

Технологія матеріалів: Лекція 5

Сутність, можливості, переваги та недоліки основних методів обробки матеріалів при створенні транспортних та інших конструкцій

Мета: Ознайомити курсантів із сутністю та основними ознаками обробки металів при виготовленні виробів, класифікацією та принципами обробки металів тиском та різанням.

Компетенції: Вміння застосовувати знання з технології матеріалів при розв'язуванні практичних задач (виявляти дефекти суднового обладнання, вибирати та визначати режими відповідних видів обробки при формуванні виробів).

Література

[1 – с. 478 – 508; 2 – с. 337 – 378, 439 – 483; 3 – с. 102 – 147; 4 – с. 84 – 112; 7 – с. 80 – 173; 8 – с. 74 – 78, 84– 88]

План лекції 5

- 5.1 Поняття про обробку металів тиском та його значення в народному господарстві.
- 5.2 Переваги обробки металів тиском перед іншими способами обробки металів.
- 5.3 Поняття про пластичну деформацію металів та її вплив на структуру і властивості оброблювального металу.
- 5.4 Характеристика основних видів обробки металів тиском: прокатування, волочіння, пресування, кування, штампування.
- 5.5 Температурний інтервал гарячої обробки металу тиском.
- 5.6 Поняття про обробку металів різанням. Загальні основи процесу різання металів.
- 5.7 Фізичні явища, що відбуваються під час різання металів.
- 5.8 Параметри та елементи різання.
- 5.9 Класифікація і будова металорізальних верстатів.
- 5.10 Характеристика металорізального інструменту.
- 5.11 Поняття про електрофізичні та електрохімічні методи обробки матеріалів.

5.1 Поняття про обробку металів тиском

Обробка металів **тиском** заснована на використанні однієї з основних властивостей металів – **пластичності**, тобто на їх здатності в певних умовах сприймати під дією зовнішніх сил **залишкову деформацію** без порушення цілісності матеріалу заготовки.

Розрізняють наступні основні способи обробки металів тиском:

прокатка, волочіння, пресування, вільна ковка, штамповка об'ємна і листовая.

5.2 Переваги обробки металів ТИСКОМ

Процеси обробки металів **тиском** відрізняються:

- **високою продуктивністю**,
- **економною витратою** металу порівняно з ливарним виробництвом і механічною обробкою.

Крім того, **обробка тиском покращує механічні властивості** литого металу.

Тому обробці металів **тиском** піддають біля 90 % всієї виплавляємої **сталі** і більше 50 % **кольорових металів**.

5.3 Пластична деформація металів

Пластична деформація заключається у **переміщенні** атомів відносно один одного під дією зовнішніх сил на відстані більше ніж відстані між атомами із одних рівноважних положень в нові. При цьому не порушується суцільність, але змінюється **структура і властивості металу**.

На **пластичність** металу впливає також **температура**. З підвищенням температури нагрівання **пластичність** металів звичайно зростає, а міцність зменшується.

У вуглецевих сталях при температурах 100...400 °С **пластичність** зменшується, а **міцність** зростає. Цей інтервал температур називають **зоною крихкості**.

5.3 Пластична деформація металів

Фактором впливу на пластичність металу є також **швидкість деформації** – зміна ступеню деформації ε в одиницю часу ($d\varepsilon/dt$).

Звичайно, механічні властивості металів визначаються при **швидкостях** деформування до **10 мм/с**. Загалом із зростанням швидкості деформації **пластичність падає**.

Важливим є те, що в процесі **пластичної деформації** в металі виникають суттєві **головні напруги**, які діють у трьох напрямках і також являються фактором впливу на пластичність металу.

5.3 Пластична деформація металів

Основу **структури металу** (заготовок) складають **зерна первинної кристалізації** (**дендрити**) різних розмірів і форми, на границях яких утворюються **неметалеві включення**, а також існують пори, газові бульбашки тощо.

Висока ступінь **деформації** при **високій температурі** викликає **подрібнення зерен**, а також часткове **заварювання пор**.

В процесі деформації зерна і міжкристалічні прошарки **витягуються** у напрямку найбільшої деформації, цим самим впливаючи на механічні властивості металу (виникнення **анізотропії** властивостей).

5.4 Обробка металів тиском

Способи обробки металів тиском

Прокатка

обтискання металу обертаючими **валками**

Пресування

продавлювання нагрітого металу із замкнутої порожнини крізь калібрований **отвір** у матриці

Волочіння

протягування заготовки через отвір, що звужується, у волочильній матриці (у **волоці**)

Вільне кування

деформування нагрітої заготовки між **бойками** молота з метою надання їй необхідної зовнішньої форми

Штампкування

одночасне *деформування* всієї заготовки у спеціальному інструменті – **штампі** на молотах, пресах

5.4 Обробка металів тиском (прокатка)

Вальцювання (прокатка) — такий вид обробки металів тиском, коли **заготівка силами тертя** втягується у проміжок між: **обертальними валками**, які її **пластично деформують**, зменшуючи площу поперечного перерізу і збільшуючи довжину.

Вальцювання належить до найпродуктивніших видів обробки завдяки безперервності процесу і великій швидкості руху заготовки між валками.

Цим способом обробляють приблизно 90 % **сталі**, витопленої на металургійних заводах, та понад половину **кольорових металів** і їх

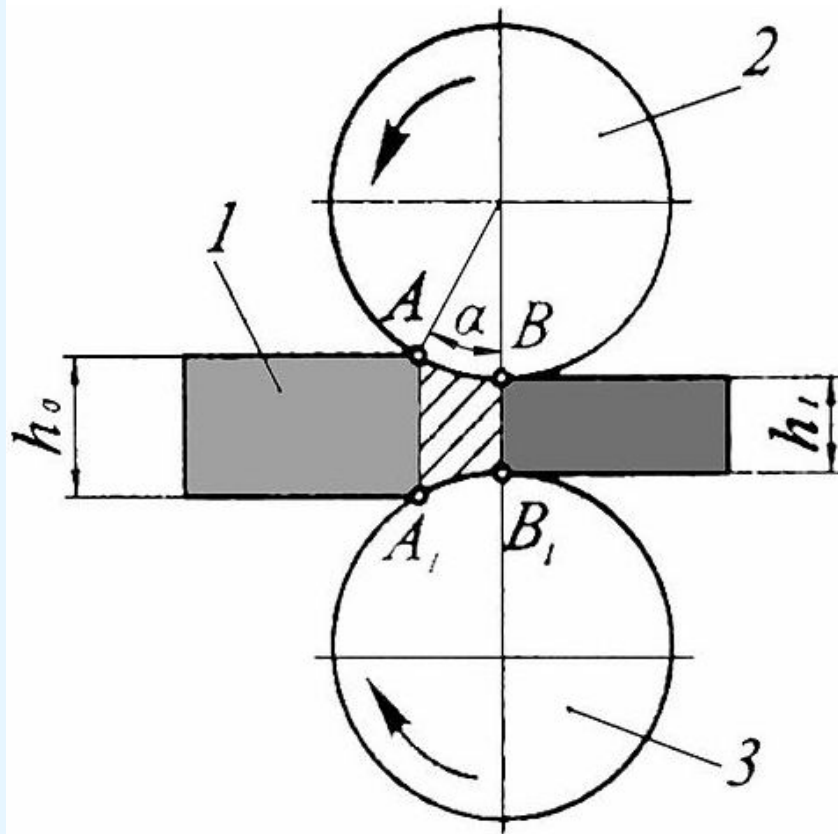


Схема вальцювання металу:

1 - заготовка; **2,3** – валки; h_0 – початкова і h_1 – кінцева висота заготовки; α – кут захоплення

5.4 Обробка металів тиском

Вальцюванням називають процес пластичного деформування гарячих заготовок між **обертаючими приводними валками**.

Прокаткою одержують вироби з постійним по довжині поперечним перерізом (прутки, рейки, листи, труби, балки). При прокатці схема головних напруг відповідає об'ємному обтисканню з максимальною напругою у напрямку тиску валків.

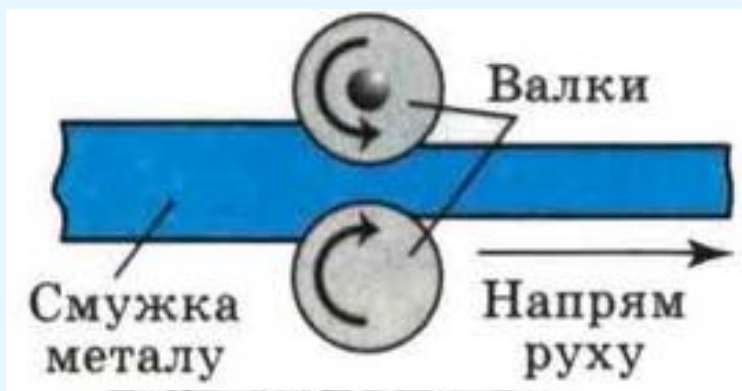
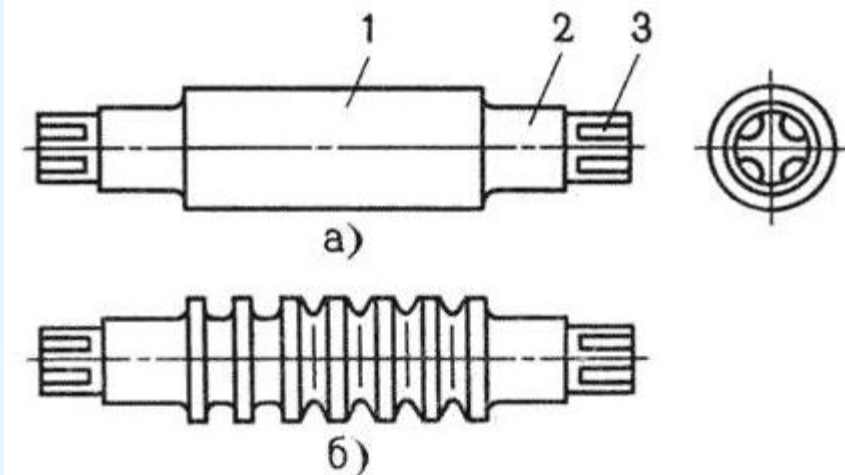


Схема прокатування металу між валками та види прокату



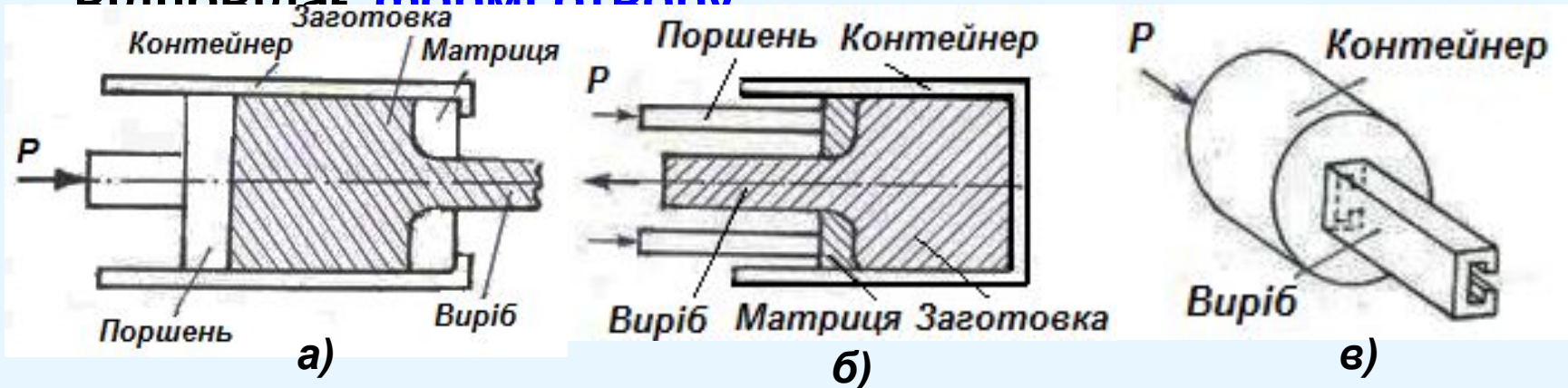
Прокатні валки:

а) гладкий, б) калібрований

1 – робоча частина – бочка,
2 – шийки, 3 – тріфи

5.4 Обробка металів тиском (пресування)

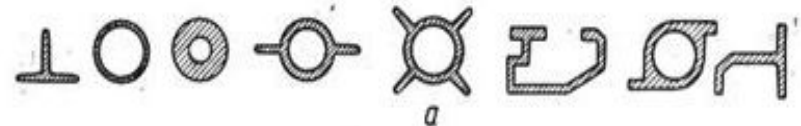
Пресування – спосіб виготовлення виробів **витисканням** заготовки із замкнутої порожнини (контейнера) через **отвір у матриці**. У процесі пресування отримують вироби, **поперечний переріз** яких відповідає **формі отвору**



Схеми виготовлення виробів пресуванням:

а) пряме пресування, б) зворотне пресування, в) спосіб виготовлення виробів складного профілю.

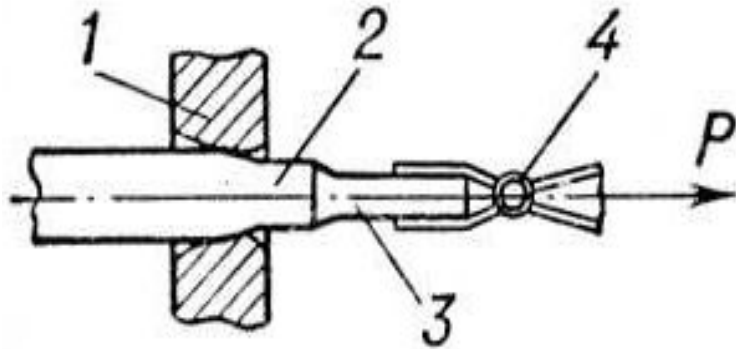
Пресуванням виготовляють суцільні й порожнисті вироби простого та складного профілю з **алюмінію, міді, титану, цинку та їх сплавів**, а також з **вуглецевих і легованих сталей**.



5.4 Обробка металів тиском (волочіння)

Волочіння — спосіб обробки металів тиском, що полягає у протягуванні вальцьованих або пресованих заготовок крізь отвір, що поступово звужується і поперечний переріз якого менший за поперечний переріз заготовки, а конфігурація отвору формує заданий профіль виробу. Для зменшення тертя оброблювані заготовки покривають густими мастилами.

Волочінням одержують тонкі сорти дроту, калібровані прутки, тонкостінні труби.



Форми профілів, що отримують волочінням

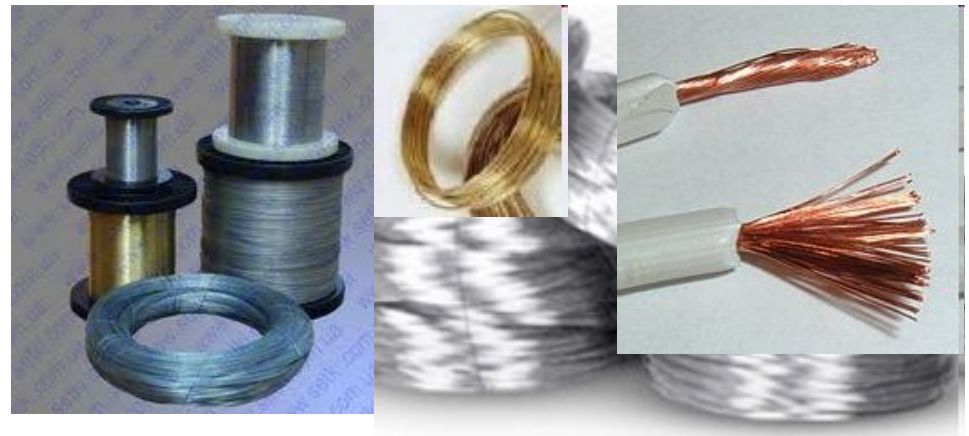


Схема волочіння: 1 – волока;
2 – заготовка; 3 – заострений кінець заготовки; 4 – захват

Вироби отримані волочінням

5.4 Обробка металів тиском (волочіння)

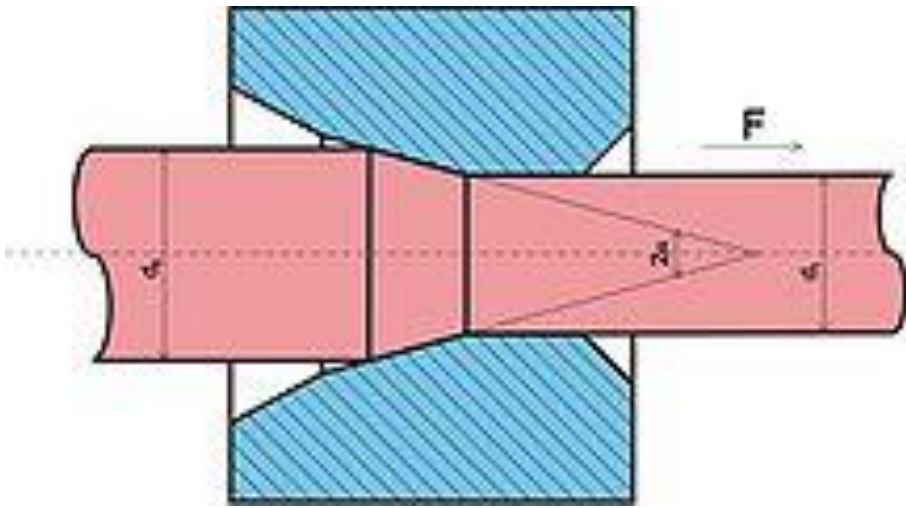
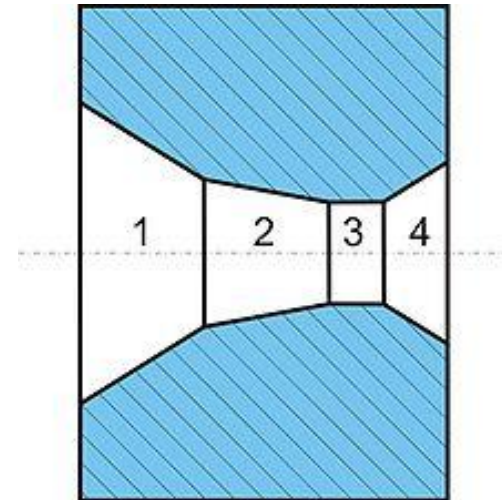
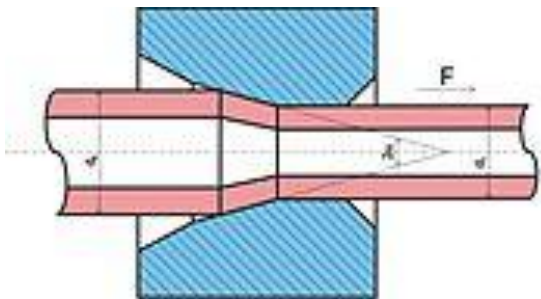


Схема волочіння дроту

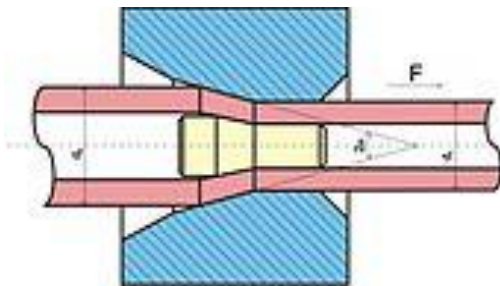


Зони робочого отвору волоки:
1 – вхідна; 2 – деформувальна;
3 – калібрувальна; 4 – вихідна

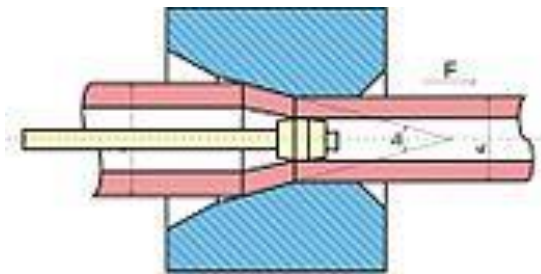
Види волочіння труб:



Волочіння без оправки



Волочіння з короткою вільною оправкою з конусом



Волочіння з нерухомою оправкою

5.4 Обробка металів тиском (кування)

Кування – процес деформування нагрітої заготовки між **верхнім і нижнім бійками молота** або **преса** з допомогою універсального інструменту. Кування може бути машинним або ручним.

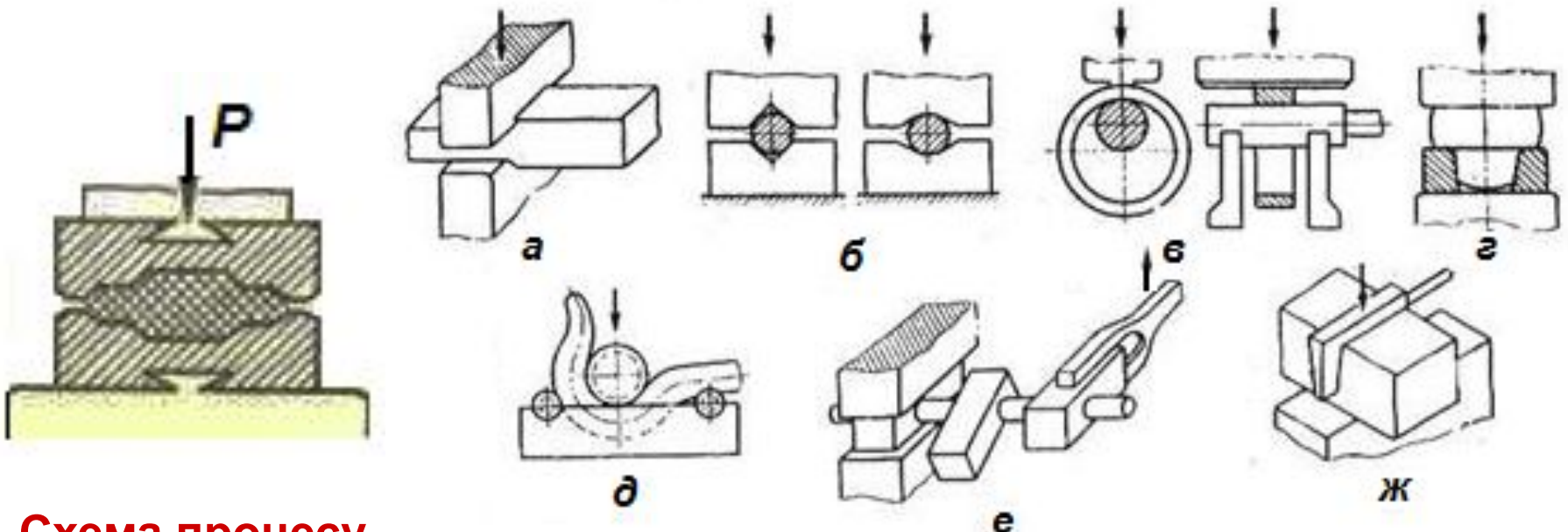


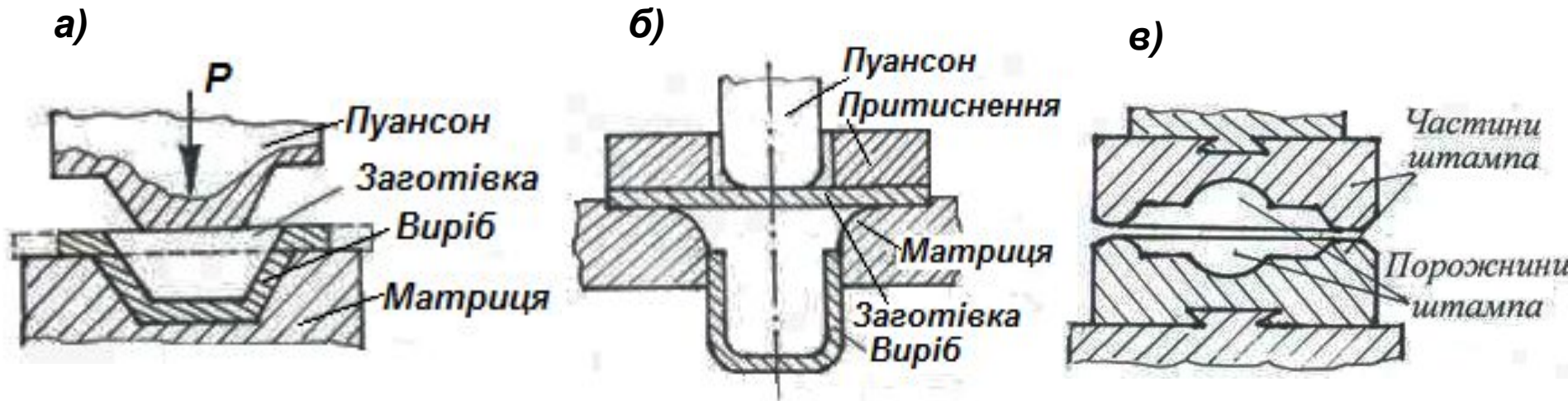
Схема процесу кування

Операції кування:

а) – протягування; б) – осадка; в) - г) – прошивання;
д) – гнуття; е) – закручування; ж) – рубання.

5.4 Обробка металів тиском (штампування)

Штамування (об'ємне) полягає у одночасному деформуванні всієї заготовки у спеціальному інструменті – **штампі** на молотах, пресах або горизонтально-кувальних машинах. Форма і розміри внутрішньої порожнини штампа визначають форму і розміри заготовки.



Схеми процесу штампування: листове (а,б) та об'ємне (в)

5.4 Обробка металів тиском (штампування)

При **об'ємному штампуванні** – способі обробки металів **тиском**, заготовка, поміщена в робочу порожнину **штампа**, **пластично деформується**, набуваючи **конфігурації** та **розмірів** порожнини.

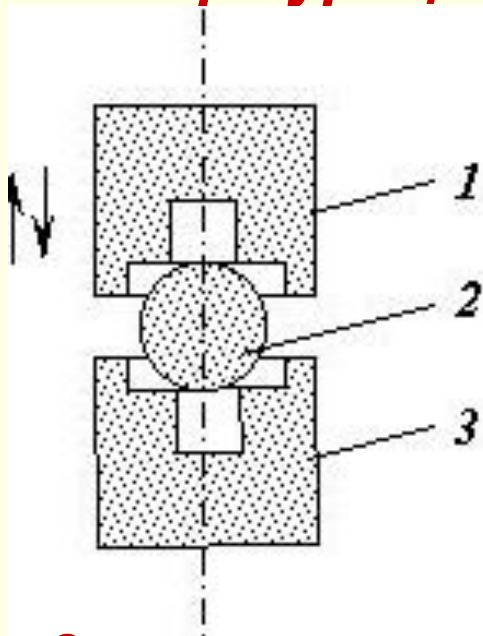


Схема штампа:
1 – пуансон,
2 – заготовка,
3 – матриця



Штампувальний прес



Вироби
об'ємного
штампування

5.5 Температурний інтервал гарячої обробки металу тиском

Для кожного металу існує такий **температурний інтервал**, в якому забезпечуються оптимальні умови гарячої обробки тиском.

Інтервал температур між **початком** і **закінченням**, у якому метал чи сплав має найкращу **пластичність** і мінімальний опір деформуванню, називають **температурним інтервалом** гарячої обробки тиском.

Для **максимального підвищення пластичності** металу **температура початку обробки** повинна бути якомога високою, але не викликати **перегріву** та **перепалення**.

Температурний інтервал гарячої обробки **вуглецевих сталей** з 0,2...0,7 % С – 1280...800 °С; з 0,8...1,3 % С – 1100...760 °С.

Мідні сплави обробляють в інтервалі температур 900...700 °С; **дюралюміній** – 470...400 °С; **титанові сплави** – 1100...900 °С.

5.6 Поняття про обробку металів різанням

Обробкою конструкційних матеріалів **різанням** називається процес **відокремлення різальними інструментами шару матеріалу** від заготовки для одержання **необхідної форми** деталі.

Для забезпечення встановленої точності розмірів і шорсткості поверхні більшість деталей обробляються на верстатах **зняттям стружки**, тобто відбувається процес різання **лезовими і абразивними** інструментами.

5.6 Основи процесу різання металів

Для одержання поверхні **заданої форми і розмірів** заготовки **інструменти** закріплюються на **металорізальних верстатах**.

При цьому **робочі органи** верстатів надають **заготовці і інструментам рухи** необхідної траєкторії із встановленою **швидкістю і силою**.

Рухи, при яких із заготовки знімається стружка, називаються **робочими**. При **допоміжних рухах** із заготовки стружка **не знімається** (підвід та відвід інструменту і ін.).

Робочий рух можна розкласти на **головний рух і рух подачі**.

Головним називають рух, **швидкість якого найбільша**.

Зняття стружки здійснюється в основному при поєднанні **головного руху і руху подачі**.

5.7 Фізичні явища, що відбуваються під час різання металів

Різання металів відбувається шляхом складною сукупності різних деформацій – **зминання, зсуву, зрізу**, що супроводжуються **тертям** відокремлюваної стружки об передню поверхню різця і **тертям** поверхні різання об задню поверхню різця.

В результаті **пружно-пластичної** деформації металу, яка відбувається під впливом різального інструменту, утворюються **нові поверхні**.

Заготовці від шпинделя передається **головний обертальний рух**, **різцю** – **рух подачі**; обидва ці рухи – безперервні.

5.8 Параметри різання

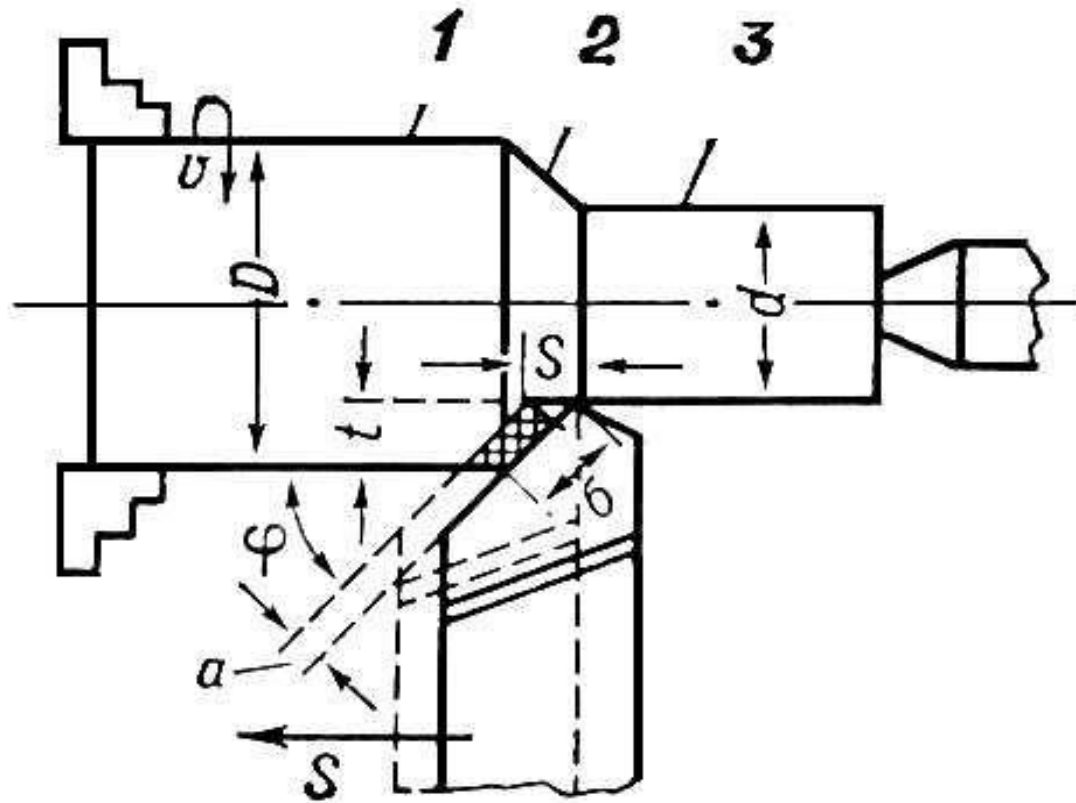
Глибина різання t – **відстань** між оброблюваною і обробленою поверхнями, виміряна по перпендикуляру до осі заготовки, мм:
 $t = (D-d)/2$.

Подача s – **переміщення** різця відносно заготовки у напрямку подачі за один оберт заготовки, мм/об.

Швидкість різання:
(D – діаметр заготовки).

$$v = \frac{\pi D n}{1000}, \text{ м/хв}$$

5.8 Елементи режиму різання



Елементи режиму різання при точінні:

1 – оброблювана поверхня; **2** – поверхня різання; **3** – оброблена поверхня.

D – діаметр оброблюваної заготовки; **d** – діаметр деталі після обробки;
a і **b** – товщина і ширина шару, що зрізується.

5.9 Класифікація і будова металорізальних верстатів

Металорізальні верстати – машини для формування деталей із металів шляхом **зняття стружки** або **без зняття стружки** (обкатування роликami, нанесення рифлень і ін.).

Будь-який **верстат**, як і всяка машина, складається із трьох основних механізмів: **рушійного, передавального і виконавчого**.

Виконавчий механізм одержує рух від **рушійного** через **передавальний** і забезпечує **відносне переміщення заготовки і інструменту**, чим і визначається формування деталі.

Передавальний механізм представляє собою сукупність пристроїв, що передають **рух від двигуна до виконавчих органів** (шпинделя, супорта, столу), і називається приводом верстата.

Металорізальні верстати поділяють на групи відповідно до методів обробки різанням: **точіння, фрезерування, свердлення, стругання, протягування**.

5.9 Класифікація і будова металорізальних верстатів

Верстати токарної групи призначені для обробки **зовнішніх і внутрішніх поверхонь тіл обертання**, обробки **плоских торцевих поверхонь**, **нарізування різьби** і ін.

Для обробки отворів використовуються **свердла, зенкери, розгортки** та ін. Для нарізування різьб поряд із різьбонарізними різцями часто використовують **мітчики і плашки**.



5.9 Класифікація і будова металорізальних верстатів

Фрезерування — спосіб обробки різанням за допомогою багатолезового інструмента – **фрези**.

Фрезерування – один з найбільш продуктивних і розповсюджених видів механічної обробки **площин, фасонних поверхонь, канавок, пазів**.



Приклади фрезерувальних верстатів по металу

5.9 Класифікація і будова металорізальних верстатів



Свердління – технологічний метод одержання отворів різанням. **Рух різання** (головний рух) при свердлінні – **обертальний рух**, **рух подачі** – **поступальний**. Як інструмент при свердлінні застосовуються свердла.



Засоби свердління: свердлильні верстати, дрилі, перфоратори, акумуляторні дрилі та шуруповерти.
Інструменти: свердла, зенкери, розгортки тощо



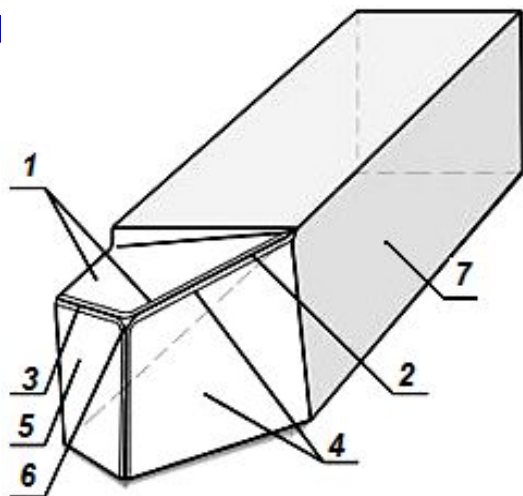
5.9 Технологія обробки металів на верстатах

- **Технологія роботи** на металорізальному верстаті визначається методом обробки та видом операцій, формою і розмірами деталі та ін.
- При обробці **циліндричних поверхонь** застосовують **поздовжнє переміщення супорту**. Зовнішні циліндричні поверхні обробляються звичайними **прохідними різцями**, внутрішні – **розточувальними**. Для одержання отвору у суцільному матеріалі його спочатку просвердлюють.
- **Свердління, зенкування і розгортання** виконують відповідними інструментами, які встановлюють в **пінолі** задньої бабки.
- Певну **специфіку** мають процеси обробки **конічних і фасонних поверхонь, нарізання різьб** тощо.

5.10 Характеристика

Основними інструментами для токарних верстатів являються **різці** різних типів, а також **свердла, зенкери, розгортки, мітчики, плашки** і ін.

Різець складається із **робочої частини** або **голівки** і **стрижня** або тіла, призначеного для кріплення різця у різцетримачеві. На робочій частині різця заточуванням утворюються поверхні: **передня** (1) і **задня** (4,5). Перетин передньої і задньої поверхонь утворюють **різальні кромки** – **головну** (2) і **допоміжну** (3). Сполучення головної і допоміжної різальних кромки утворює **вершину** **різця**



Будова прохідного різця:

1 - передня поверхня, якою сходить стружка,
2 - головне різальне ребро, 3 - допоміжне різальне ребро, 4 - головна задня поверхня, 5 - допоміжна задня поверхня, 6 - вершина різця, 7 - стрижень.

5.10 Характеристика

Фреза́ — **багатолезовий різальний інструмент**, зубці якого послідовно вступають у контакт з оброблювальною поверхнею.

В залежності від **призначення** та **виду поверхонь** для фрезерування застосовують фрези різних конструкцій, типів, з різним матеріалом різальної кромки.

Фрези мають вигляд **диска**, **циліндра** або іншого тіла обертання, що обладнане зубцями — **різцями**.

При обертанні **фреза** врізається **зубцями** (рух різання) в заготовку, що насувається (рух подачі) на фрезу, яка знімає з поверхні заготовки кожним зубцем шар металу.

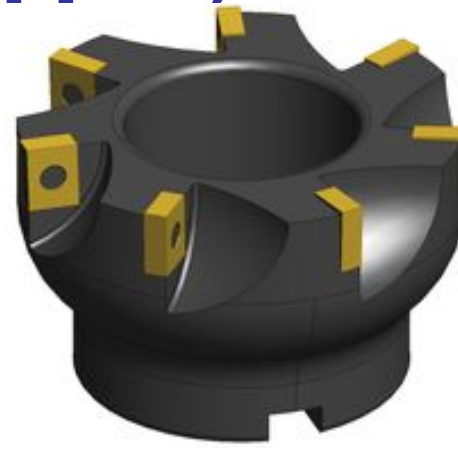
5.10 Характеристика металорізального інструменту (типи фрез)



Дискова



Модульна



Торцева



Циліндрична



Кінцеві



Пазова



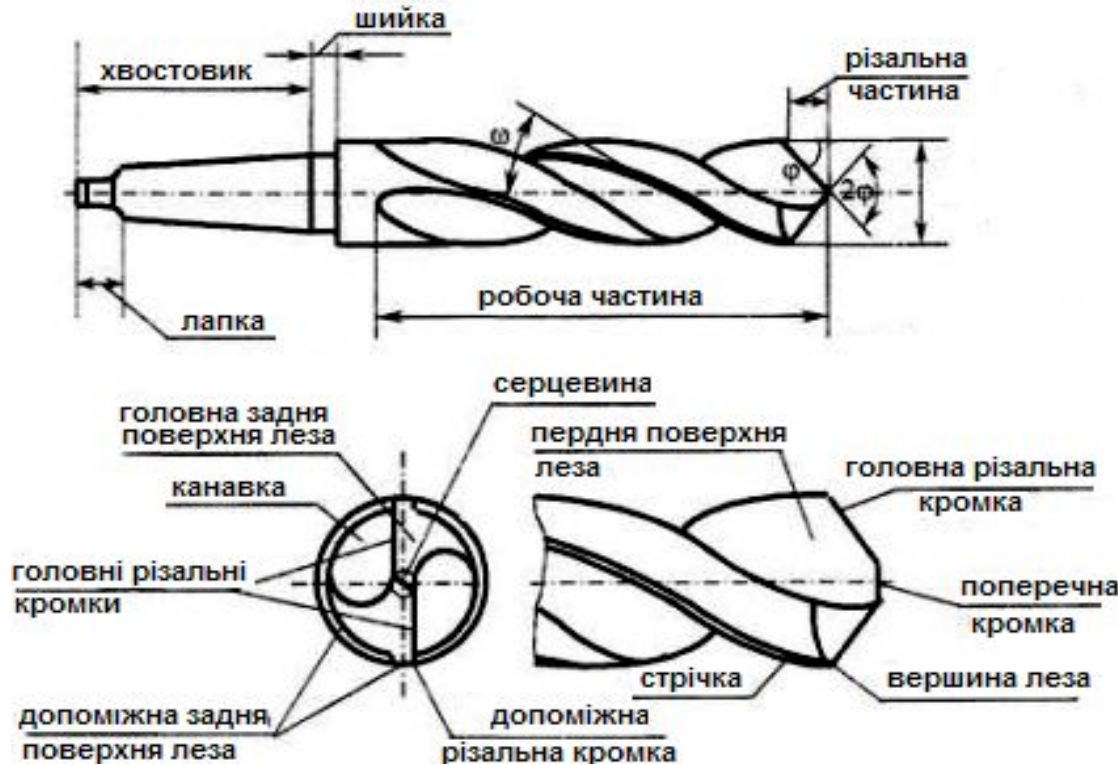
Кутова



Черв'ячна

5.10 Характеристика металорізального інструменту

Свердло — це різальний інструмент з **обертальним рухом різання і осьовим рухом подачі**, призначений для виконання **отворів** в суцільному шару матеріалу. Свердла можуть також застосовуватися для **розсвердлювання** просвердлених



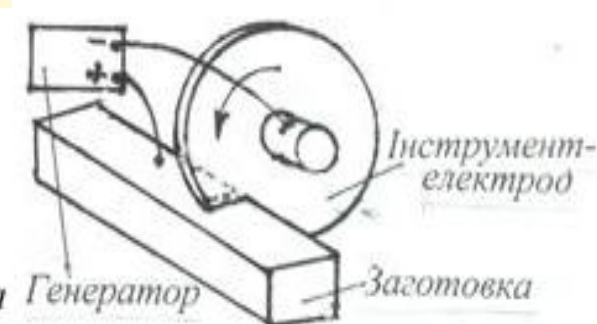
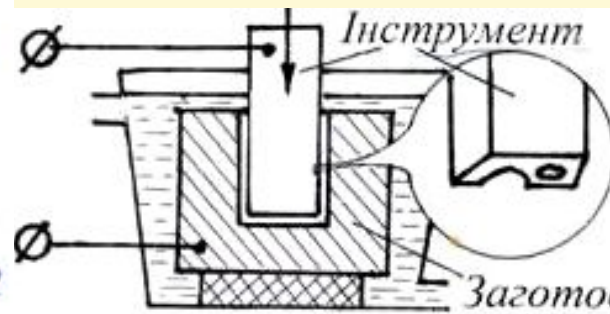
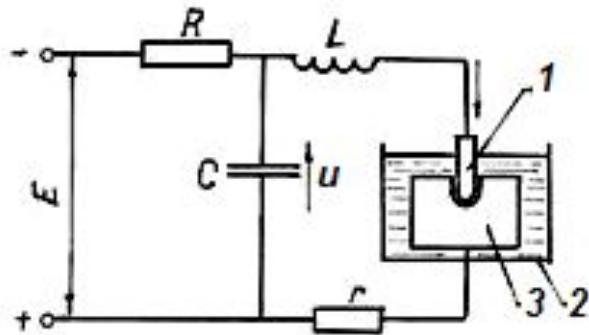
Будова та деякі види свердел

5.11 Електрофізичні та електрохімічні методи обробки матеріалів

Електрофізичне оброблення — вид механічного оброблення, який полягає в зміні форми, розмірів та шорсткості поверхні заготовки із застосуванням електричних розрядів, магнітострикційного ефекту, електронного чи оптичного опромінювання, плазмового струменю:

електроерозійне, електроіскрове, променеве, плазмове.

Всі фізико-хімічні методи обробки матеріалів поділяють на: **електроерозійні, електрохімічні, ультразвукові, променеві і комбіновані.**



Електроерозійні методи обробки матеріалів: а) і б) електроіскрові; в) електроконтактна обробка (електромеханічне руйнування металу)