

## Лекція 4

### Загальна послідовність проектування технологій механічної обробки різанням та їх класифікація як приклад дискретних технологій

#### 4.1. Вихідні дані та послідовність проектування ТП різанням

Проектування ТП механічної обробки деталей здійснюється у визначеній послідовності, показаний на рис. 4.1.

*Вихідна інформація.* Розробка ТП механообробки деталі розглядається як рішення технологічної задачі. За вихідну інформацію для проектування ТП механічної обробки деталі використовують її робоче креслення, річний обсяг випуску виробів, режим роботи ділянки, дані про устаткування і технологічне оснащення при розробці технології виготовлення нової деталі на вже існуючій ділянці.

Для правильного визначення службового призначення тієї чи іншої деталі, крім її креслення, додатково аналізується креслення складальної одиниці, в яку входить дана деталь.

*Технологічний контроль креслення* – це виявлення недоліків конструкції деталі на основі інформації, що міститься в її кресленнях і технічних умовах на її виготовлення, із опрацюванням варіантів поліпшення її технологічності. Робочі креслення оброблюваної деталі повинні містити всі необхідні відомості, що дають повне уявлення про дану деталь.

На підставі цих відомостей виконується технологічний аналіз конструкції, що спрямований на забезпечення кращих техніко-економічних показників.

Основні задачі, що розв'язуються при технологічному аналізі, зводяться до зменшення трудомісткості та матеріалоемності, можливості обробки деталей високопродуктивними способами.

Тип виробництва може бути уточнений за коефіцієнтом закріплення операцій та іншими показниками згідно з матеріалом лекції 1.

*Вибір виду заготовки.* Метод одержання заготовок для деталей машин визначається призначенням і конструкцією деталі, видом матеріалу, технічними вимогами, масштабом і серійністю випуску, а також економічністю виготовлення. „Вибрати заготовку” означає встановити спосіб її одержання, намітити припуски на обробку кожної поверхні, розрахувати розміри і вказати допуски на виготовлення.

Вказане виконується в наступній послідовності:

- вибирається вид заготовки із врахуванням факторів, що визначають експлуатаційні характеристики деталі, тип виробництва, економію матеріалу тощо;
- на всі оброблювані поверхні призначаються за таблицями чи розраховуються аналітично припуски на обробку;
- виконується креслення заготовки і визначається її маса;
- розраховується вартість заготовки.
- вибирається вид заготовки із врахуванням факторів, що визначають експлуатаційні характеристики деталі, тип виробництва, економію матеріалу тощо;
- на всі оброблювані поверхні призначаються за таблицями чи розраховуються аналітично припуски на обробку;
- виконується креслення заготовки і визначається її маса;
- розраховується вартість заготовки.

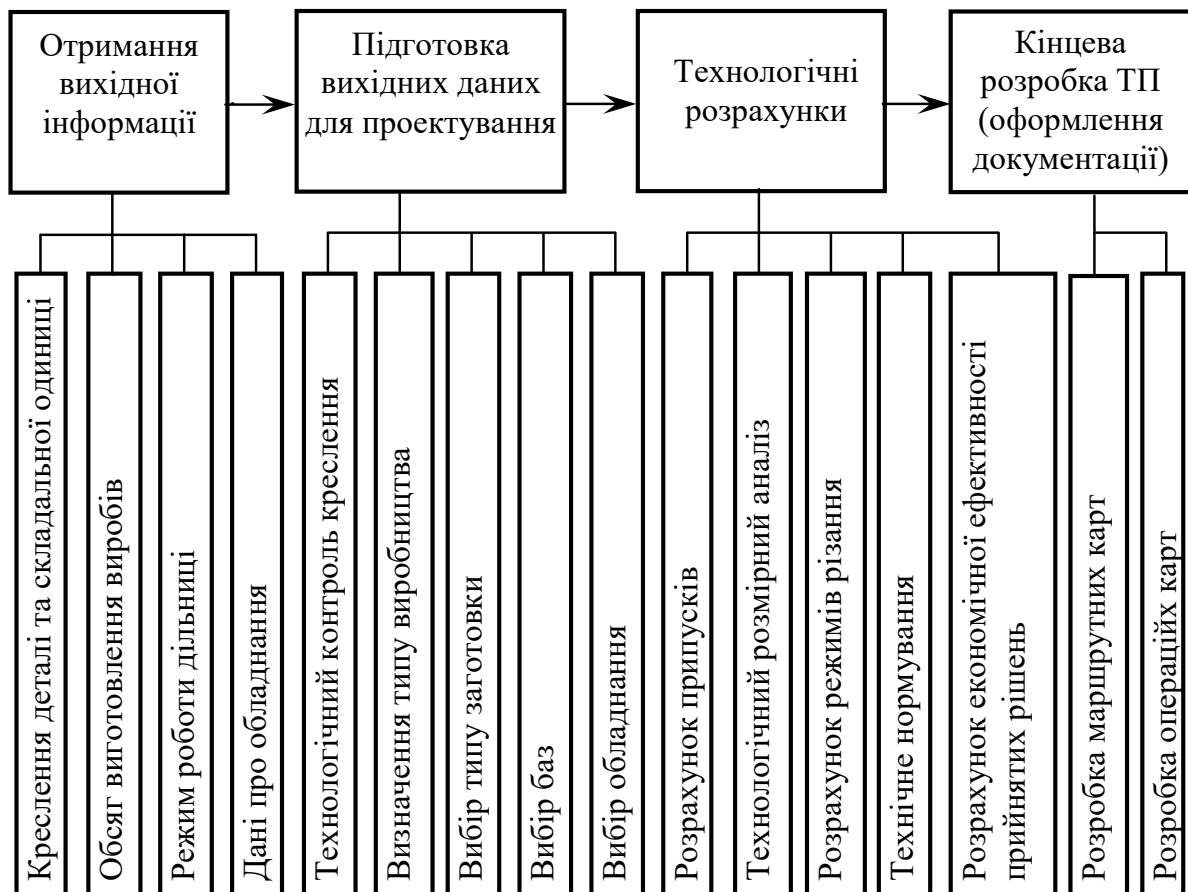


Рис. 4.1. Основні етапи проектування ТП механічної обробки деталей різанням

Методи одержання заготовок, технічні умови на їх виготовлення, області застосування, величина припусків, а також розрахунок вартості заготовок докладно викладені в довідковій літературі.

*Вибір баз.* Основні міркування, якими доцільно керуватись при виборі встановлювальних баз для обробки заготовок, наступні:

- необхідно за можливістю використовувати принципи суміщення та сталості баз;

- встановлювальна база повинна забезпечувати стійкість та жорсткість заготовки, що досягається відповідними розмірами та якістю базових поверхонь, а також їх взаємним розташуванням.

*Вибір устаткування.* Вибір основного технологічного устаткування при проектуванні ТП механічної обробки деталей є відповідальним етапом.

Устаткування повинне задовольняти наступним основним вимогам:

- відповідати встановленому типу виробництва;
- забезпечувати необхідну продуктивність при досить високому коефіцієнті завантаження;

- забезпечувати одержання необхідних точності та якості виготовлення оброблюваних деталей;

- мати досить високу надійність та просто обслуговуватися.

В даний час накопичений досить великий досвід щодо вибору виду устаткування в залежності від того чи іншого типу виробництва. Встановлено, що основним засобом досягнення високої продуктивності при автоматизації серійного виробництва є застосування верстатів із ЧПУ, промислових роботів і створення на їх основі гнучких виробничих систем, а також застосування типових ТП і групових методів обробки.

*Попередня розробка технологічного маршруту.* Різні методи обробки призводять до одержання різних результатів по точності та шорсткості оброблюваних поверхонь. Зокрема, визначені значення точності та шорсткості можна одержати при точінні, свердлінні, фрезеруванні, шліфуванні, притиранні та інших методах. Тому перед складанням технологічного маршруту необхідно на кожну поверхню, що формується, призначити методи обробки та їх послідовність. Робиться це з використанням даних креслення деталі та довідкових матеріалів.

На стадії попередньої розробки технологічного маршруту розробляються ескізи обробки із вказанням поверхонь обробки і базування, з проставленням розмірних ліній без чисельних величин розмірів, що разом з допусками визначаються при розрахунку технологічних розмірних ланцюгів.

*Розрахунок припусків.* У ряді випадків виконується розрахунок припусків аналітичним методом у наступній послідовності:

- встановлюється кількість переходів, що необхідні для досягнення заданих точності та шорсткості кожної поверхні деталі;
- визначаються складові розрахункових мінімальних припусків і допуски для кожного переходу;
- виконується розрахунок мінімальних припусків за відповідними формулами;
- визначаються граничні проміжні розміри за технологічними переходами і остаточні розміри заготовки.

Крім аналітичного, існує також табличний метод призначення припусків на обробку відповідно до існуючих стандартів на заготовки деталей машин, що отримані різними методами.

*Розмірний аналіз ТП виготовлення деталей машин* представляє собою спеціальні способи визначення, а також методи розрахунку розмірних параметрів шляхом аналізу та визначення операційних розмірних ланцюгів. Розмірний аналіз виконується після того, як на основі логічної оцінки передбачуваних варіантів вибирається технологічний процес виготовлення деталі.

Розмірний аналіз дозволяє вирішити наступні задачі:

- розрахувати операційні розміри і технічні вимоги для всіх операцій ТП, що гарантують виготовлення якісних деталей;
- визначити розміри заготовки з мінімально необхідними припусками, що підвищує коефіцієнт використання матеріалу;
- спроєктувати ТП з мінімально можливою кількістю операцій (переходів), що знижує його трудомісткість та вимагає мінімального коректування (чи його повної відсутності) при впровадженні ТП у виробництво.

Для рішення названих задач необхідні:

- перетворення та перевірка креслення деталі;
- розробка плану операцій ТП;
- побудова розмірних схем ТП;
- виявлення розмірних зв'язків і складання рівнянь розмірних ланцюгів;
- розрахунок операційних розмірних ланцюгів.

*Розрахунок режимів різання.* Режими різання можуть бути розраховані за емпіричними формулами теорії різання (аналітичний метод) чи призначені за відповідними нормативами (табличний метод).

Розрахунок виконується на основі стійкості та міцності різальних інструментів, твердості та способу кріплення оброблюваної деталі і сили різання, що допускається міцністю механізму подачі верстата. У ході розрахунків визначаються: стійкість інструментів, швидкості різання, подачі, сили різання, потужності різання, потужності на приводах, основний технологічний час.

*Технічне нормування* або визначення технічних норм часу виконується після розрахунку режимів різання. Нормуванню підлягають всі операції. Елементи часу, за винятком основного технологічного часу, призначаються за відповідними нормативами.

Для масового виробництва визначається норма штучного часу:

$$T_{\text{шт}} = t_0 + t_d + t_{\text{тех}} + t_{\text{орг}} + t_{\text{відп}}, \quad (4.1)$$

де

- $t_0$  – основний технологічний час операцій, хв;
- $t_d$  – допоміжний час, хв;
- $t_{\text{тех}}, t_{\text{орг}}$  – час на відповідно технічне та організаційне обслуговування робочого місця, хв;
- $t_{\text{ві}}$  – час на відпочинок та особисті потреби, хв.

дп

Для серійного виробництва визначається штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шт-к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з.}}}{n}, \quad (4.2)$$

де

- $T_{\text{шт}}$  – штучний час на операцію, хв;
- $T_{\text{п-з}}$  – підготовчо-заклучний час на операцію, хв;
- $n$  – величина партії, шт.

*Розрахунок економічної ефективності прийнятих рішень.* Прийняті рішення щодо методів і послідовності обробки окремих поверхонь деталі ґрунтуються на розрахунках економічної ефективності окремих варіантів обробки. Найбільш поширеним критерієм оптимальності є мінімум приведених витрат на одиницю продукції. При цьому розглядається технологічна собівартість, що включає змінювані за варіантами статті витрат.

*Остаточна розробка ТП механічної обробки деталей* полягає в оформленні технологічної документації, що складається із складених карт маршруту обробки, операційних та контрольних карт.

Форми і правила оформлення документів на маршрутні та маршрутно-операційні ТП регламентовані ГОСТ 8.1404-86 і ГОСТ 3.1118-82. Умовні позначення баз наведені в ГОСТ 8.1107-81.

Маршрутна карта є основною та невід'ємною частиною комплексу технологічних документів, що розробляються на ТП виготовлення чи ремонту виробів та їх складових. Форми маршрутної карти встановлені ГОСТ 3.1118-82, є уніфікованими і застосовуються незалежно від типу і характеру виробництва, а також ступеня деталізації опису ТП.

При маршрутному і маршрутно-операційному описі ТП в маршрутній карті описується весь процес у технологічній послідовності виконання операцій. Маршрутна карта є одним із основних технологічних документів.

При операційному описі ТП маршрутна карта виконує роль зведеного документа, в якому вказується адресна інформація (номер цеху, ділянки, операції), найменування операцій, перелік документів, що застосовуються при виконанні

операцій, технологічне устаткування і трудомісткість.

Операційна карта – це опис технологічної операції з вказанням вимог безпеки, переходів, режимів обробки та даних про засоби технологічного оснащення.

Карта ескізів містить графічне зображення операцій із вказанням оброблених поверхонь, розмірів, точності та шорсткості обробки.

В карті технічного контролю описується кожна операція технічного контролю з вказанням контрольованих параметрів, відсотка контролю і засобів, що забезпечують його виконання.

Особливості технологічної документації при обробці деталей на верстатах з ЧПУ і на АЛ обумовлені ГОСТ 3.1404-86, ГОСТ 3.1122-84 та ГОСТ 3.1105-84.

В одиничному і дослідному виробництвах розробляються маршрутні та маршрутно-операційні ТП, у серійному і масовому виробництвах – операційні.

Вирішення питань проектування і детальність їх представлення в першу чергу визначається типом виробництва.

## 4.2. Класифікація ТП

Існує декілька напрямків класифікації ТП механічної обробки деталей та складання машин (рис. 4.2).

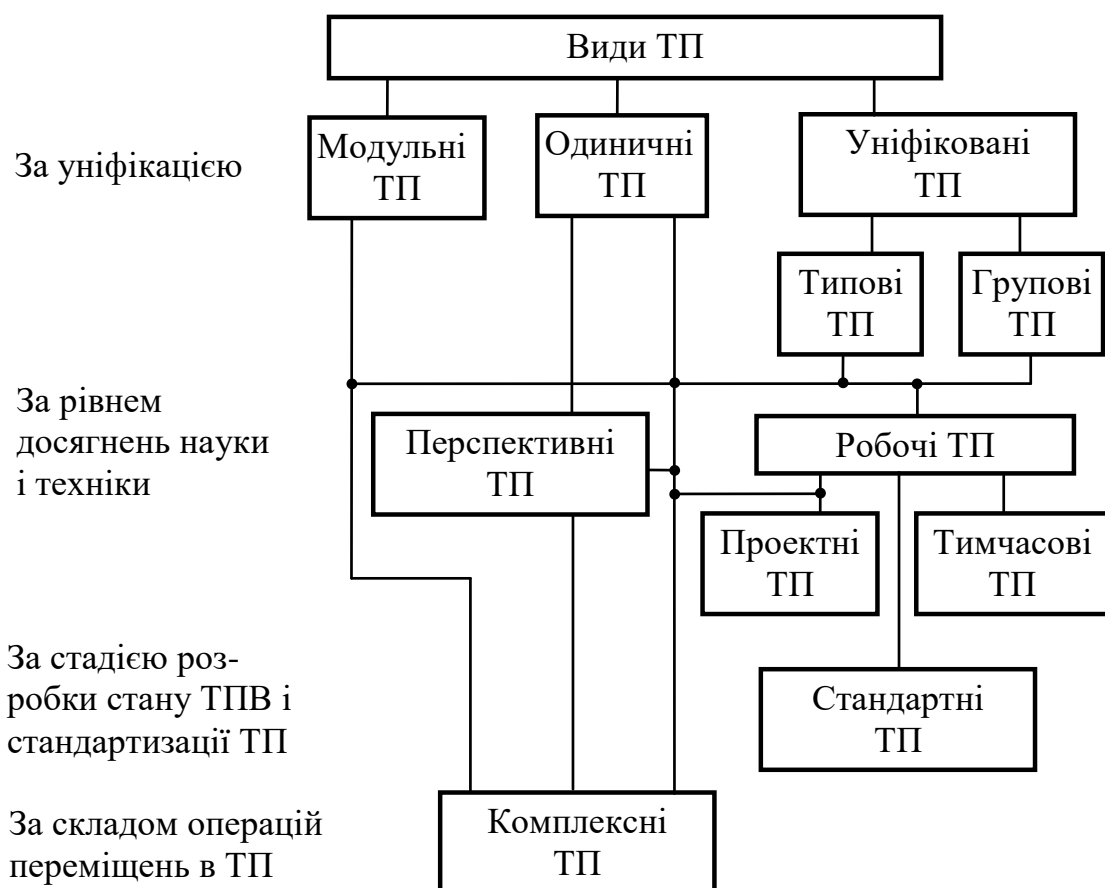


Рис. 4.2. Схема класифікації технологічних процесів

В залежності від умов виробництва і призначення проектного ТП застосовуються їх різні види і форми. Вид ТП визначається кількістю виробів, що охоплюються процесом (один виріб, група однотипних чи різнотипних виробів).

*Одиничний ТП* – це ТП ремонту чи виготовлення виробу одного найменування,

типорозміру і виконання незалежно від типу виробництва.

Розробка одиничних технологічних процесів характерна для оригінальних виробів (деталей, складальних одиниць), що не мають загальних конструктивних і технологічних ознак з виробами, які раніше виготовлялись на підприємстві (в організації).

*Уніфікований ТП* – це ТП, що відноситься до групи виробів (деталей, складальних одиниць), що характеризуються спільністю конструктивних і технологічних ознак.

Уніфіковані ТП поділяються на типові та групові. Вони знаходять широке застосування в дрібносерійному, серійному і частково у великосерійному виробництвах, що залежить від наявності спеціалізованих ділянок, робочих місць, переналаджуваного технологічного оснащення та устаткування.

*Типовий ТП* – це ТП виготовлення групи виробів із загальними конструктивними і технологічними ознаками (ГОСТ 3.1109-89).

Типовий ТП характеризується спільністю змісту і послідовності більшості технологічних операцій і переходів для групи таких виробів і застосовується як інформаційна основа при розробці робочого ТП і як робочий ТП за наявності всієї необхідної інформації для виготовлення деталі, а також служить базою для розробки стандартів на типові ТП.

*Груповий ТП* – це ТП виготовлення групи виробів з різними конструктивними, але загальними технологічними ознаками (ГОСТ 3.1109-89).

Відповідно до цього визначення груповий ТП представляє собою процес обробки заготовок різної конфігурації, що складається з комплексу групових технологічних операцій, які виконуються на спеціалізованих робочих місцях у послідовності технологічного маршруту виготовлення визначеної групи виробів (ГОСТ 3.316-85). При цьому під *спеціалізованим робочим місцем* розуміється робоче місце, призначене для виготовлення або ремонту одного чи групи виробів при загальному налагодженні та окремих підналагодженнях протягом тривалого інтервалу часу. Груповий ТП може складатись також з однієї групової операції (одноопераційний груповий ТП).

*Групова технологічна операція* характеризується спільністю використовуваного устаткування, технологічного оснащення та налагодження (при допущенні тільки незначного підналагодження засобів технічного оснащення).

Групові ТП розробляються для всіх типів виробництва тільки на рівні підприємства.

*Перспективний ТП* – це ТП, що відповідає сучасним досягненням науки і техніки, методи і засоби здійснення якого повністю або частково мають бути освоєними на підприємстві.

*Робочий ТП* – це ТП, виконаний за робочою технологічною та конструкторською документацією.

Робочий ТП розробляється тільки на рівні підприємства і застосовується для виготовлення або ремонту конкретного предмета виробництва.

*Проектний ТП* – це ТП, який виконується за попереднім проектом технологічної документації.

*Тимчасовий ТП* – це ТП, який застосовується на підприємстві протягом обмеженого періоду часу із-за відсутності належного устаткування у зв'язку з аварією до заміни на більш сучасний.

*Стандартний ТП* – це ТП, встановлений відповідним стандартом.

Під стандартним ТП розуміється ТП, що виконується за робочою технологічною або конструкторською документацією, оформлений стандартом (ОСТ, СТП) і який

має відношення до конкретного устаткування, режимів обробки і технологічного оснащення.

*Комплексний ТП* – це ТП, до складу якого включаються не тільки технологічні операції, але й операції переміщення, контролю та очищення оброблюваних заготовок за ходом ТП.

Комплексні ТП проектуються при створенні АЛ і гнучких автоматизованих виробничих систем.