається перед кінцевою обробкою (як правило, шліфуванням).

10. Операції допоміжного або другорядного характеру (свердління дрібних отворів, зняття фасок, прорізання канавок, зняття задирок, тощо) звичайно виконують на стадії чистової обробки. Послідовність виконання цих операцій може змінюватись, оскільки вона не впливає на якісні показники й економічність процесу в цілому.

11. Контрольні операції звичайно призначаються після тих етапів обробки, де вірогідна підвищена кількість браку перед складними й відповідальними операціями і після них, перед операціями, які виконуються в інших цехах, перед термічною обробкою та після неї. а також в кінці обробки.

Таким чином, будь-який процес механічної обробки повинен вкладатись в таку схему послідовності обробки:

1. Обробка поверхонь - баз для наступних операцій.
2. Чорнова й чистова обробка основних поверхонь деталі
3. Чорнова й чистова обробка другорядних поверхонь.
4. Термічна обробка заготовки, якщо вона передбачена..
6. Виконання другорядних операцій, пов'язаних із термічною обробкою.
7. Виконання оздоблювальних операцій основних поверхонь.

4.6.5 Розробка маршруту обробки

Розробка маршруту виконується за наступною схемою:

1. Номер, найменування операції.
2. Зміст операції.
3. Вибір обладнання.
4. Вибір верстатного пристрою.
5. Вибір різального та допоміжного інструменту.
6. Вибір вимірювального інструменту, засобів контролю.
7. Операційний ескіз.

Номер, найменування, та зміст операції. Найменування операцій ТП механічної обробки походить від найменування технологічного обладнання (верстата), на якому виконується дана операція. Наприклад, якщо обробка виконується на вертикально-фрезерному верстаті, то операція називається «вертикально-фрезерна», на горизонтально-фрезерному — "горизонтально - фрезерна". Якщо обробка заготовки здійснюється на верстаті з ЧПК то така операція, незалежно від типу верстата, називається програмно-комбінована".

Номер операції необхідно проставляти трьома арабськими цифрами з інтервалом в п'ять одиниць, тобто 005, 010, 015 і т.д.

Зміст операції повинен стисло відображати всі необхідні дії, які виконуються в технологічній послідовності робітником на одному робочому місці та забезпечують отримання потрібної якості деталі.

Наприклад:

Операція 025 Круглошліфувальна

Шліфування шийок вала, забезпечуючи точність розмірів $\varnothing 75h7$ и $\varnothing 75h8$, співвісність в межах допуску 0,02 мм, шорсткість поверхонь $R_a = 0,63$ мкм.

Вибір обладнання. Вибір моделі верстата перш за все визначається його можливістю забезпечити точність розмірів та форми, а також якість поверхні

деталі, що оброблюється. Якщо ці вимоги можна забезпечити обробкою на різних верстатах, то при виборі верстату певної моделі необхідно керуватися:

- типом виробництва;
- відповідністю основних розмірів робочої зони верстата габаритним розмірам заготовки, яка встановлюється за прийнятою схемою обробки;
- можливістю роботи на оптимальних режимах різання;
- потужністю верстата;
- можливістю автоматизації та механізації виконуваної обробки;
- потрібною точністю деталі та точністю, яка забезпечується верстатом (за паспортними даними).

Модель верстата обирається за його технічними характеристиками, які наведено у довідковій літературі [3, 15, 23, 26].

Вибір верстатного пристрою. Вибір пристрою здійснюється в залежності від типу виробництва та методу обробки. Так у великосерійному та масовому виробництві застосовуються головним чином спеціальні нерозбірні пристрої, які скорочують допоміжний час та мають вищу точність.

В середньосерійному виробництві застосовують спеціальні нерозбірні, спеціальні збірно-розбірні, універсально-налагоджувальні, спеціалізовані та універсальні пристрої. В одиничному та дрібносерійному виробництві застосовують універсально-збірні, універсальні, пристрої (тиски, ділильні універсальні головки, поворотні столи та інш.), а іноді спеціальні пристрої.

Універсальні пристрої вибирають за каталогами та довідниками [27-31]. При виборі пристрою вказуються його основні характеристики: пневматичний, гідравлічний, багатомісний, поворотний та т.п.

Вибір різального та допоміжного інструменту. При виборі типу різального інструменту потрібно враховувати метод та точність обробки.

Матеріал різальної частини інструменту призначається в залежності від матеріалу, оброблюваної деталі та характеру обробки (чорнова, чистова, плавна робота, робота з ударом тощо).

В залежності від розмірів оброблюваних поверхонь заготовки за каталогами та стандартами [16, 32, 33] вибирають стандартний інструмент. Необхідність застосування спеціального різального інструмента обов'язково повинна бути обґрунтована.

В пояснювальній записці потрібно вказати основні характеристики та матеріал різальної частини інструменту з обов'язковим посиланням на літературне джерело.

Наприклад:

В залежності від матеріалу заготовки - СЧ15. у відповідності з характером і методом обробки вибираємо:

- для чорнового і чистового розточування - головка розточувальна насадна двохріцева тип 2009-0002 ГОСТ 23022-78 з кутом в плані $\varphi=45^\circ$, матеріал різальної частини ВК8 - для чорнового розточування, ВК6 – для чистового [X, с. XX];

- для тонкого розточування - головка розточувальна двохріцева насадна

Ø 64H7мм, тип 2009-0002 ГОСТ 23022-78, матеріал різальної частини ВКЗ [X, с. XX] і т.д.

В разі необхідності застосування допоміжного інструменту перевагу слід віддавати стандартним і нормалізованим інструментам.

Вибір засобів контролю. При призначенні типу та конструкції вимірювального пристрою враховують потрібну точність вимірів, тип виробництва, розмір і якість поверхневого шару контрольованої поверхні [16, 34, 35].

Операційний ескіз. Кожна операція механічної обробки повинна супроводжуватись операційним ескізом, який рекомендується виконувати на окремій сторінці. Ескіз повинен містити всі дані, необхідні для виготовлення та контролю деталі.

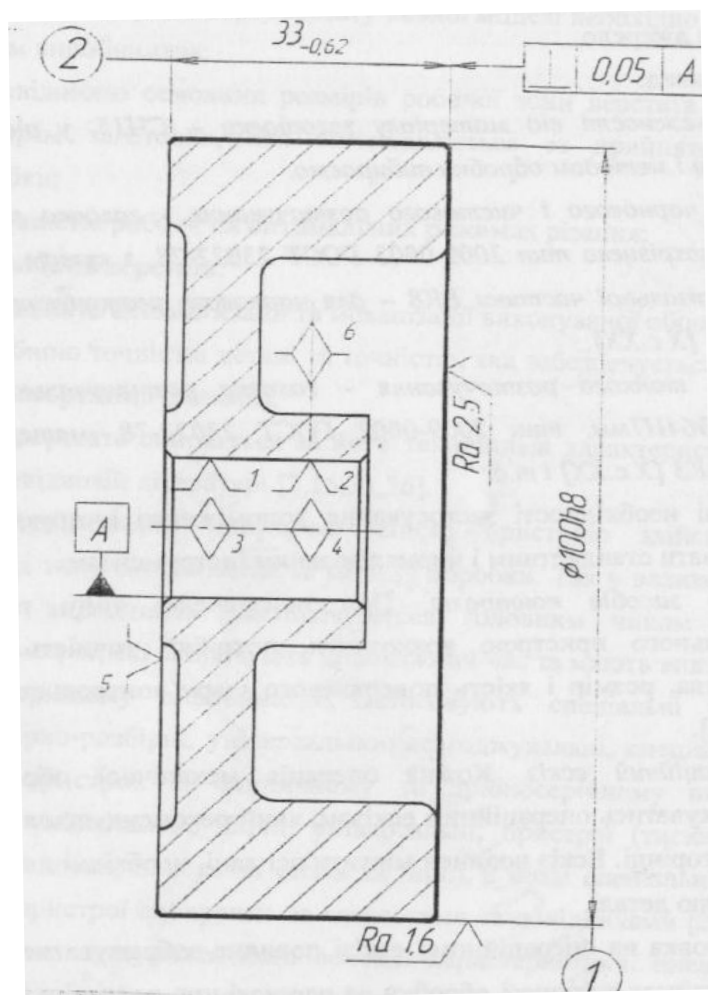


Рисунок 4.2 - Приклад оформлення операційного ескізу в пояснювальній записці

Заготовка на операційному ескізі повинна зображуватись в положенні, яке вона займає в процесі обробки на верстаті при погляді з місця робітника (вид прямо, або зверху, чи той і інший). На заготовці потовщеною лінією виділяються поверхні, які оброблюються, вказують розміри, які безпосередньо

витримуються при обробці, шорсткість, точність форми та взаємного розташування оброблюваних поверхонь (допуски форми, паралельності, перпендикулярності, співвісності тощо), інші технічні вимоги.

На поверхнях, які є технологічними базами вказують опорні точки, які зображують умовними знаками відповідно до ДСТУ 2232-93. Кількість проєкцій повинна бути достатньою для створення чіткого уявлення про базування та закріплення заготовки. Приклад оформлення операційного ескізу наведено на рисунку 4.2.

Ескіз виконується в довільному масштабі, але так, щоб неозброєним оком можна було розрізнити всі конструктивні елементи заготовки.

Розміри, отримувані на даній операції, нумерують арабськими цифрами, обведеними колом діаметром 6...8 мм

4.6.6 Призначення припусків і між операційних розмірів

В курсовій роботі призначення припусків та між операційних розмірів на механічну обробку виконується табличним (нормативним) методом.

В пояснювальній записці наводиться розрахунок припусків для однієї поверхні (за вказівкою консультанта).

Призначення припусків здійснюється за наступним алгоритмом:

1. Встановлюється методи та кількість переходів обробки поверхонь (див. п. 4.5.2).

2. Визначають загальний припуск Z на сторону і розмір вихідної заготовки.

Для призначення припусків та допусків на розміри штампованої заготовки необхідно визначити її вихідний індекс. Вхідними даними для визначення вихідного індексу штампованих кованок є група сталі, клас точності кованки, маса вихідної заготовки і ступінь складності, які визначають за стандартом [19] при виборі вихідної заготовки.

Загальний припуск на сторону кованки складається з основного і додаткового. Основні припуски залежать від вихідного індексу, лінійних розмірів і шорсткості поверхні деталі і визначаються за стандартом [19, таблиця 3]. Додаткові припуски визначаються виходячи з форми кованки і технології її виготовлення за стандартом [19, таблиці 4-6].

Загальні припуски на сторону для виливок призначають за стандартом [20, таблиця 6] в залежності від допуску на відповідний розмір виливки, виду остаточної механічної обробки та обраного ряду припусків.

Допуски розмірів виливка визначають в залежності від класу розмірної точності виливки та номінальних розмірів деталі за стандартом [20, таблиця 1]. Клас розмірної точності, ступінь точності поверхонь і ряд припусків визначаються при виборі вихідної заготовки (див. п. 4. 4).

3. Визначають проміжні припуски.

При призначенні проміжних припусків загальний припуск між чорною і чистовою обробкою розподіляється таким чином: 60% загального припуску - на чорнову обробку, 40% - на чистову. Якщо чистовій обробці передуює попередня,

то: 60%- на чорнову обробку, 25% - на попередню, 15% - на чистову обробку [4, с. 494].

Також при призначенні нормативним методом проміжних припусків н механічну обробку можна використовувати табличні значення наведені в довіднику [24, с. 254-267].

4. Визначають операційні розміри для кожного переходу обробки.

В якості вихідного для розрахунку операційних розмірів приймається максимальний (для валів) чи мінімальний (для отворів) розмір деталі. Цей розмір є операційним розміром кінцевого ступеня обробки.

Для визначення розрахункового розміру на передостанній ступінь обробки до максимального розміру деталі додається (для валів), чи із мінімального розміру віднімається (для отворів) величина розрахункового припуску на останній ступінь обробки. Послідовно визначаються розрахункові розміри для кожного із попередніх переходів до одержання розрахункового розміру вихідної заготовки.

Для площин формула для розрахунку операційного розміру:

$$A_i = A_{i-1} + Z_{i-1}, \text{ мм} \quad (4.9)$$

Для поверхонь обертання:

$$A_i = A_{i-1} \pm 2 Z_{i-1}, \text{ мм} \quad (4.10)$$

5. Визначають допуски операційних розмірів.

Операційним допуском називається різниця між максимальним і допустимим мінімальним розмірами заготовки наданій операції.

Величину операційного допуску приймають відповідно до економічної точності методу обробки, який використовується на даній операції або переході обробки [5, с. 504-510; 15 с. 8-12]. Поле допуску на операційний розмір повинне відраховуватись у метал (в тіло). В цьому випадку небезпека виникнення невиправного браку зменшується. Допуск на розмір, координуючий положення осі отвору (від площини або осі іншого отвору), треба проставляти за симетричною двосторонньою схемою (наприклад, $\pm 0,15$ мм).

Для першого технологічного переходу обробки заготовок всіх видів при дотриманні розмірів від чорнкової технологічної бази допуск слід розраховувати за формулою:

$$T_1 = \frac{T_{ВЗ} + \omega_{МО}}{2}, \text{ мм} \quad (4.11)$$

де $T_{ВЗ}$ - допуск на розмір вихідної заготовки;

$\omega_{МО}$ – економічна точність методу обробки [5, с. 504-510; 15, с. 8-12].

Допуски розмірів вихідної заготовки визначають в залежності від вихідної заготовки за стандартами [19, таблиця 8; 20, таблиця 1] та проставляють відхилення за симетричною схемою — для виливок і асиметричною двосторонньою - для кованок.

Приклад розрахунку припусків нормативним методом.

Призначимо припуски та допуски з визначенням між операційних розмірів на поверхню отвору $\varnothing 24^{+0,052}$ мм. Операція 005 вертикально-свердлильна, заготовка - вилівка з чавуну (лиття в піщано - глиняна форми).

1. Методи і кількість переходів обробки:

- зенкерування чорнове;
- розвертування нормальне;
- розвертування тонке.

2. Визначимо загальний припуск Z на сторону і допуск для ливарного отвору заготовки з допуском на лиття за [20]:

$$Z = 4\text{мм}, \delta = 2.4(\pm 1,2)\text{мм}.$$

3. Визначаємо проміжні припуски:

$$\text{на чорнове зенкерування: } Z_1 = 0,6 \cdot 4 = 2,4\text{мм};$$

$$\text{на розвертування нормальне: } Z_2 = 0,25 \cdot 4 = 1,0\text{мм};$$

$$\text{на розвертування тонке: } Z_3 = 0,15 \cdot 4 = 0,6\text{мм}.$$

4. Визначаємо між операційні розміри для кожного переходу обробки.

Діаметр литого отвору:

$$d_{\text{заг}} = d_{\text{ном}} - 2Z \pm \delta$$

$$d_{\text{заг}} = \text{Ø}24 - 2 \cdot 4 \pm 1,2 = \text{Ø}16 \pm 1,2 \text{ мм}$$

Діаметр отвору після чорнового зенкерування визначається за формулою:

$$d_1 = d_{\text{заг}} + 2Z_1 \pm \delta_1$$

Допуск на поверхню після чорнового зенкерування $\delta_1 = 0,28\text{мм}$ [5, с. 506], тоді: $d_1 = \text{Ø}16 + 2 \cdot 2,4 = \text{Ø}20,8^{+0,28}\text{мм}$.

Діаметр отвору після нормального розвертування визначається за формулою:

$$d_2 = d_1 + 2Z_2 + \delta_2$$

Допуск на поверхню після нормального розвертування $\delta_2 = 0,14\text{мм}$ [5, с. 506], тоді: $d_2 = \text{Ø}20,8 + 2 \cdot 1,0 = \text{Ø}22,8^{+0,14}\text{мм}$.

Діаметр отвору після тонкого розвертування визначається за формулою:

$$d_3 = d_2 + 2Z_3 + \delta_3$$

Допуск на поверхню після тонкого розвертування за квалітетом $H7$ становить: $\delta_3 = 0,021\text{мм}$, тоді: $d_3 = \text{Ø}22,8 + 2 \cdot 0,6 = \text{Ø}24^{+0,021}\text{мм}$.

Припуски, технологічні допуски, а також між операційні розміри на інші оброблювані поверхні деталі призначають аналогічно наведеному прикладу розрахунку. Результати розрахунків зводяться у вигляді таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Припуски та між операційні розміри

№ операції	Оброблювальна поверхня та переходи обробки	Припуск на сторону, мм	Допуск, мм	Між операційний розмір з допуском
005	Вертикально-свердлильна			
	Заготовка	4,0	2,4	$\text{Ø}16 \pm 1,2$
	Чорнове зенкерування	2,4	0,28	$\text{Ø}20,8^{+0,28}$
	Нормальне розвертування	1,0	0,14	$\text{Ø}22,8^{+0,14}$
	Тонке розвертування	0,6	0,021	$\text{Ø}24^{+0,021}$

В пояснювальній записці необхідно привести розрахунок для однієї поверхні.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Анурьев В.М. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. том 1 М.: Машиностроение. 1980.-728 с.
2. Боженко Л.І Технологія машинобудування, проектування та виробництва заготовок. Львів, 1996 р.
3. Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування. - Чернігів: ЧДТУ. 2005. - 567 с.
4. Бондаренко С.Г. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва: Навч.посібник. - К.: ІСДО, 1993. - 544с.
5. Дунаев П.Ф. Леликов О.П. Варламова Л.П. Допуски и посадки. Обоснование выбора: Учебное пособие для студентов машиностроительных вузов. - М.: Высшая школа, 1984. - 112с.
6. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога. – М.: Машиностроение, 1976-288 с.
7. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни "Технологічні основи машинобудування" для студентів за напрямом підготовки 0902 "Інженерна механіка" всіх форм навчання. Укл.: Бабій М.Р., Сапон С.П., Федориненко Д.Ю., Єрошенко А.М. — Чернігів: ЧДТУ. 2003 . – 27 с.
8. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Серийное производство. - М.: Машиностроение, 1974 - 292 с.
9. Проектування литої заготовки. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни "Технологічні методи виробництва заготовок деталей машин". Для студентів напряму підготовки 0902 "Інженерна механіка" спеціальності 6.090200 "Технологія машинобудування" всіх форм навчання. /Укладачі: Бабій М.Р., Сапон С П . - Чернігів: ЧДТУ, 2005.— 39с.
10. Проектирование технологии: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / И.М.Бранчукова. А.Х.Гусев, Ю.Б.Крамаренко и др.; под общ. Редакцией Ю.М.Соломенцева. - М.: Машиностроение. 1990. – 416 с.
11. Проектування штампованої заготовки. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни "Технологічні методи виробництва заготовок деталей машин". Для студентів за напрямом підготовки 0902 "Інженерна механіка" спеціальності 6.090200 "Технологія машинобудування" всіх форм навчання. /Укладачі: Бабій М.Р. Сапон С П. - Чернігів: ЧДТУ, 2006. - 39с.

12. Размерный анализ конструкций: Справочник /С.Г.Бондаренко. О.Н.Чередников, В.П. Губий/ под общ.ред. к.т.н. С.Г.Бондаренко.- К.: Техника, 1989 – 150 с.
13. Режимы резания металлов. Справочник /Под ред.: Ю.В. Барановского. М.: Машиностроение. 1972. - 407 с.
14. Руденко ПО. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: навч. посібник. - К.: Вища школа., 1993. - 414 с
15. Руденко П.О., Харламов Ю.Ю., Шустик О.Г. Вибір, проектування і виробництво заготовок деталей машин: навч. посібник. - К.: ІСДО., 1993.- 304 с.
17. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. /Под редакцией А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова.- М.: Машиностроение, 1985 - Т1. - 656 с.
16. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. /Под редакцией А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова.- М.: Машиностроение. 1985-Т.2.- 496 с.
18. Технологія машинобудування. Методичні вказівки до виконання курсової роботи для студентів напряму підготовки 6.050503 - Машинобудування, спеціальності "Обладнання легкої промисловості та побутового обслуговування"/ Укладачі: Сапон С.П., Федориненко Д.Ю. - Чернігів; ЧДТУ. 2009. – 45 с.
19. Формування конструкторських і технологічних розмірних зв'язків. Методичні вказівки до курсового і дипломного проектування для студентів спеціальностей «Технологія машинобудування» та «Металорізальні верстати і системи» Укл. С.Г.Бондаренко. - Чернігів: ЧТІ. 1999.- 52 с.