

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛІВ

Для формування практичних вмінь та здатностей проектування технологічних процесів механічного оброблення різанням для деталей різних класів доцільно вирішувати типові технологічні завдання в наступній послідовності:

1 Визначення призначення

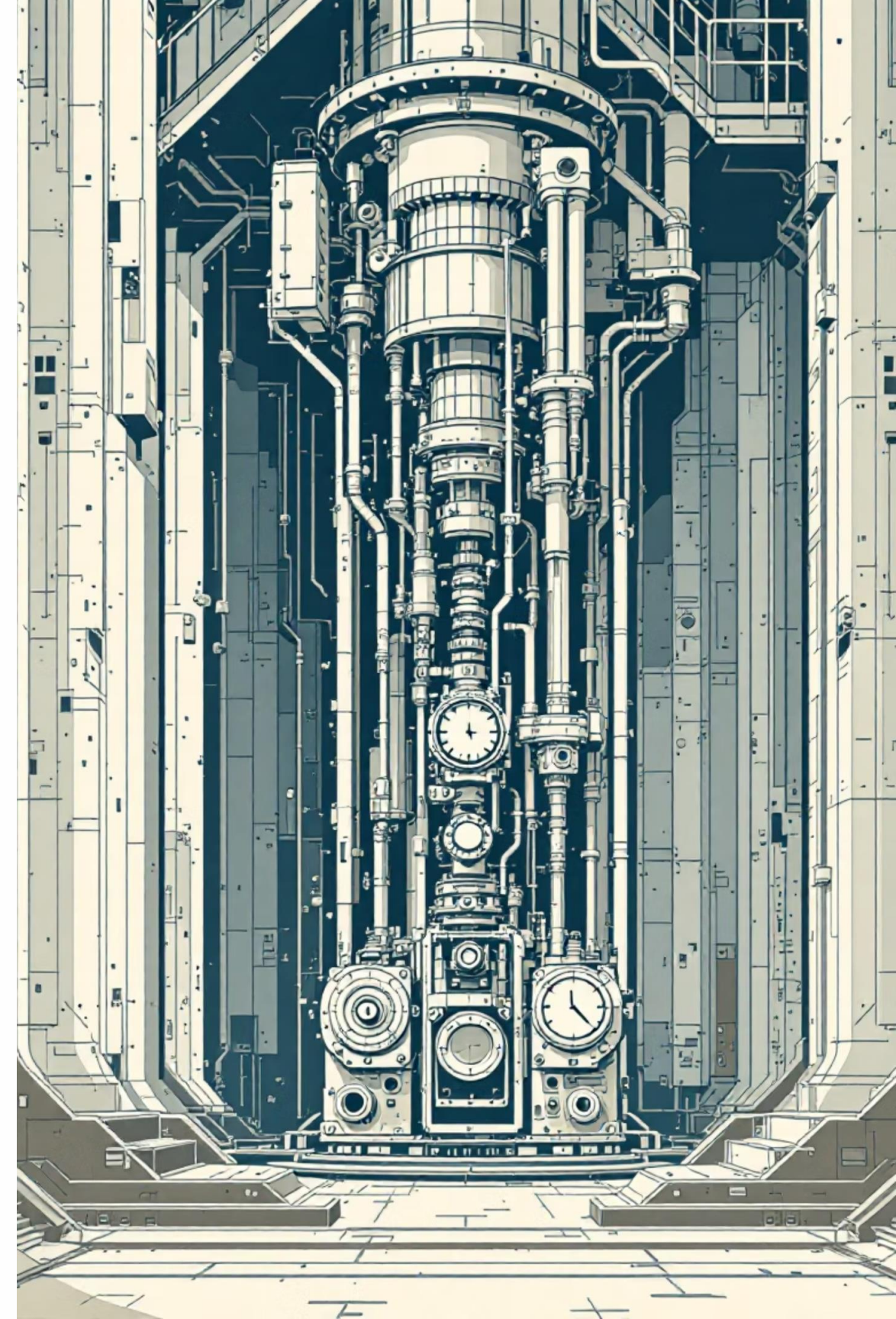
Визначити службове призначення та умови роботи деталі у вузлі.

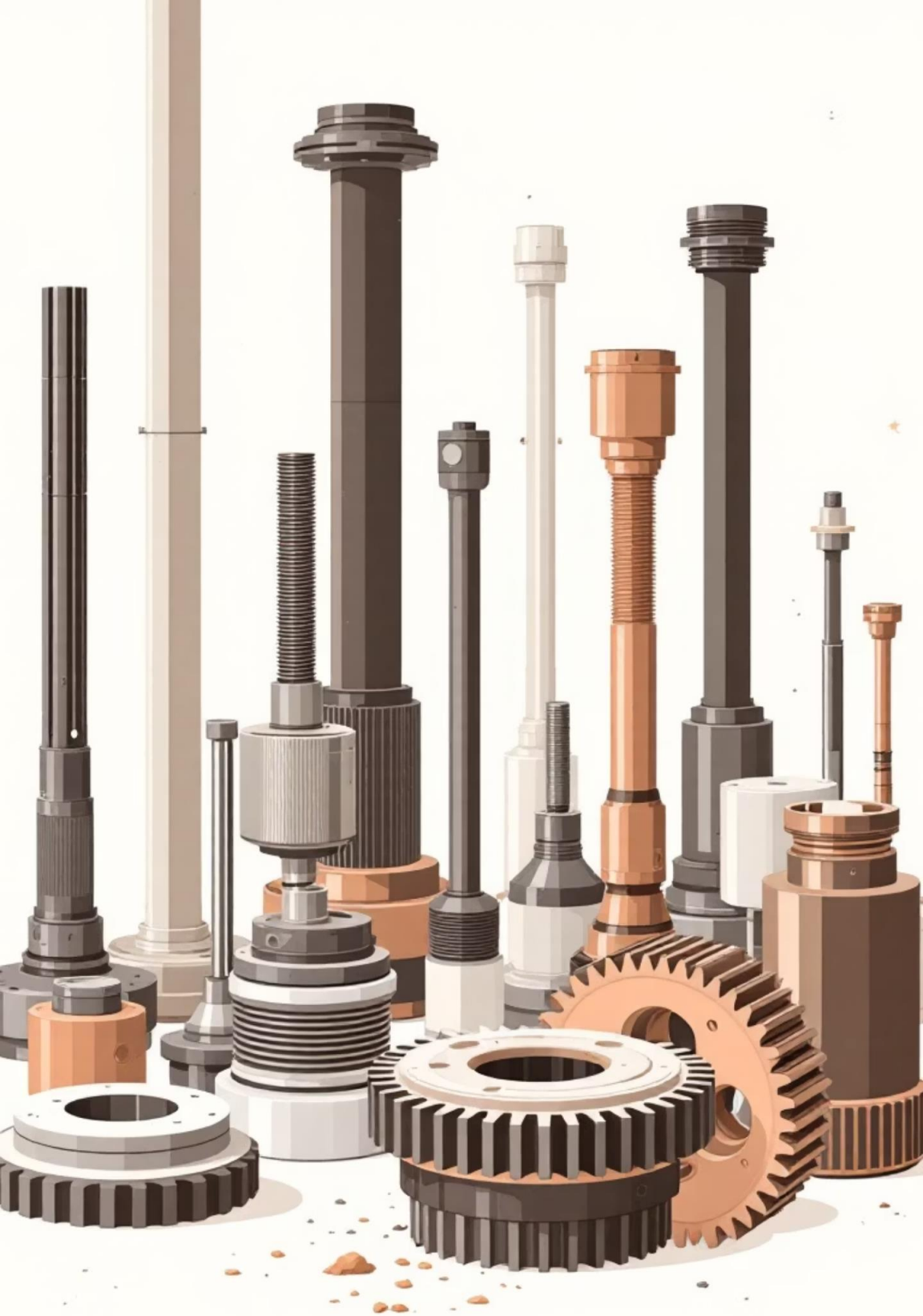
2 Аналіз матеріалів

Виконати аналіз фізико-механічних характеристик конструкційних матеріалів та методів виготовлення заготовок.

3 Характеристики якості

Виконати аналіз характеристик якості, що встановлюються до робочих поверхонь валів.





Ключові Етапи Проектування Технологічних Процесів

Технологічні бази

Визначити технологічні бази, які ефективно застосовувати для різних операцій технологічного процесу.

Послідовності оброблення

Визначити типові послідовності оброблення елементарних поверхонь валів для досягнення заданих характеристик якості.

Проектування процесу

Спроекувати операційний технологічний процес оброблення валу заданої конструкції.

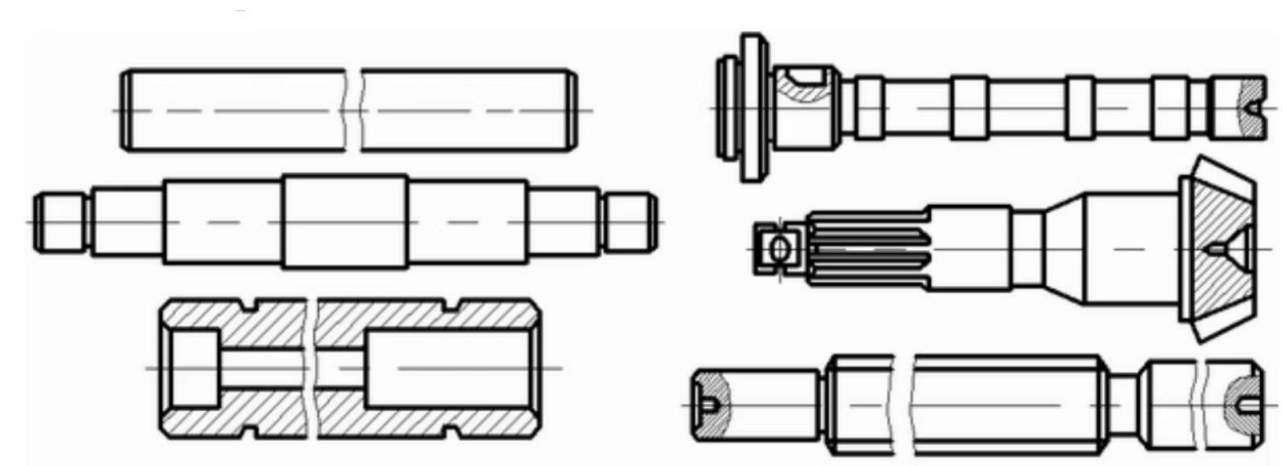
Конструктивні Особливості Валів

Вали та осі складають близько 10-13% від загального обсягу виготовлення деталей машин. Вони є сукупністю циліндричних, конічних, шліцьових, зубчастих, нарізів, шпонкових, отворів та плоских поверхонь, об'єднаних загальною віссю.

Класифікація Валів за Конструктивними Ознаками

Конструкції валів відрізняються за службовим призначенням, габаритними розмірами, масою та матеріалами. За основними конструктивними ознаками та формою поперечного перерізу вали поділяються на:

- Ступінчасті та безступеневі;
- Суцільні та порожнисті;
- Гладкі та шліцьові;
- Вали з фланцями;
- Вали з зубчастими поверхнями (вали-шестерні);
- Вали комбінованої конструкції.



За формою геометричної осі вали поділяються на прямі, колінчасті, кривошипні та кулачкові (ексцентрикові). Дослідження ЕНИМС показали, що 85% валів у верстатобудуванні є ступінчастими з довжиною 150-1000 мм.

Типи Валів за Формою Геометричної Осі

Прямі Вали

Найбільш поширений тип, що використовується для передачі крутних моментів.

Колінчасті Вали

Використовуються для перетворення зворотно-поступального руху в обертальний (наприклад, у двигунах).

Кривошипні Вали

Схожі на колінчасті, часто застосовуються в компресорах та насосах.

Кулачкові (Ексцентрикові) Вали

Використовуються для керування клапанами або іншими механізмами, де потрібен нерівномірний рух.

Експлуатаційні Характеристики та Вимоги до Якості Валів

Вали застосовуються для передачі крутних моментів, точного розміщення кінематичних елементів та сприйняття навантажень. Умови їх роботи включають дію сил, моментів, а іноді й ударних навантажень.

Довговічність та надійність валу залежить від характеристик якості робочих поверхонь, які формуються в процесі оброблення.

Міцність	Характеристики матеріалу
Жорсткість	Конструктивні особливості валу
Зносостійкість	Твердість поверхневого шару
Вібростійкість	Параметри шорсткості робочих поверхонь

Жорсткість валів визначається співвідношенням довжини до найменшого діаметру (l/d). При $l/d = (5-10)$ вали вважаються жорсткими, при $l/d \geq 15$ – малої жорсткості.

Конструкційні Матеріали та Застосування Валів

Вибір матеріалу визначає структуру технологічного процесу та необхідність термічних операцій. Для виготовлення валів використовують:



Вуглецеві Сталі

Якісні конструкційні сталі (Сталь 20, 35, 40, 45) для загального застосування.



Леговані Сталі

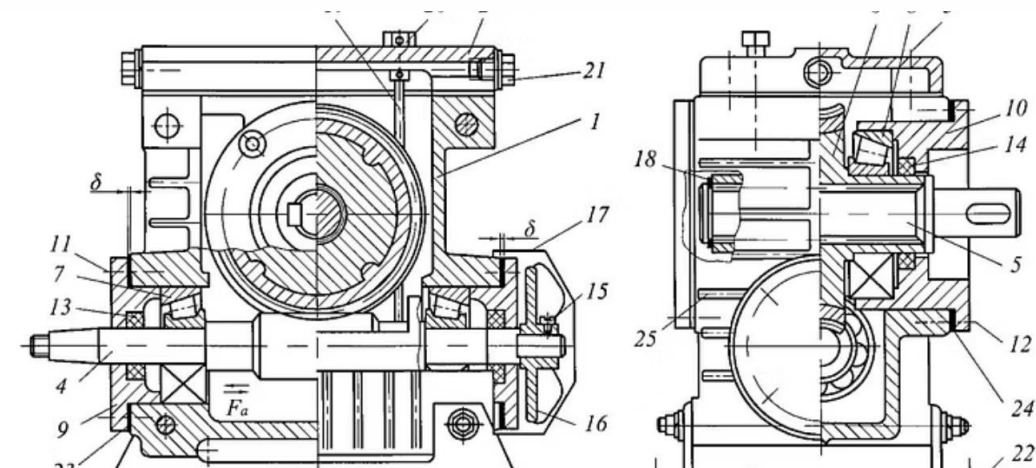
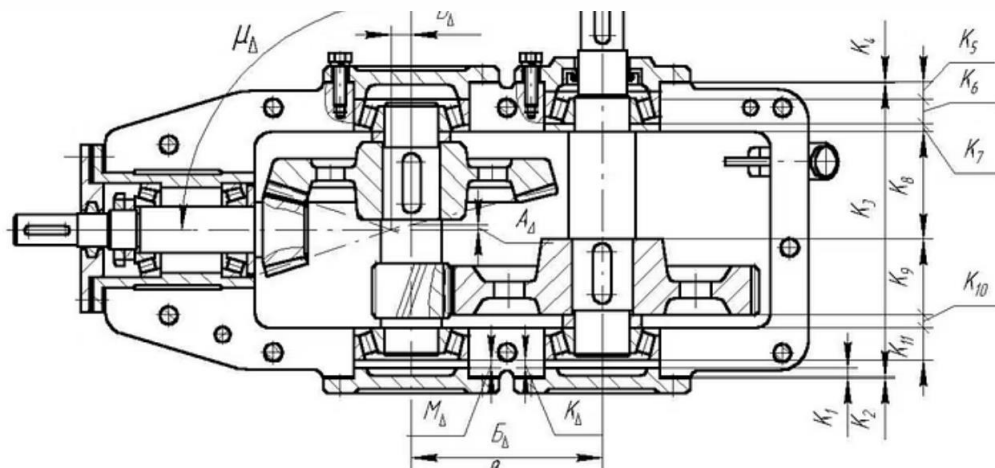
Для валів, що сприймають значні знакозмінні та ударні навантаження (20Х, 40Х, 38ХНМА).



Високоміцні Чавуни

Для великогабаритних тихохідних валів та колінчастих валів, близькі за характеристиками до ливарних сталей.

Високоміцні чавуни мають високі експлуатаційні та технологічні характеристики, що сприяє їх розширенню застосування, витісняючи сірі та ковкі чавуни, а також сталеві поковки.



Проектування Заготовок та Методи Розрізання Прокату

Заготовки валів найчастіше виготовляються об'ємним деформуванням: зі стандартного прокату, вільним куванням, штампуванням, ротаційним обтисненням. Вибір методу залежить від техніко-економічних умов та вимог до якості структури.

При використанні гарячекатаного прокату необхідно контролювати жолоблення. Допустима величина жолоблення встановлюється як частка найбільшого припуску на оброблення. При перевищенні застосовується попередня правка (холодна правка вигином або місцеве нагрівання).

Методи Розрізання Прокату на Заготовки:

→ **Розрізання дисковими пилами:** Висока якість поверхні та точність розмірів, універсальний та продуктивний метод (для $\varnothing \leq 500\text{мм}$).

→ **Розрізання стрічковими пилами:** Достатня продуктивність, мала ширина розрізання, висока якість поверхні (до $\varnothing \leq 250\text{мм}$).

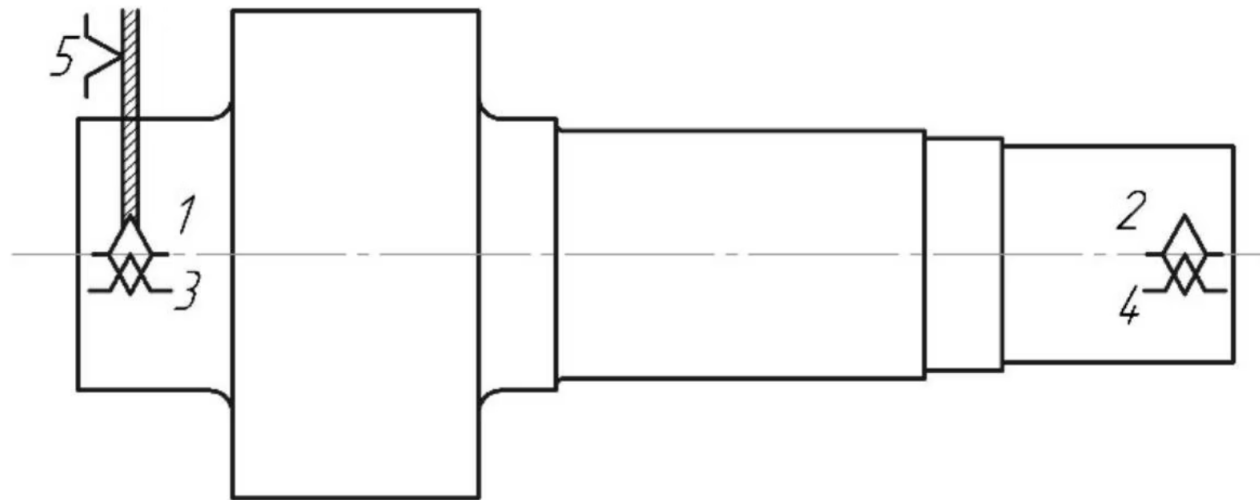
→ **Розрізання на приводних ножівках:** Застосовується в одиничному та малосерійному виробництві (до $\varnothing 250\text{-}300\text{мм}$). Недолік – низька продуктивність.

→ **Розрізання відрізними різцями:** Найбільш поширений метод, забезпечує високу точність лінійних розмірів, але має велику ширину розрізання.

Схеми Базування Валу по ЗТБ

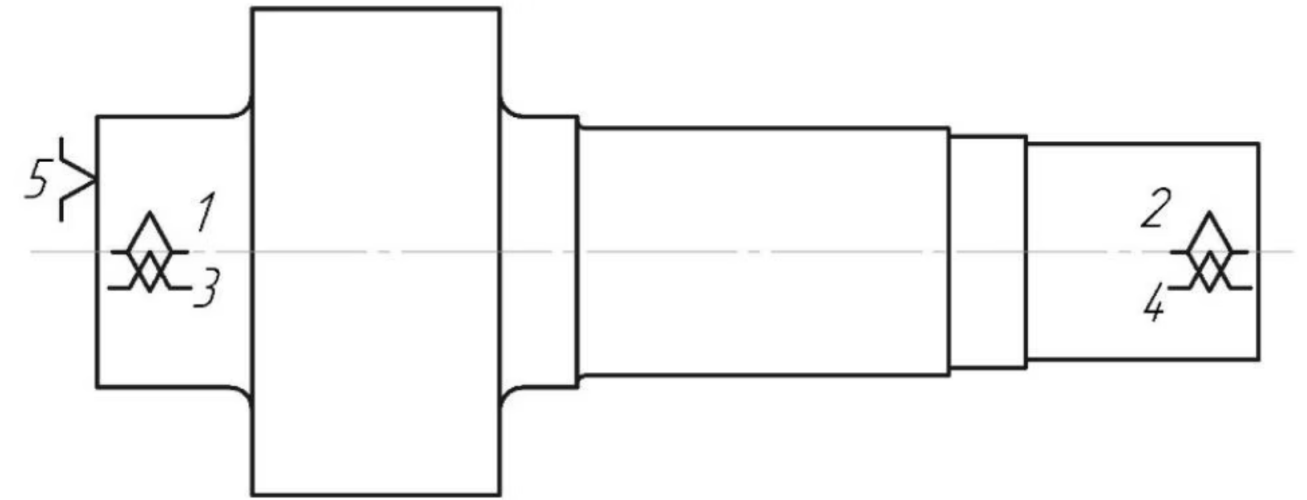
Існують дві основні конструктивні реалізації схеми базування по центрових отворах, які впливають на точність лінійних розмірів:

Схема з "Жорстким" Центром



Використовує жорсткий передній та обертовий задній центри. Забезпечує співвісність, але обумовлює похибку базування для лінійних розмірів, що визначається точністю виготовлення центрових отворів.

Схема з "Плаваючою" Центром



Використовує рухомий в осьовому напрямку (плаваючий) передній центр. Усуває похибку базування для лінійних розмірів валу (похибка = 0), але вимагає складнішої конструкції пристрою.

При проектуванні вибирається схема, що відповідає вимогам до точності лінійних розмірів. Принцип сталості технологічних баз (незмінність ЗТБ) забезпечує незмінність конструкцій верстатних пристроїв.

Етапи Оброблення Валів та Вибір Баз для Перших Операцій

Традиційний технологічний процес оброблення валу передбачає послідовну реалізацію чотирьох етапів:

01	02
Попереднє Чорнове Оброблення	Попереднє Напівчистове Оброблення
Оброблення ЗТБ, видалення максимальних припусків, вирівнювання залишкових напружень, створення рівномірних припусків для наступних етапів.	Подальше підвищення точності розмірів та зменшення шорсткості.
03	04
Завершальне Чистове Оброблення	Викінчувальне Оброблення
Досягнення кінцевих вимог до точності та якості поверхні.	Забезпечення підвищеної точності окремих поверхонь (при необхідності).

Визначення Технологічних Баз для Перших Операцій

Для перших операцій (наприклад, оброблення ЗТБ) технологічними базами обираються:

- Необробні поверхні заготовки (якщо є).
- Поверхні з найменшим припуском (якщо всі обробні).
- Поверхні, на яких не допускається виникнення браку (наприклад, майбутні ОКБ).