

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт №1–3

з дисципліни
"Технологія деталей"

для студентів спеціальності
172 «Телекомунікації та радіотехніка»
(освітні програми «Радіоелектронні апарати та засоби» та
«Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки»)
усіх форм навчання

2019

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт №1-№3 з дисципліни "Технологія деталей" для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» (освітні програми «Радіoeлектронні апарати та засоби» та «Інтелектуальні технології мікросистемної радіoeлектронної техніки») усіх форм навчання / Уклад.: Фарафонов О.Ю., Фурманова Н.І., – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 24 с.

Укладачі: Фарафонов Олексій Юрійович, канд. техн. наук, доцент;
Фурманова Наталія Іванівна, канд. техн. наук, доцент;

Рецензент: Малий Олександр Юрійович, канд. техн. наук,
доцент

Відповідальний за випуск: Шило Галина Миколаївна, д.т.н.,
доцент., зав. каф. ІТЕЗ

Затверджено
на засіданні кафедри ІТЕЗ
протокол № 1 від 28.08.2019 р.

Рекомендовано до видання
НМК ФРЕТ
протокол № 1 від 02.09.2019 р.

Зміст

Лабораторна робота № 1. Розробка маршрутного технологічного процесу	4
Лабораторна робота № 2. Вибір заготовки. Розрахунок операційних розмірів.....	11
Лабораторна робота № 3. Вибір режимів обробки. Нормування операцій.....	19

Лабораторна робота №1

РОЗРОБКА МАРШРУТНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Мета роботи : отримати практичні навички зі складання маршруту обробки деталей механічних вузлів РЕЗ.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ**1.1 Загальні положення**

Обробка різанням - це процес механічного зрізу поверхових шарів металу у вигляді стружки лезвійними або абразивними інструментами на металоріжучих станках з метою отримання деталей з заданими геометричними формами та їх взаєморозташуванням, розмірами та їх точністю, якістю поверхонь деталей. [1, 2].

Різанням обробляють деталі, які є або несучими конструкціями (корпуси, стійки, панелі, шасі, плати, підложки та ін.), або деталями механічних вузлів РЕЗ (валики, вали, вісі, втулки, кільця, ексцентрики, кулачки, різні зубчаті колеса, черв'яки, зірочки, шківів, контакти та ін.).

Основні види процесів обробки різанням: **точіння, розточування, фрезерування, строгання, свердління, зенкерування, розвертування, протягування, шліфування, полірування, суперфініш, доводка**. Перераховані види обробок за точністю та чистотою обробки можна поділити на попередні та фінішні. Попередні види служать для обробки поверхонь заготовок з невисокою точністю розмірів та форм, фінішні - завершують технологічний процес обробки та забезпечують високу точність і чистоту поверхонь.

Технологічним обладнанням для формоутворення деталей є металоріжучі станки, у основі класифікації яких лежить технологічний метод обробки заготовок. За характеристикою процесу різання (спосіб різання, схема обробки, характер обробляємих поверхонь, інструмент) металоріжучі станки поділяються на такі

групи: токарні, свердлильні, фрезерні, стругальні, протяжні, шліфовальні, зубообробні, спеціальні та ін. [2,3].

1.2 Структура технологічного маршруту обробки

Технологічний маршрут обробки деталей - це оптимальний набір операцій, викладений у певній послідовності.

До набору операцій входять: **заготовчі**, що необхідні для виготовлення заготовки, **основні** (операції попередньої та фінішної обробки), що необхідні для формоутворення різноманітних поверхонь та конструктивних елементів деталі, а також для забезпечення їм завданої точності та якості, **спеціальні**, за допомогою яких досягають необхідних якостей конструкції деталі, що вказані у спеціальних вказівках на кресленні деталі та у технічних вимогах (різні види термічної, хіміко - термічної обробки, покриття то що), **допоміжні** (транспортна, моєчна, пакувальна, контрольні).

Технологічні маршрути обробки типових конструкцій деталей неведено в довідковій літературі з технології. Приклади проектування маршрутів обробки різних деталей механізмів наведено у [4].

1.3 Порядок складання маршруту обробки

Після повного аналізу призначення деталі, її форми, визначення, переліку конструктивних елементів, аналізу їх розмірів, проробки технічних вимог до деталі, аналізу матеріалу та оцінки технологічності деталі у заданих умовах виробництва можна визначити необхідний набір різних видів обробки, які після об'єднуються в оптимальний перелік технологічних операцій .

Перелік елементів конструкції деталі, які найчастіше застосовують, та відповідні їм види обробок, за допомогою яких відбувається їх формоутворення, наведено у табл. 1.1.

Технологічні особливості різних видів обробки описані у одинадцятій главі [3] та в розділі 6 [2].

Кожному виду обробки відповідає певний квалітет точності, клас шорсткості та значення параметру шорсткості (табл.1.2).

Кожна наступна обробка зменшує шорсткість та збільшує точність розмірів у середньому на два квалітети.

Таблиця 1.1 – Методи отримання конструктивних елементів деталей

Конструктивні елементи деталей	Методи отримання
1 Циліндричні та конусні зовнішні поверхні	Точіння, шліфування, полірування
2 Фаски, канавки, галтелі	Точіння
3 Отвори правильної форми (наскрізні, глухі)	Свердління, зенкерування, протяжка, шліфування, розгортка
4 Плоскі поверхні, пази, шліці, отвори неправильної форми	Стругання, фрезерування, шліфування, полірування
5 Різьби зовнішні, внутрішні	Нарізування різьби, виточування, накатка
6 Зубчасті вінці	Зубонарізування, зубофрезерування, зубошліфування

Таблиця 1.2 – Зв'язок виду обробки з якістю точності та параметром шорсткості

Вид обробки	Клас шорсткості	Значення параметру	Якість точності
1 Точіння чорнове чистове тонке	3, 4 4...6 7	Rz80; Rz60; Rz40 Rz40; Rz20; 2,5 1,6; 1,25; 0,8	14...12 12...10 8
2 Фрезерування чорнове чистове тонке	4 5,6 6,7	Rz40 Rz20; 2,5 2,5; 1,6; 1,25	12 10 8
3 Свердління	4,5	Rz40; Rz20	14...11
4 Зенкерування	5...7	Rz20; 2,5	12...10
5 Нарізування різьби	4...7	Rz20; 1,6	12...8
6 Шліфування чорнове чистове тонке	6,7 8,9 9,10	1,6; 1,25 0,8; 0,63; 0,32 0,32; 0,16	10...8 8 6
7 Полірування	8...14	0,8; 0,4; Rz 0,05	7...5

Усі операції мають назви у формі прикметника за найменуванням устаткування (станка), на якому вони робляться (токарна, фрезерна, вертикально-свердлильна, кругло-шліфувальна та ін.). Маршрут обробки виконується у вигляді блок-схеми з вказівкою

номерів операцій (зазвичай, через п'ять: 005, 010, 015 , ... , заготовчу операцію позначають літерою “А”), назви, вказівкою (стілкою) послідовності і зв'язку між ними. Приклад оформлення маршруту обробки наведено на рис 1.1.

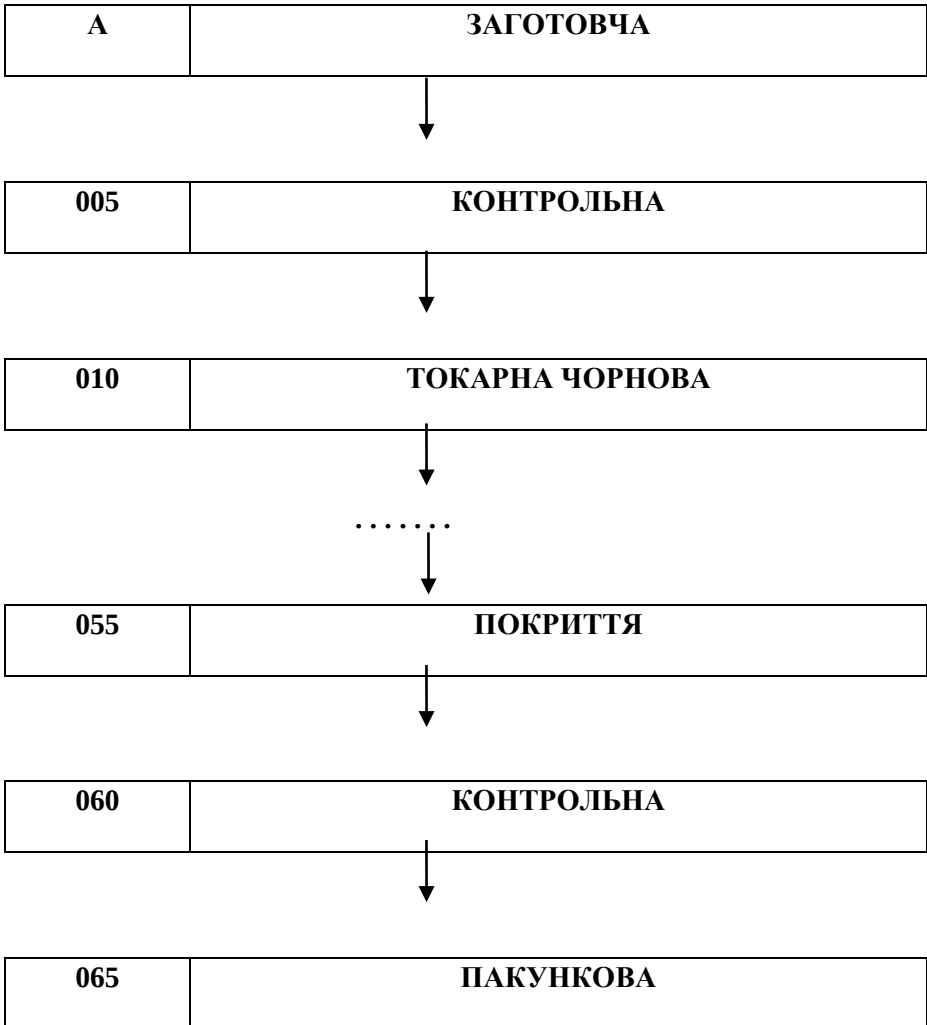


Рисунок 1.1 - Блок-схема маршруту обробки вала

Розроблена схема маршруту обробки може уточнюватися, коректуватися на усіх етапах проектування робочих технологічних процесів виготовлення деталі, навіть при запуску дослідної партії.

1.4 Завдання на підготовку до роботи

1.4.1 Ознайомитись з методичними вказівками до лабораторної роботи

1.4.2 Проробити розділи 5.1, 5.3, 5.4, 5.7 п'ятої глави [1].

1.4.3 Дати короткі письмові відповіді на контрольні питання.

1.4.4 Проаналізувати таблиці 1.1 та 1.2.

1.5 Контрольні питання

1.5.1 Що таке обробка різанням?

1.5.2 Перерахувати основні види обробки різанням.

1.5.3 Які вимоги подаються до конструкції деталей, що отримані обробкою різанням?

1.5.4 Що таке фінішні операції?

1.5.5 Що таке технологічний маршрут обробки деталі?

1.5.6 Як визначається необхідний перелік операцій для виготовлення деталі?

1.5.7 Яке обладнання використовується для обробки різанням?

1.6 Технічне оснащення та початкові дані

1.6.1 Набір деталей механізмів РЕЗ, що отримані методом різання.

1.6.2 Наочні посібники та стенди.

1.6.3 Роздатковий матеріал (ескізи, приклади заводських технологічних процесів).

1.6.4 Довідкова література, держстандарти та стандарти галузі.

1.7 Порядок виконання

1.7.1 Виконати робочий ескіз заданої деталі з вказівкою розмірів, квалітетів точності, шорсткості та взаєморозташування поверхонь, сформулювати технічні вимоги, надати децимальний номер.

1.7.2 Провести аналіз технологічності деталі згідно заданим умовам виробництва, (використовуючи довідкову літературу). При необхідності внести зміни до ескізу з метою поліпшення технологічності конструкції.

1.7.3 Надати номери для усіх поверхонь деталі та скласти таблицю відповідності якості поверхонь виду обробки за формою табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Відповідність якості поверхонь виду обробки

№ поверхні деталі	Конструктивне призначення поверхні	Параметр шорсткості	Квалітет точності	Відповідні види обробки

1.7.4 Визначити необхідний перелік технологічних операцій для виготовлення деталі

1.7.5 Скласти маршрут обробки деталі згідно заданих умов виробництва, дати обґрунтування прийнятому рішенням.

1.8 Зміст звіту

1.8.1 Назва та мета роботи.

1.8.2 Відповіді на контрольні запитання з посиланням на літературу.

1.8.3 Початкові дані до роботи (найменування деталі, її призначення, тип виробництва).

1.8.4 Перелік конструктивних елементів деталі.

1.8.5 Оцінка технологічності.

1.8.6 Таблиця за формою 1.3.

1.8.7 Блок-схема маршруту обробки з обґрунтуванням.
Висновки з роботи.

1.9 Література

1.9.1 Технология конструктивных материалов. Учебник для машиностроительных специальностей ВУЗов / А.М. Дальский, И.А. Арутюнова и др., Под общ. ред. А.М. Дальского, - 2-е изд., перераб. и доп., - М.: Машиностроение, 1985. - 448 с.

1.9.2 Савровский Д.С., Головня В.Г. Конструктивные материалы и их обработка. Уч. пособие для ВУЗов. М.: Высшая школа, 1976. – 256 с.

1.9.3 Панов А.А. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойл.и др. ; под общ.ред. А.А. Панова. - М.: Машиностроение, 1988. - 736 с.

1.9.4 Гжиров П.И. Краткий справочник конструктора: Справочник. - Л.: Машиностроение, Ленинград.отд., 1983. - 464 с.

Лабораторна робота №2

ВИБІР ЗАГОТОВКИ. РОЗРАХУНОК ОПЕРАЦІЙНИХ РОЗМІРІВ

Мета роботи : вивчити види заготовок і методи їх одержання; одержати практичні навички з оптимального вибору заготовок для заданих умов виробництва, з розрахунку операційних та габаритних розмірів заготовки, з оформлення операційних карт.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ**2.1 Види заготовок та методи їх виготовлення**

Заготовка - напівпродукт виробництва, з якого зміною форми, стану поверхні і фізичних властивостей вихідного матеріалу виготовляють деталь [1] .

Заготовки можна розділити на прості, що одержують із стандартного сортового матеріалу (сортаменту) методами відрізки на пресах, лезвійними і абразивними інструментами, газового різання та ін. та на прогресивні, що одержують ефективними високопродуктивними методами формоутворення: (пресування, кування, штампування, лиття).

При будь-якому засобі одержання заготовки повинна виконуватися основна ціль - максимальне наближення форми і розмірів заготовки до готової деталі, при цьому до заготовок ставляться такі вимоги:

- забезпечення мінімального і рівномірного припуску на обробку;
- оптимальна і однакова точність у кожній партії;
- необхідна оброблюваність матеріалу;
- задовільний стан поверхні.

Прості заготовки в основному застосовуються для одиничного дрібно- і середньосерійного виробництва, тому що вони не потребують розробки і виготовлення спеціальної технологічної оснастки для заготовчих цехів. Основна частка трудомісткості виготовлення деталі в цьому випадку припадає на механічні цехи.

Прогресивні заготовки за формою, точністю розмірів і якістю поверхонь максимально відповідають деталі, а в багатьох випадках взагалі не потребують доробки. Заготовки, що отримані ефективними методами формоутворення, застосовуються звичайно при масовому і крупносерійному виробництві. Такі заготовки потребують досить великих додаткових витрат на проектування і виготовлення спеціальної технологічної оснастки (пресформ, штампів). У цьому випадку максимальна частина трудомісткості і собівартості деталі припадає на заготовчі цехи. Прогресивні високопродуктивні методи виготовлення заготовок, крім спецоснастки, потребують ще і дорогого устаткування заготовчих цехів, тому прогресивні заготовки доцільні лише при великому обсязі випуску виробів, коли можлива окупність вкладених коштів.

Таким чином, доцільний вибір заготовки і методу її виготовлення багато в чому визначає ефективність процесу обробки, трудомісткість, собівартість деталі, коефіцієнт використання матеріалу, а також рентабельність виробництва.

2.2. Розрахунок габаритних і проміжних (операційних) розмірів заготовки

Припуск - це прошарок матеріалу, що підлягає видаленню з поверхні в процесі обробки [2].

Розрізняють загальні і межопераційні припуски заготовок. Загальний припуск - прошарок матеріалу, що видаляється впродовж всього процесу обробки (від розміру заготовки до розміру готової деталі). Межопераційний припуск - прошарок матеріалу, що видаляється при окремій операції (при одному виді обробки). Чим менше загальний припуск, тим дорожче заготовки, але тим простіше і дешевше її наступна обробка. І навпаки, при великих припусках заготовка буде дешевше, але ускладнюється і удорожчується її наступна обробка. Тому дуже важливо визначити раціональні розміри заготовки.

При призначенні розмірів заготовок застосовують або розрахунково-аналітичний метод визначення припусків, або табличний, але в обох випадках призначений припуск повинен забезпечувати усунення похибок і дефектного прошарку попередньої

обробки. Розмір припуску залежить від виду обробки і від розмірів деталі (діаметр, довжина). Середні значення припусків для різних видів обробки мало - і середньогабаритних деталей механічних вузлів приведені у таблиці 2.1 [3].

Для розрахунку операційних (проміжних) і габаритних розмірів заготовки необхідно провести аналіз усіх поверхонь деталі з урахуванням їхніх розмірів і допусків, шерохватості і тих видів обробки, яким піддається дана поверхня або поверхні. Для цього складається таблиця за формою, запропонованою в табл. 2.2 (приклад заповнення для рис. 2.1)

Таблиця 2.1 – Зв'язок припусків з видами обробки

Види обробок	Середнє значення припусків, мм
1 Шліфування	0,3
2 Точіння : чистове чорнове	1,2 - 1,5 3,0 - 3,5
3 Обробка торців : шліфування чистове підрізання	0,4 0,8
4 Відрізка прутков	3,0
5 Обробка отворів розгортка зенкерування	0,1 0,2
6 Фрезерування чистове напівчистове	1,5 2,5 – 3,0

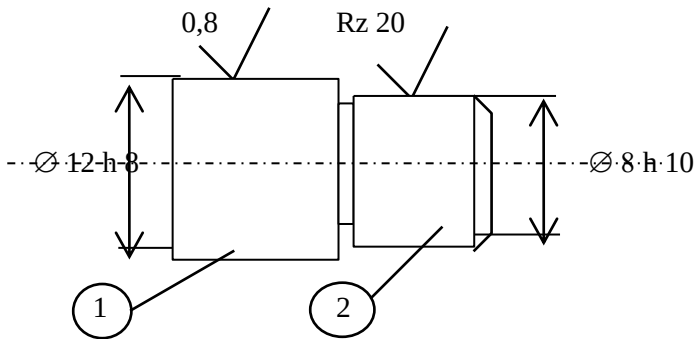


Рисунок 2.1 - Фрагмент деталі

Таблиця 2.2 – Приклад заповнення таблиці аналізу поверхонь (див. рисунок 2.1)

№ поверхні, її робочий розмір, мм	Види обробки	Шорсткість	Квалітет	Припуск	Операційний розмір, мм	Допуск
Поверхня 1 Ø 12 h 8	1 Шліфування 2 Точіння чистове 3 Точіння чернове	0,8 Rz 20 Rz 60	h8 h10 h12	0,3 1,5 3,5	- 12,4 _{-,007} 14,0 _{-,018}	- 0,027 -0,070 - 0,180
Заготовка Ø 18 _{-,043}	-	Rz 80	h14	-	-	-0,430
Поверхня 2 Ø 8 h 10	1 Точіння чистове 2 Точіння чернове	Rz 20 Rz 60	h10 h12	1,5 3,5	- 9,7 _{-,0150}	- 0,058 -0,150
Заготовка Ø 13,6 _{-,043}	-	Rz 80	h14	-	-	-0,430

Для кожного операційного розміру будується схема розташування межопераційних припусків і допусків при обробці; приклад побудування схеми обробки поверхні 1 наведена на рис. 2.2. Під час розрахунку габаритних розмірів заготовки необхідно визначити максимальний діаметральний розмір і довжину заготовки.

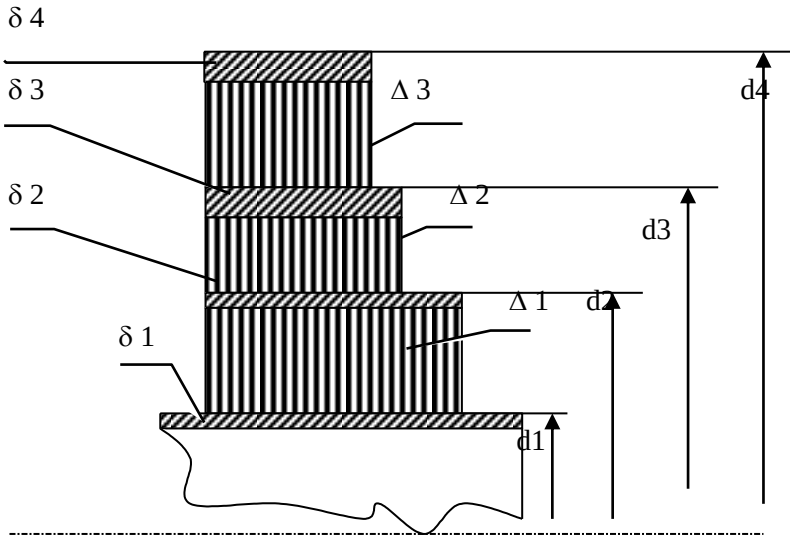


Рисунок 2.2 - Схема обробки поверхні 1

З табл. 2.2 і рис.2.2 можна зробити висновок, що кожний проміжний розмір (операційний) при обробці визначається в такий спосіб:

$$d_{i+1} = d_i + \Delta_i + \delta_{i+1} \quad (2.1)$$

де d_{i+1} - наступний (розрахунковий) розмір при обробці, мм,

d_i - попередній розмір, мм,

Δ_i - припуск на даний вид обробки, мм,

δ_{i+1} - допуск на розрахунковий розмір, мм.

Розрахунковий розмір округляється згідно допуску на нього.

Для розрахунку максимального діаметрального розміру заготовки необхідно вибрати два розміри деталі: загальний максимальний і максимальний розмір серед поверхонь, що мають максимальну кількість видів обробки. Для цих двох розмірів слід розрахувати початковий розмір поверхонь, максимальний із них і буде визначати габаритний діаметральный розмір заготовки. Якщо заготовка буде із сортового матеріалу, то вибирається сортамент з діаметром найближчим до розрахункового у бік збільшення. Якість

поверхні обраного сортаменту буде визначати перелік і кількість обробок максимальної зовнішньої поверхні. Так, калібровані прутки забезпечують якість поверхні на рівні 11-ого квалітету точності, а гарячекатані - 14-16. Вибір визначеного сортаменту та якості заготівлі залежить від конкретних умов виробництва і повинний бути економічно доцільним.

Розмір довжини заготовки залежить від якості деталей, що виготовлюються із заготовки, що визначається складністю, габаритами деталі і типом виробництва. Заготовка може бути штучною (на одну деталь) і груповою (на декілька деталей), у залежності від цього до довжини деталі додається необхідна кількість припусків на обробку торців і допусків на розміри (аналогічно розрахунку діаметрального розміру) та 15-25 мм для закріплення заготовки у патроні.

2.3 Оформлення операційних карт

На кожну операцію технологічного процесу оформлюється операційна карта, (відповідно до вимог ЄСТД), що містить інформацію про устаткування, технологічну оснастку, інструмент і матеріали, необхідні для даної операції. Кожна операція містить декілька переходів, у яких у наказовій формі вказується необхідний перелік дій при обробці тієї або іншої поверхні або поверхонь, обов'язково вказуються розміри і допуски оброблюваної поверхні. Дуже часто до операційної карти додається графічна інформація - операційний ескіз.

Операційні ескізи виконуються на форматі А4 із рамкою (15х185) мм або форматі А3. Заготовка викреслюється в такому положенні, в якому вона встановлюється при обробці на даному етапі. Всі оброблювані поверхні зображуються лініями товщиною 2 S, інші тонкими лініями; обов'язково проставляються операційні розміри з допусками і габаритні розміри заготовки (як довідкові). Дається вказівка про якість поверхні, яка оброблюється і вказується базування, тобто закріплення заготовки. При необхідності записують технічні вимоги. Коли для виготовлення виробів використовуються станки з ЧПУ, операційні карти можна не розробляти.

2.4 Завдання на підготовку до роботи

- 2.4.1 Ознайомитись з методичними вказівками до лабораторної роботи.
- 2.4.2 Проробити літературу.
- 2.4.3 Дати короткі письмові відповіді на контрольні питання.
- 2.4.4 Проаналізувати таблиці 2.1 та 2.2.

2.5 Контрольні питання

- 2.5.1 Що таке заготовка?
- 2.5.2 Які бувають заготовки?
- 2.5.3 Як враховуються умови виробництва при виборі заготовки?
- 2.5.4 Методи одержання заготовок.
- 2.5.5 Які вимоги подаються до заготовок?
- 2.5.6 Що таке припуск?
- 2.5.7 Як визначається межопераційний розмір заготовки?
- 2.5.8 Що таке допуск?
- 2.5.9 Як визначаються габаритні розміри заготовки?
- 2.5.10 Що таке операційна карта?
- 2.5.11 Що таке операційний ескіз?

2.6 Технічне оснащення та початкові дані

- 2.6.1 Набір деталей механізмів РЕЗ, що отримані методом різання.
- 2.6.2 Наочні посібники та стенди.
- 2.6.3 Роздатковий матеріал (ескізи, приклади заводських технологічних процесів). Довідкова література, ДСТУ, ГОСТи, ОСТи.

2.7 Порядок виконання

- 2.7.1 Вибрати заготовку для заданої деталі з урахуванням типу виробництва.

2.7.2 Розрахувати габаритні розміри заготовки (див. підрозділ 1.2), навести приклад запису матеріалу заготовки в КД і дати його повне розшифрування [4].

2.7.3 Виконати робочий ескіз заготовки.

2.7.4 Розрахувати операційні розміри заготовки для заданої операції.

2.7.5 Виконати операційний ескіз для заданої операції та розробити операційну карту.

2.8 Зміст звіту

2.8.1 Назва і ціль роботи.

2.8.2 Відповіді на контрольні питання з посиланнями на літературу.

2.8.3 Вихідні дані до роботи.

2.8.4 Обґрунтування вибору заготовки і методу її виготовлення.

2.8.5 Таблиці за формою табл. 2.1 і табл. 2.2, схеми розташування припусків і допусків при обробці для розрахунку габаритних розмірів заготовки і визначення операційних розмірів (див. рис. 2.1 і формулу 2.1).

2.8.6 Робочий ескіз заготовки.

2.8.7 Операційна карта й ескіз для заданої операції.

2.8.8 Висновки з роботи.

2.9 Література

2.9.1 Технология деталей радиоэлектронной аппаратуры. Учеб. пособие для ВУЗов (С.Е. Ушакова, В.С. Сергеев и др.; под ред. С.Е. Ушаковой - М.: Радио и связь, 1986 - 256с.)

2.9.2 Данилевский В.В. Технология машиностроения: Учебник для техникумов. - М., Высш. шк. , 1984 - 416с.

2.9.3 Панов А.А. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойл.и др.; под общ.ред. А.А. Панова. - М.: Машиностроение, 1988. - 736 с., илл.

2.9.4 Справочник конструктора - приборостроителя. Проектирование. Основные нормы (В. Л. Соломахо, Р.И. Томилин и др. - Мн.: Высш. шк. ,1988 - 272с.).

Лабораторна робота №3

ВИБІР РЕЖИМІВ ОБРОБКИ. НОРМУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ

Мета роботи: одержати практичні навички з призначення та розрахунку режимів обробки, з нормування операцій і розрахунку норм часу.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ**3.1 Основні параметри режимів різання**

При призначенні режимів обробки (режимів різання) визначають швидкість різання, подачу і глибину.

Наприклад, у загальному вигляді, швидкість різання при точінні (головний рух обертальний) визначається:

$$V = \pi D_3 n / 1000 \quad (3.1)$$

де:

V - швидкість різання, м/хв.;

D_3 - найбільший діаметр заготовлі, мм.;

n - частота обертання, 1/хв.

Стосовно до конкретних умов технологічного процесу (вид обробки, устаткування, інструмент, матеріал заготовки та ін.) швидкість різання визначається за формулами з емпіричними коефіцієнтами [1,2].

Наприклад, для чорнового точіння швидкість різання визначається за формулою:

$$V = (C_v K_{MV} K_{NV} K_{UV}) / (T^m t^x S^y) \quad (3.2)$$

де:

V - швидкість різання, м/хв.;

C_v - коефіцієнт швидкості;

T - стійкість ріжучого інструмента; хв.

t - глибина різання; мм

S - подача; мм/об

K_{MV} - коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу;

K_{nV} - коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки;

K_{UV} - коефіцієнт, що враховує вплив ріжучого інструмента;

m, X, Y - показники ступеня.

Коефіцієнти і показники вибираються в залежності від типу обробки конкретних поверхонь (подовжнє точіння зовнішньої циліндричної поверхні, обробка фасок, канавок, розтягування внутрішньої циліндричної поверхні та ін.) [1].

Частота обертання оброблюваної деталі для конкретного випадку визначається за формулою:

$$n = (1000 V) / (\pi D) \quad (3.3)$$

де:

n - частота обертання, 1/хв.;

V - лінійна швидкість для конкретного виду роботи, м/хв.;

D - оброблюючий діаметр, мм.

Розрахункова частота обертання округляється до найближчого паспортного значення частоти обертання шпинделя конкретного устаткування, обраного для даного виду обробки. [1].

Подача S - шлях точки ріжучої крайки інструмента щодо заготовки в напрямку руху подачі на один оборот шпинделя (для точіння і свердління S вимірюється в мм/об.).

Глибина різання t (мм) - товщина шару матеріалу, що знімається за один прохід інструмента.

Подача і глибина різання вибираються за даними таблиць [1] у залежності від виду обробки, оброблюваного матеріалу, матеріалу інструмента і швидкості різання.

3.2 Норми часу

Розрахунково-технічні норми часу є важливим елементом організації виробничого процесу.

При серійному виробництві визначають штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт.к} = T_{шт} + T_{п.з} / n \quad (3.4)$$

де:

$T_{шт.к}$ - норма штучно-калькуляційного часу, хв.

$T_{шт}$ - норма штучного часу на виконання даної операції при обробці однієї деталі, хв.;

$T_{п.з}$ - підготовчо-заключний час на ознайомлення з роботою, наладку верстату для обробки партії деталей, хв.;

n - кількість деталей у партії, шт.

Розрахунково-технічна норма штучного часу визначається:

$$T_{шт} = t_0 + t_{доп} + t_{обс} + t_{відп} \quad (3.5)$$

де:

$T_{шт}$ - норма штучного часу, хв.;

t_0 - основний технологічний час, хв.;

$t_{доп}$ - допоміжний час (установка і зняття деталі), хв.;

$t_{обс}$ - час обслуговування робочого місця, хв.;

$t_{відп}$ - час відпочинку, хв.

Основний та допоміжний час загалом складають оперативний час:

$$t_{оп} = t_0 + t_{доп}, \quad (3.6)$$

де:

$$t_{доп} = 0,25 t_0;$$

$$t_{обс} = 0,04 t_{оп};$$

$$t_{відп} = 0,04 t_{оп}.$$

Основний технологічний час t_0 втрачається на необхідну зміну розміру, форми, фізичних, хімічних і інших властивостей об'єкта обробки.

При обробці деталей на металорізальних верстатах основний час для конкретної операції визначається за формулою:

$$t_0 = \sum_{i=1}^k t_{0i} \quad (3.7)$$

де:

k - кількість переходів (замін інструментів)

t_{0i} - час на обробку конкретної поверхні, хв.

$$t_{0i} = L_i / (n S) \quad (3.8)$$

де:

L - розрахункова довжина робочого ходу інструмента, мм;

i - кількість проходів, за які знімається повний припуск з оброблюємої поверхні;

n - частота обертання (береться паспортне значення), об/хв.;

S - подача, мм / об.

$$L = l + l_1 + l_2 \quad (3.9)$$

де:

l - довжина оброблюємої поверхні, мм;

l_1 - розмір урізання інструмента, мм;

l_2 - розмір перебігу інструмента, мм.

l_1 і l_2 вибираються в залежності від виду різання, інструмента, глибини різання [3].

$$i = a / t \quad (3.10)$$

де:

a - припуск на обробку на одну сторону, мм;

t - глибина різання, мм.

$$a = (D - d) / 2 \quad (3.11)$$

де:

D – початковий діаметр оброблюючої поверхні, мм;

d – діаметр поверхні після обробки, мм.

Розрахункова формула (3.8) для визначення основного часу залежить від схеми обробки [3].

3.3 Завдання на підготовку до роботи

3.3.1 Ознайомитись з методичними вказівками до лабораторної роботи

3.3.2 Проробити літературу.

3.3.3 Дати короткі письмові відповіді на контрольні питання.

3.4 Контрольні питання

3.4.1 Основні параметри режимів різання.

3.4.2 Від яких чинників залежать S , t , V ?

3.4.3 Що таке подача?

3.4.4 Що таке глибина різання?

3.4.5 Як визначається основний час?

3.4.6 Як визначається штучний час?

3.4.7 З якою метою проводиться нормування операцій?

3.5 Технічне оснащення та початкові дані

3.5.1 Набір деталей механізмів РЕЗ, що отримані методом різання.

3.5.2 Наочні посібники та стенди.

3.5.3 Роздатковий матеріал (ескізи, приклади заводських технологічних процесів).

3.5.4 Довідкова література, ДСТУ, ГОСТи, ОСТи.

3.6 Порядок виконання

3.6.1 Вибрати схему обробки для заданої операції.

3.6.2 Вибрати устаткування та інструмент.

3.6.3 Призначити подачу, глибину різання і розрахувати лінійну швидкість, частоту обертання.

3.6.4 Розрахувати основний і штучний час для заданої операції.

3.7 Зміст звіту

3.7.1 Назва і ціль роботи.

3.7.2 Вихідні дані.

3.7.3 Операційний ескіз.

3.7.4 Обґрунтування вибору схеми обробки (рисунок схеми обробки).

3.7.5 Призначення і розрахунок режимів різання.

3.7.6 Нормування операції.

3.7.7 Висновки.

3.8 Література

3.8.1 Панов А.А. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойл.и др. ; под общ.ред. А.А. Панова. - М.: Машиностроение, 1988. - 736 с., илл.

3.8.2 Справочник технолога-машиностроителя в2-х т. Т.2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.

3.8.3 Додаток №2 до методичних вказівок з лабораторних робіт.