

## Лекція №15

### ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ НА ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТАХ

**Фрезерування** – це високопродуктивний і розповсюджений у машинобудуванні метод обробки поверхонь заготовок багатолезовим різальним інструментом – *фрезою*.

На фрезерних верстатах обробляють горизонтальні, вертикальні та похилі поверхні, фасонні поверхні, пази різного профілю.

Технологічний метод формоутворення поверхонь фрезеруванням визначається головним обертальним рухом інструмента і, зазвичай, поступальним рухом подачі заготовки. Подачею може бути і обертальний рух заготовки навкруги осі стола, який обертається.

До режимів різання при фрезеруванні відносять швидкість різання  $v$ , подачу  $s$ , глибину різання  $t$ , ширину фрезерування  $B$ .

При фрезеруванні розрізняють три розмірності подачі:

1) подача на один зуб фрези  $s_z$ , *мм/зуб*, – переміщення заготовки при повороті фрези на кут між двома сусідніми зубами;

2) подача на один оберт фрези  $s_o$ , *мм/об*; подача за хвилину  $s_{хв}$ , *мм/хв*.

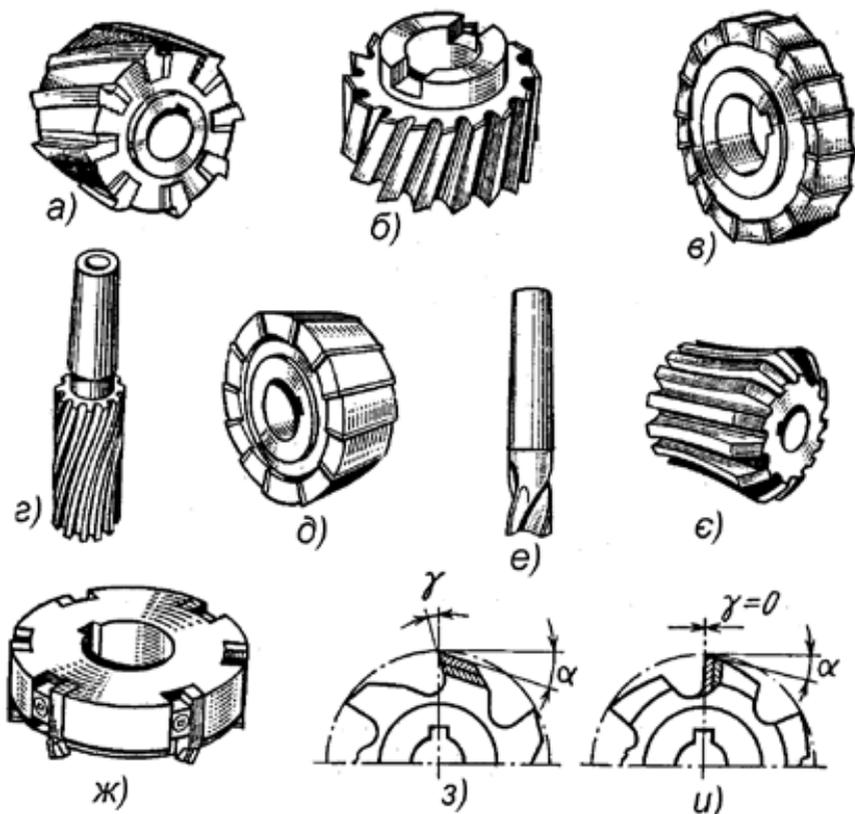
Вони зв'язані між собою такими залежностями:

$$s_{хв} = s_o \cdot n = s_z \cdot z \cdot n$$

де  $n$  і  $z$  – відповідно частота обертання фрези і число зубів.

#### Типи фрез

В залежності від призначення та виду оброблюваних поверхонь розрізняють такі типи фрез: циліндричні, торцеві, дискові, кінцеві, кутові, шпонкові), фасонні.



Типи фрез

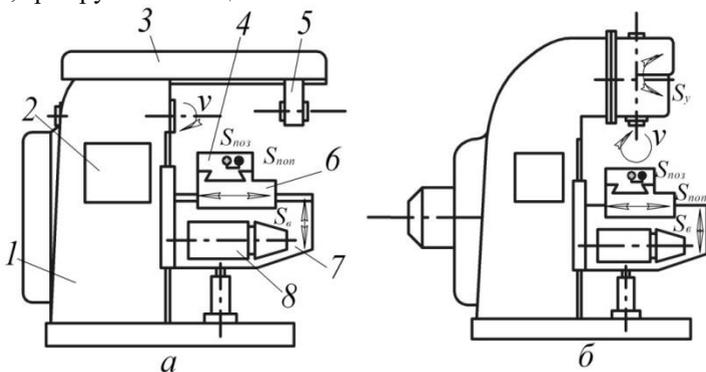
Фрези виготовляють суцільними або збірними зі вставними зубами – ножами. Різальні кромки можуть бути прямі або гвинтові. Фрези можуть мати гострозаточені або затиловані зуби. У фрез з гострозаточеними зубами передня і задня поверхні зубів плоскі. Такі фрези заточують по задній поверхні. У фрез із затилованими зубами передня поверхня зубів плоска, а задня виконана за спіраллю Архімеда. В таких фрезах при переточуванні по передній поверхні зберігається незмінним профіль зуба фрези.

Суцільні фрези виготовляють з інструментальних сталей. У збірних фрез зуби (ножі) виготовляють з швидкорізальних сталей або твердих сплавів і закріплюють у корпусі фрези механічно або паянням.

### Фрезерні верстати

За розповсюдженням у металообробці фрезерні верстати після верстатів токарної групи є найпоширенішими. До фрезерної групи належать такі типи

верстатів: консольно-фрезерні вертикальні та горизонтальні, вертикальні безконсольні, фрезерні верстати безперервної дії, поздовжньо-фрезерні, копіювальні, гравірувальні тощо.



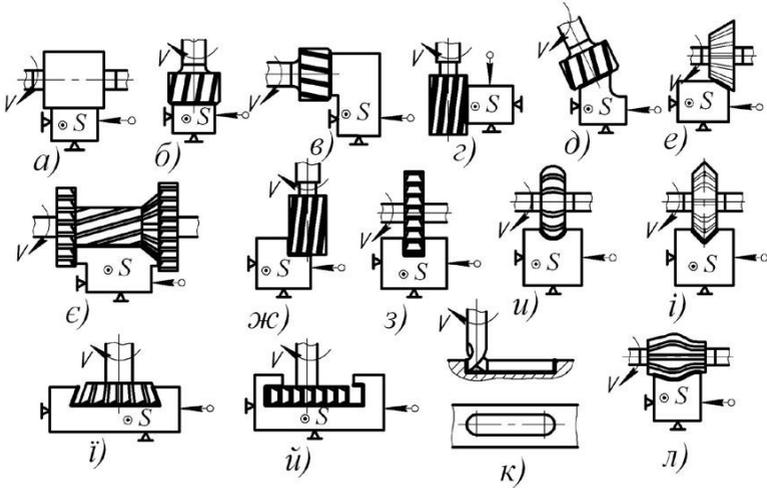
Консольні горизонтально-фрезерний (а) і вертикально- фрезерний (б) верстати

Найбільш поширеними серед названих верстатів є консольні вертикальні та горизонтальні. На рисунку показано горизонтально- консольний (а) та вертикально-консольний (б) фрезерні верстати. Консольними верстати названі так тому, що їх стіл 4 розміщено на консольній балці (консолі) 7, яка може переміщатися по вертикальних напрямних станини. В станині 1 розміщена коробка швидкостей 2. Заготовка, яка встановлюється на столі 4 в лещатах або в пристрої, отримує подачу в трьох напрямках: поздовжньому (переміщення стола по напрямних полозків б), поперечному (переміщення полозків по напрямних консолі) і вертикальному (переміщення консолі по напрямних станини). Коробка подач 8 розташована всередині консолі.

Вертикально-фрезерний верстат побудований аналогічно горизонтально-фрезерному, тільки вісь шпинделя у нього розташована вертикально в шпиндельній головці, яка може повертатися навкруги горизонтальної осі, що дає змогу встановлювати торцеві фрези під кутом і фрезерувати похилі площини.

### Основні види фрезерних робіт

*Горизонтальні поверхні* фрезерують на горизонтально-фрезерних верстатах циліндричними фрезами і на вертикально- фрезерних верстатах торцевими фрезами, що більш продуктивно внаслідок більшої кількості одночасно працюючих зубів.



Схеми обробки заготовок на горизонтально- і вертикально- фрезерних верстатах

*Вертикальні площини* фрезерують на горизонтально-фрезерних верстатах торцевими фрезами і на вертикально-фрезерних верстатах кінцевими фрезами.

*Похилі площини* фрезерують торцевими і кінцевими фрезами на вертикально-фрезерних верстатах з поворотною фрезерною головкою і горизонтально-фрезерних верстатах кутовими фрезами.

*Комбіновані поверхні* фрезерують набором фрез на горизонтально-фрезерних верстатах.

*Уступи й прямокутні пази* фрезерують кінцевими й дисковими фрезами на вертикально- і горизонтально- фрезерних верстатах.

*Фасонні пази* фрезерують фасонною дисковою фрезою, *кутові пази* – кутовою фрезою на горизонтально- фрезерних верстатах.

*Клиновий паз* („ластівчин хвіст”) фрезерують на вертикально- фрезерному верстаті за два проходи: прямокутний паз – кінцевою фрезою, потім скоси паза – кінцевою однокутовою фрезою.

*T-подібні пази*, які мають велике розповсюдження в машинобудуванні як верстатні пази, наприклад, на столах свердлильних, фрезерних верстатах, фрезерують зазвичай за два проходи: спочатку паз прямокутного профілю кінцевою фрезою, потім нижню частину пазу *T*- подібною фрезою.

*Шпонкові пази* фрезерують шпонковими фрезами на вертикально-фрезерних верстатах.

*Фасонні поверхні* фрезерують на горизонтально- або вертикально- фрезерних верстатах фасонними фрезами.

Важливим приладдям фрезерних верстатів є ділильні головки, які використовуються при виконанні багатьох фрезерних робіт, пов'язаних з періодичним поворотом заготовки на потрібний кут – нарізанні зубів зубчастих

коліс, розверток, фрез а також для неперервного обертання заготовки при фрезеруванні спіральних канавок, кулачків тощо.

## Обробка заготовок на верстатах строгально-протягувальної групи

### Обробка заготовок на протягувальних верстатах

**Протягування** – високопродуктивний метод обробки внутрішніх і

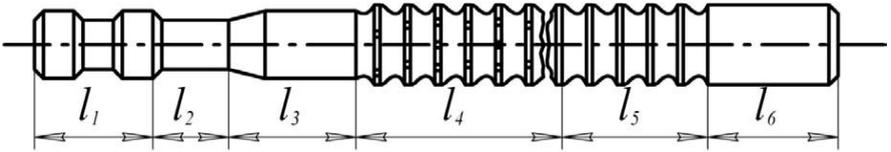
зовнішніх поверхонь різного профілю, який забезпечує високу точність форми і розмірів оброблюваної поверхні. Протягують багатолезовим різальним інструментом – протяжкою – при його поступальному рухові відносно нерухомої заготовки. Це – головний рух при протягуванні. Його швидкість і є *швидкістю різання*  $v$ . Подача при протягуванні як самостійний рух інструмента чи заготовки відсутня. За величину подачі  $s_z$ , що визначається товщиною зрізаного шару металу окремим зубом протяжки, приймають різницю розмірів по висоті двох сусідніх зубів протяжки;  $s_z$  є одночасно і глибиною різання. Ця величина складає 0,01...0,2 мм/зуб.

За характером оброблюваних поверхонь розрізняють протяжки для внутрішнього і зовнішнього протягання.

За формою розрізняють круглі, шліцьові, шпонкові, багатогранні та плоскі протяжки. За конструкцією зуби протяжки бувають з різальними кромками та округленими, тобто працюючими за методом пластичного деформування.

На рисунку зображена кругла протяжка. Основні її частини:

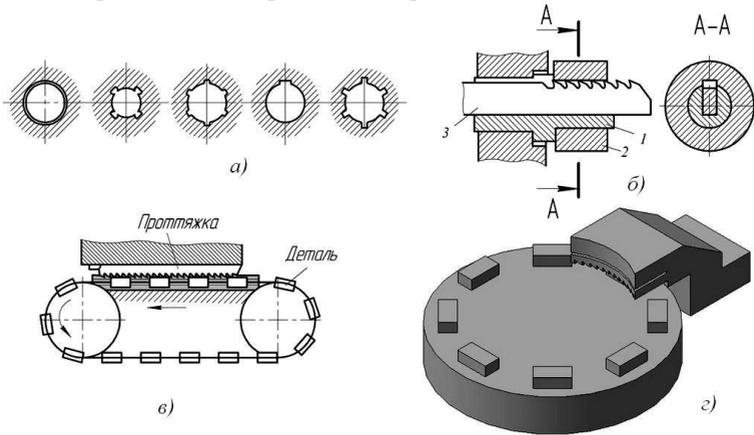
- 1) *хвостовик (замкова частина)  $l_1$* , призначений для закріплення протяжки в патроні верстата;
- 2) *шийка  $l_2$*  – для з'єднання хвостовика з передньою напрямною частиною;
- 3) *передня напрямна частина  $l_3$*  з напрямним конусом призначена для центрування заготовки відносно протяжки в початковий момент різання;
- 4) *різальна частина  $l_4$*  знімає різальними зубами, висота яких послідовно збільшується, припуск на обробку;
- 5) *калібрувальна частина  $l_5$*  призначена для надання обробленій поверхні остаточних розмірів, необхідної точності і шорсткості; форма і розміри зубів калібрувальної частини однакові і відповідають формі і розмірам останнього різального зуба;
- 6) *задня напрямна частина  $l_6$*  призначена для спрямування протяжки і підтримання її від прогинання до виходу останніх калібрувальних зубів з отвору.



Елементи круглої протяжки

Різновидом протяжки є **прошивка**, яка при обробці проштовхується крізь отвір заготовки. В прошивці відсутні хвостовик і шийка. Вона працює на стиск, а протяжка – на розтяг.

Деталі, які оброблюють на протяжних верстатах.



Роботи, які виконують на протяжних верстатах

Отвір під протягування свердлять або розточують, залишаючи припуск 0,4...0,6 мм для чорнового протягання та 0,2...1,0 мм – для чистового. Довжина отвору під протягання не повинна перевищувати трикратної довжини його діаметра.

Шпонковий паз в деталі 2 протягують плоскою шпонковою протяжкою 3 через напрямну втулку 2 з пазом для напрямлення протяжки.

При зовнішньому протягуванні широко використовують верстати ланцюгового або карусельного типу.

### Обробка заготовок на стругальних і довбальних верстатах

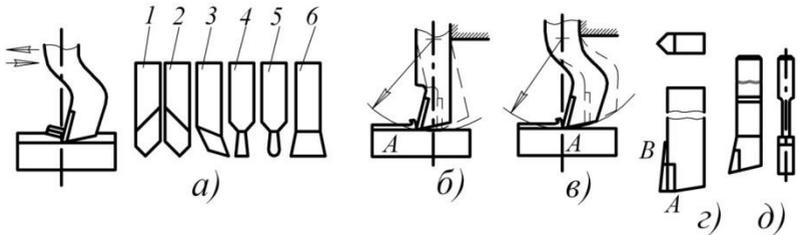
Стругальні і довбальні верстати призначені, головним чином, для обробки плоских і фасонних поверхонь з прямолінійною твірною, розташованих у горизонтальних, вертикальних, похилих площинах, а також для обробки пазів таких як, наприклад, ластівчин хвіст, верстатних T-подібних, прямокутних тощо.

При *струганні* інструмент (в поперечно-стругальних верстатах) або заготовка (в поздовжньо-стругальних верстатах) здійснюють зворотно-

поступальний головний рух в горизонтальній площині.

При добванні головний рух – зворотно-поступальне переміщення інструмента – здійснюється у вертикальній площині.

Інструментом для обробки струганням чи добванням є різці. За своєю формою стругальні різці подібні до токарних, але оскільки вони працюють у більш важких умовах (в момент врізання різця відбувається удар), державки їх роблять більш масивними. Стругальні різці, так як і токарні, за розташуванням різальної кромки поділяються на праві 1 і ліві 2; за призначенням – на прохідні 1 і 2, підрізні 3, відрізні 4, фасонні 5; за характером обробки – на чорнові 1 та чистові 6.



Стругальні і довбальні різці

Під час обробки стругальний різець згинається і вершина прямого різця, описуючи дугу навколо точки А, заглиблюється в тіло заготовки, що призводить до пошкодження обробленої поверхні. Тому стругальні різці зазвичай роблять відігнутими так, щоб вісь державки різця проходила через його вершину.

Довбальні прохідний і прорізний різці показані на рисунку. Поверхня А цих різців є передньою, по якій сходить стружка, а поверхня В – задньою поверхнею.

Потрібно зазначити, що протягання та добвання може бути замінено фрезеруванням, яке є більш продуктивним процесом, але в тих випадках, коли остаточною обробкою є шабрування, наприклад при обробці напрямних станин металорізальних верстатів, перевагу слід надавати струганню, після якого процес шабрування здійснювати набагато легше, ніж після фрезерування.

## КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Які поверхні оброблюють на фрезерних верстатах?
2. Назвіть основні типи фрез.
3. Назвіть типи фрезерних верстатів.
4. Основні роботи, які виконують на фрезерних верстатах. Схеми обробки.
5. Назвіть особливості обробки протягуванням.

6. Відобразіть конструкцію круглої протяжки.
7. Схеми обробки при протягуванні.
8. Який рух є головним при струганні та довбанні?
9. Який інструмент застосовується для стругання та довбання?
10. Які роботи можна виконувати на стругальних і довбальних верстатах?