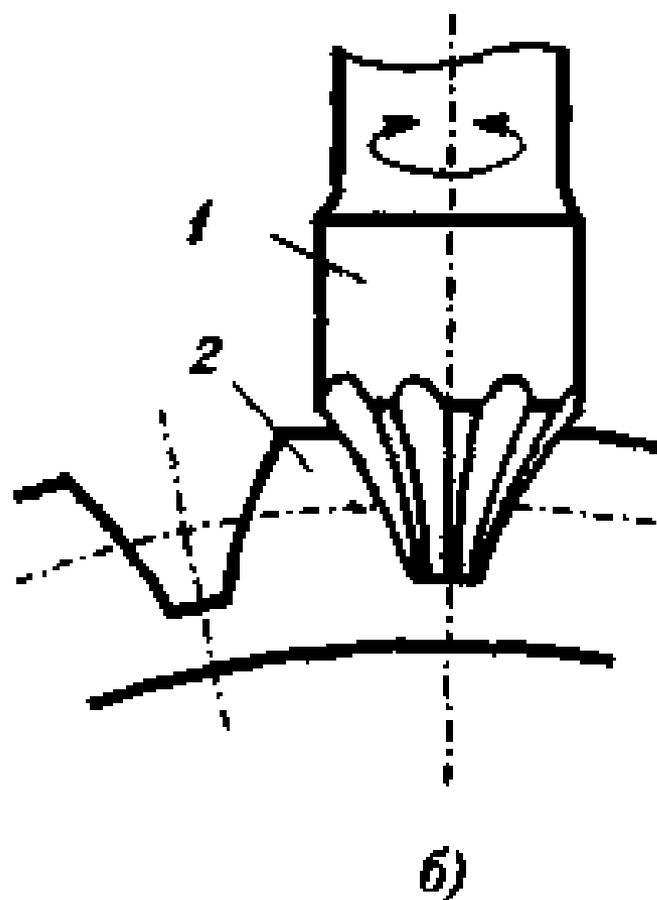
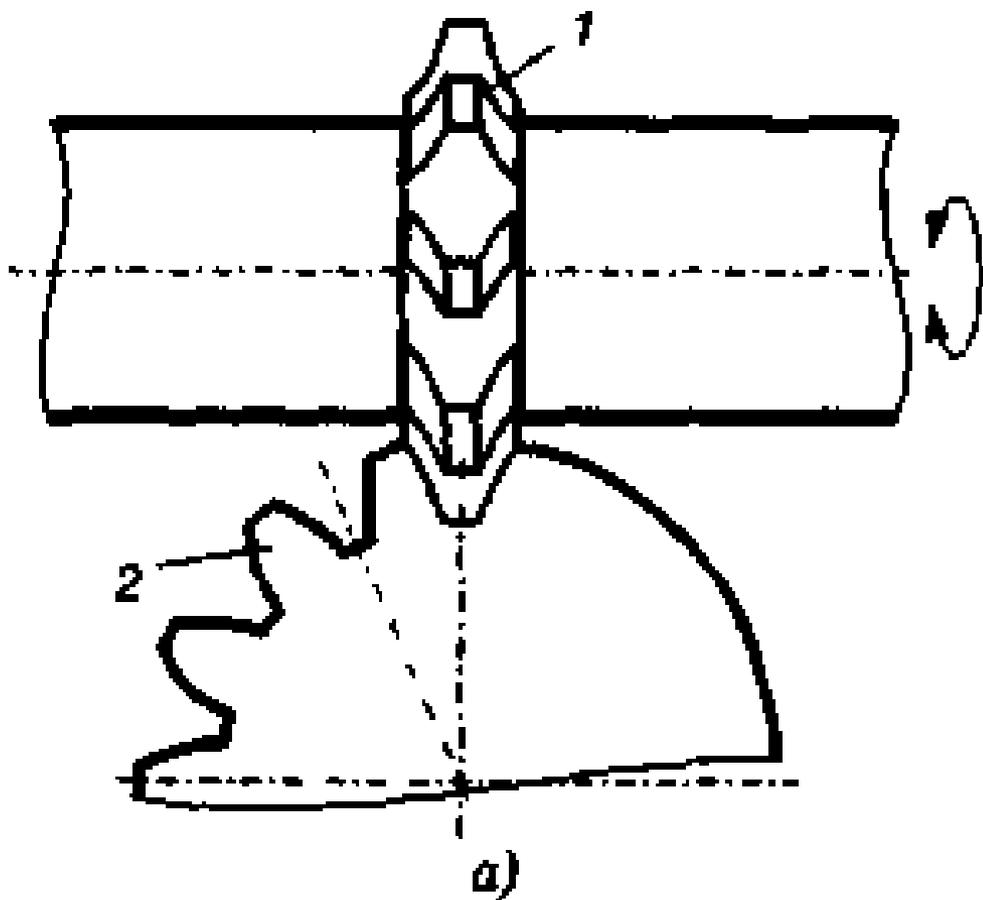


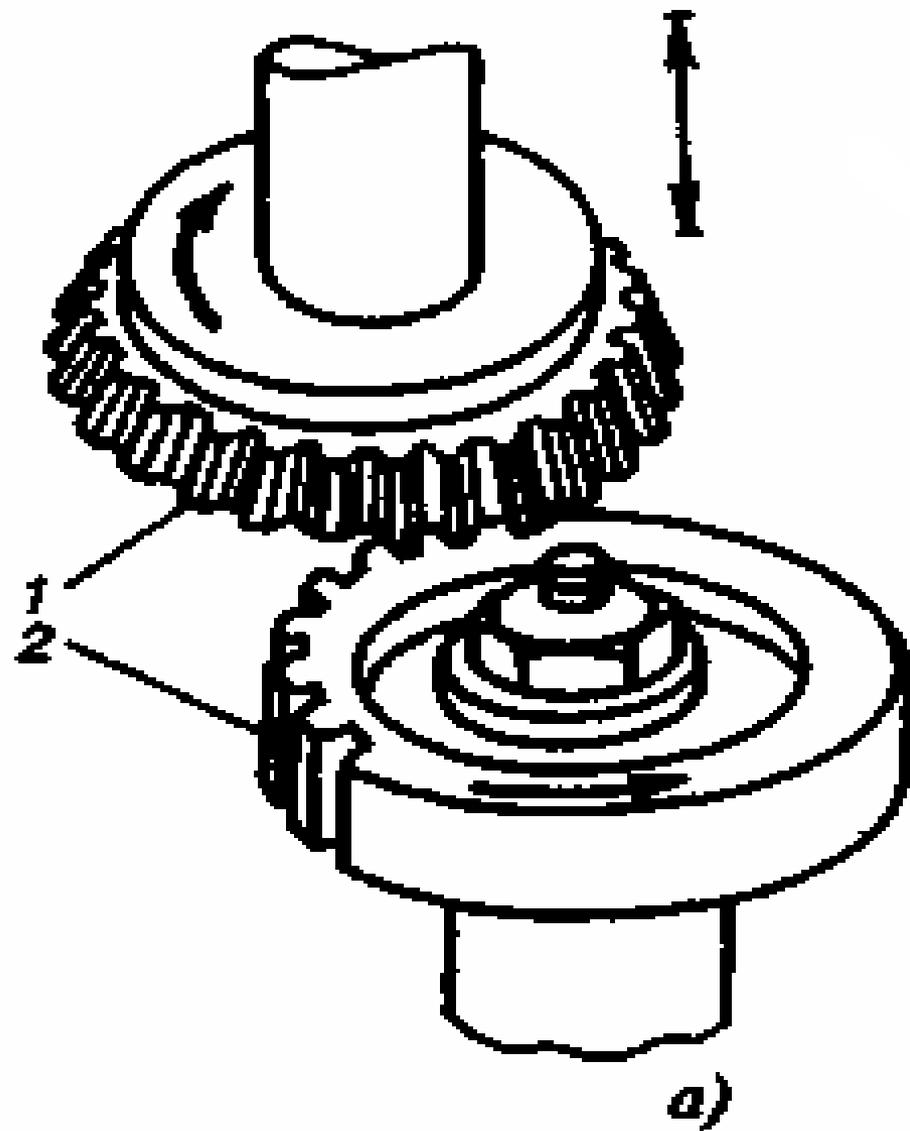
# Методи обробки зубчастих коліс

- Існують два методи нарізування зубчастих коліс, метод обкатування і метод копіювання.
- Метод копіювання використовується в одиничному виробництві, частіше при ремонтних роботах.
- В машинобудуванні найбільш поширений метод обкатування. В цьому випадку різальний інструмент і заготовка обкочуються подібно кінематичним ланкам зубчастої передачі. Він більш точний і продуктивний і широко використовується в серійному виробництві.
- У масовому виробництві застосовуються спеціальні високопродуктивні зубообробні верстати (з ЧПУ), що працюють за методом копіювання.

# Схема нарізування зубчастих коліс модульними фрезами методом копіювання

*а - дисковою, б – пальцевою*



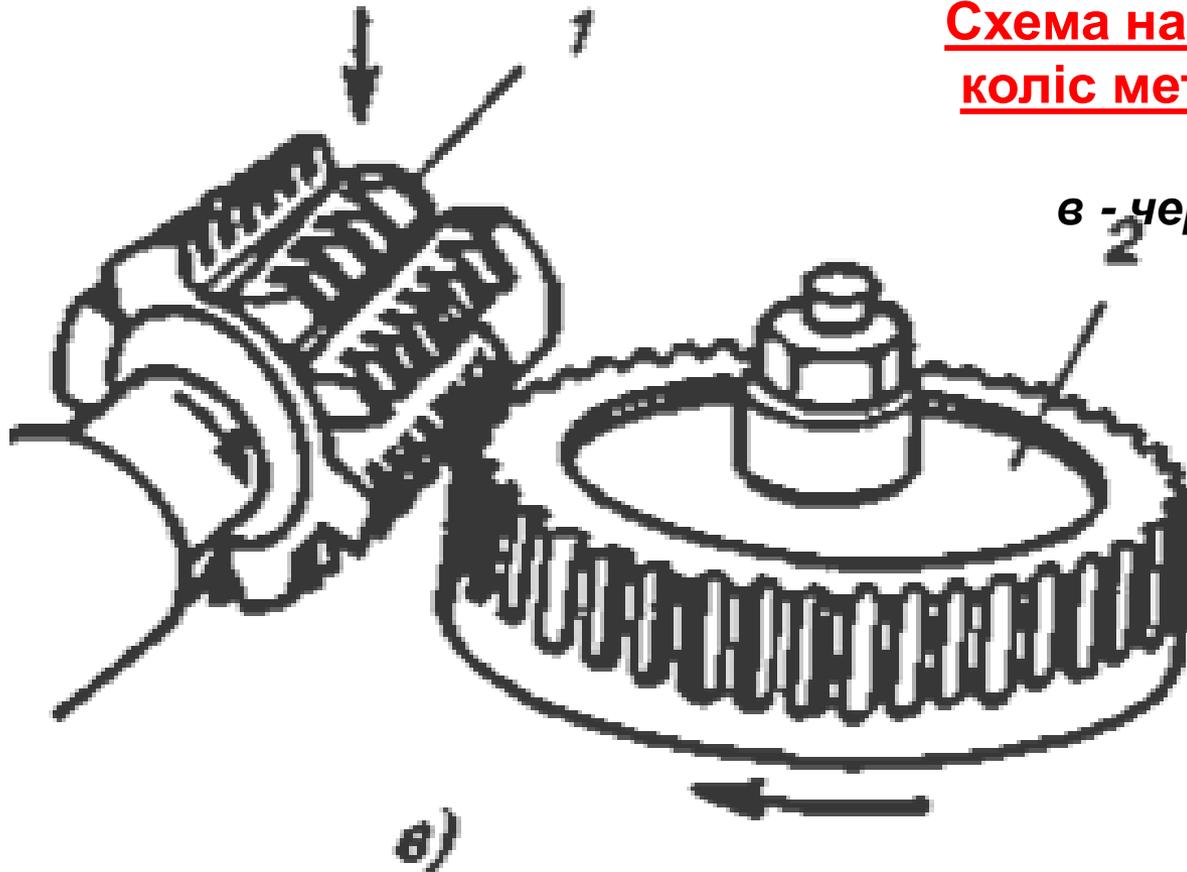


**Схема  
нарізування  
зубчастих коліс  
методом  
обкатування:**

*а – прямозубим  
довбачем*



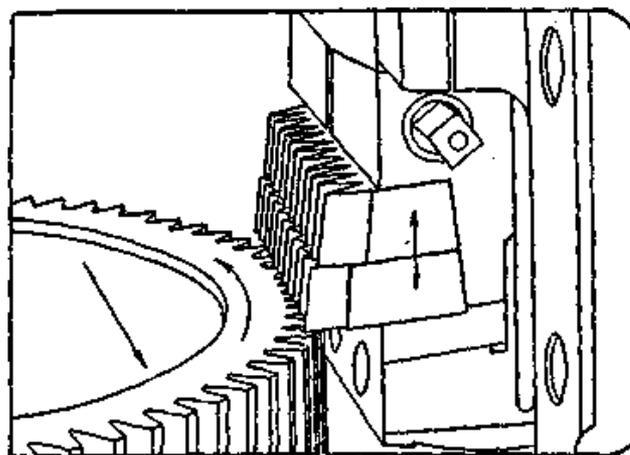
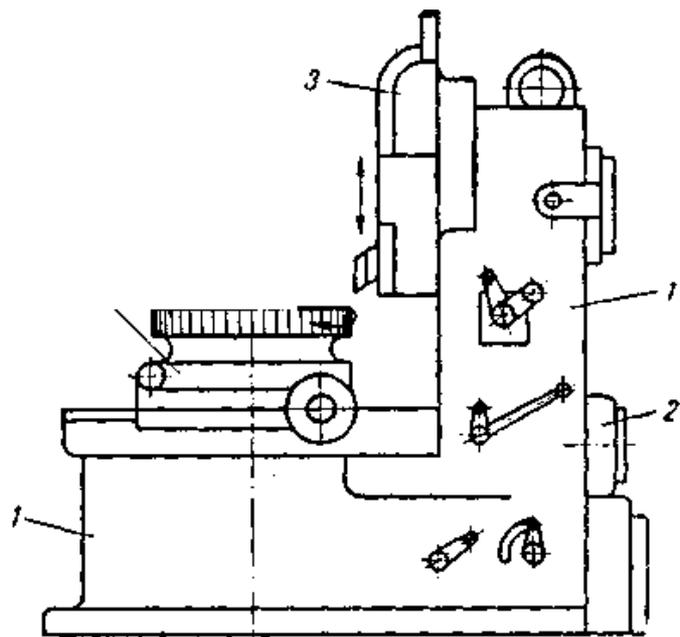
**Схема нарізування зубчастих коліс методом обкатування:**



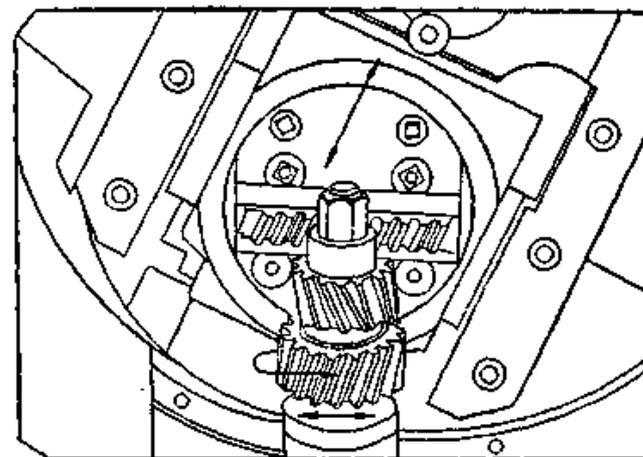
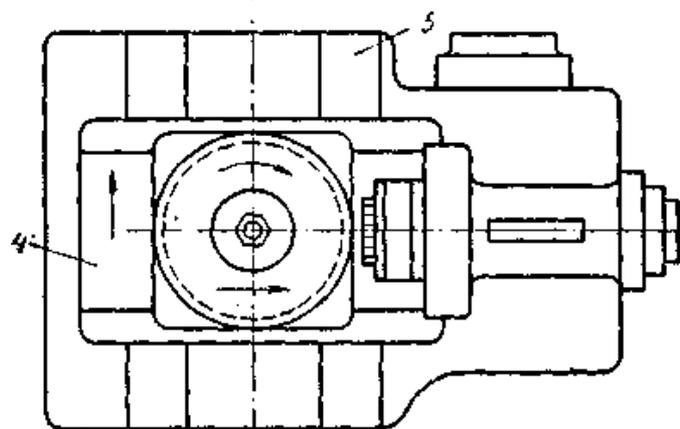
*в - черв'ячною фрезой*

*Метод обкатування відрізняється високою продуктивністю і потужністю.*

**Перевага методу обкатування - універсальність різального інструменту: при одному модулі одним інструментом можна нарізати колеса з різним числом зубів.**



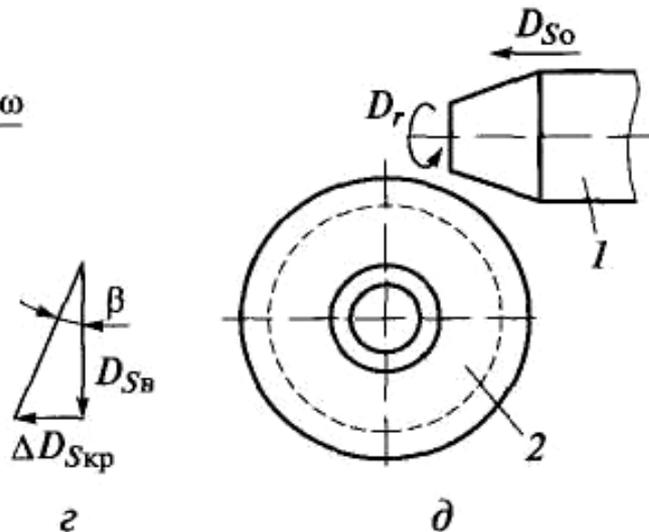
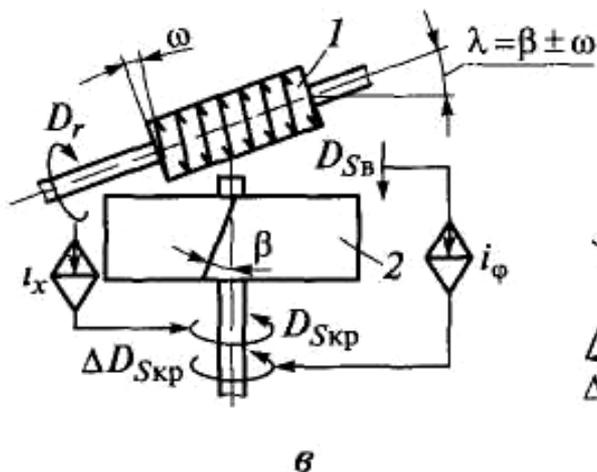
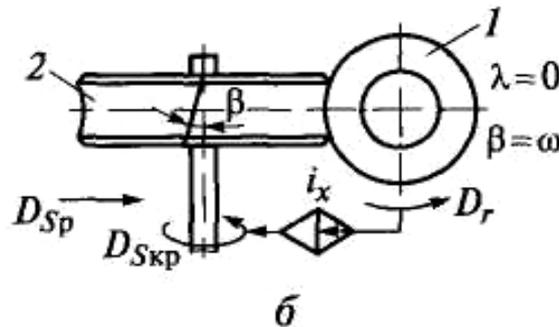
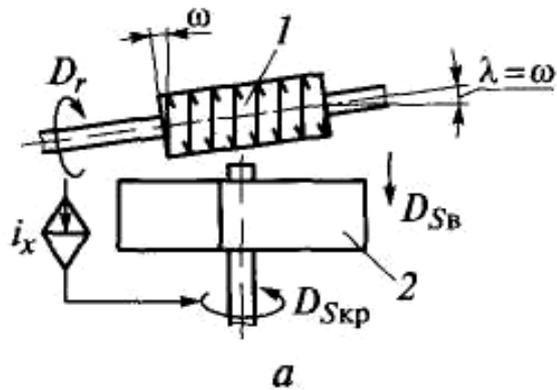
а)



б)

**Схема зубодовбального верстата, що працює рейкою**

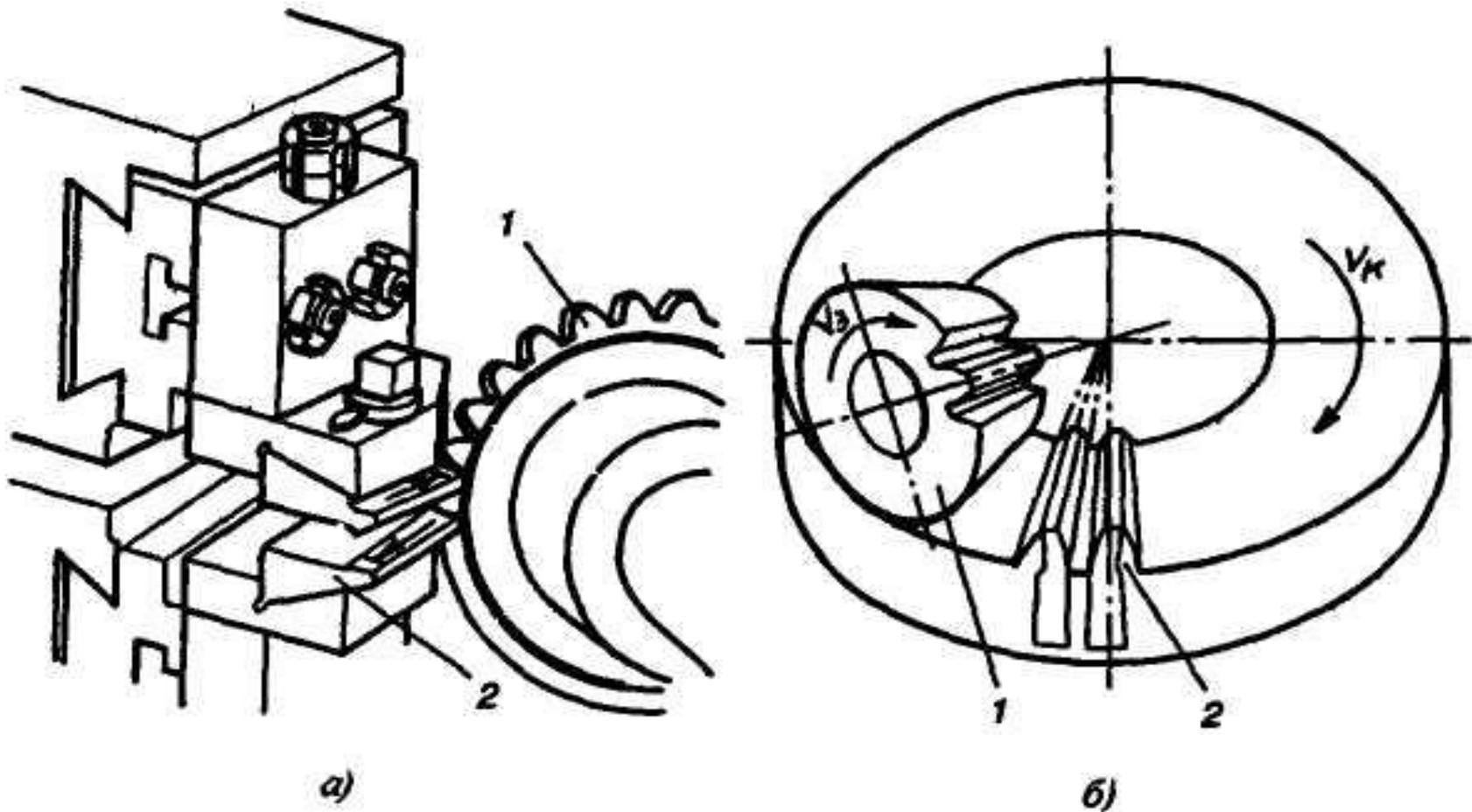
# Метод обкатування



Принципові схеми  
нарізання  
циліндричних  
зубчастих коліс  
черв'ячно-  
модульною  
фрезою :

(а) - прямозубого,  
(б, д) - черв'ячного,  
(в) - косозубого  
(г) - схема формування  
кута нахилу зуба

**1** - черв'ячно-модульна фреза; **2** - заготовка (колесо);  **$i_x$**  і  **$i_\phi$**  - передавальні відношення гідари обкатки і диференціальної гідари;  **$\lambda$**  - кут установки шпинделя фрези;  **$\omega$**  - кут нахилу гвинтової лінії фрези;  **$\beta$**  - кут нахилу гвинтової лінії колеса, що нарізається



## Нарізування зубчастих коліс на зубостругальному верстаті:

а - робоча зона зубостругального верстата,  
б - схема обкатки заготовки конічного колеса з плоским  
виготовленим колесом

# Класифікація зубообробних верстатів

Верстати для обробки та виготовлення зубчастих коліс в залежності від способу обробки і застосовуваного інструмента діляться на:

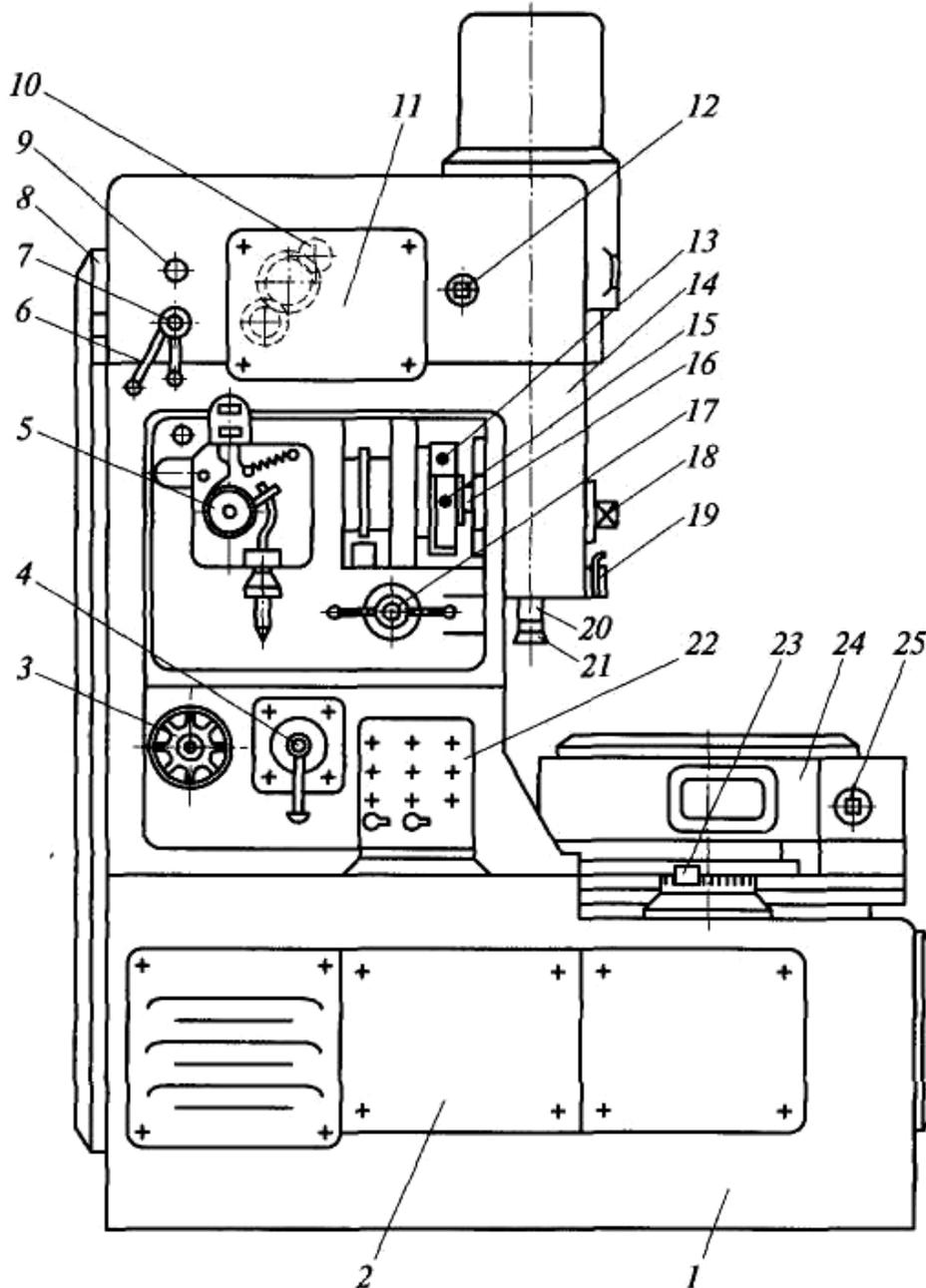
*зубодовбальні,  
зубофрезерні,  
зубостругальні,  
зубопротяжні,  
зубошевінговальні,  
зубошліфувальні,  
зубопритиральні,  
зубохонінгувальні.*

# Різьбо- і зубообробні верстати

## поділяють на:

- 1) *Зубодовбальні для обробки циліндричних коліс.*
- 2) *Зуборізні для обробки конічних коліс.*
- 3) *Зубофрезерні для обробки циліндричних коліс та шліцьових валів.*
- 4) *Зубофрезерні для нарізування черв'ячних коліс.*
- 5) *Для обробки торців зубів коліс.*
- 6) *Різьбофрезерні.*
- 7) *Зубооздоблювальні, перевірочні і обкатні.*
- 8) *Зубо- і різьбошліфувальні.*
- 9) *Різні зубо- та різьбообробні.*

## Зубодовбальний верстат



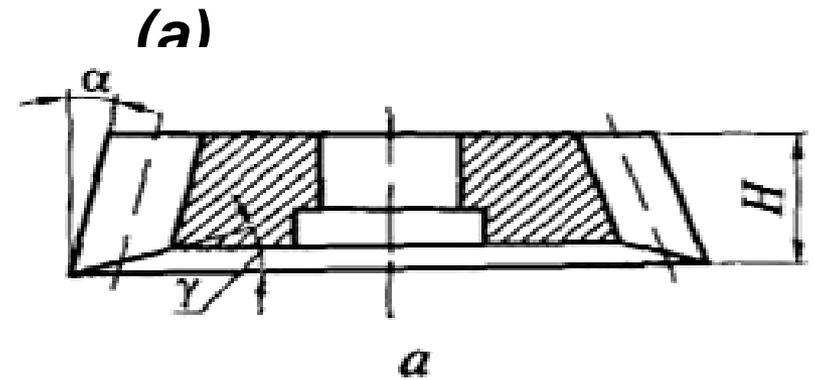
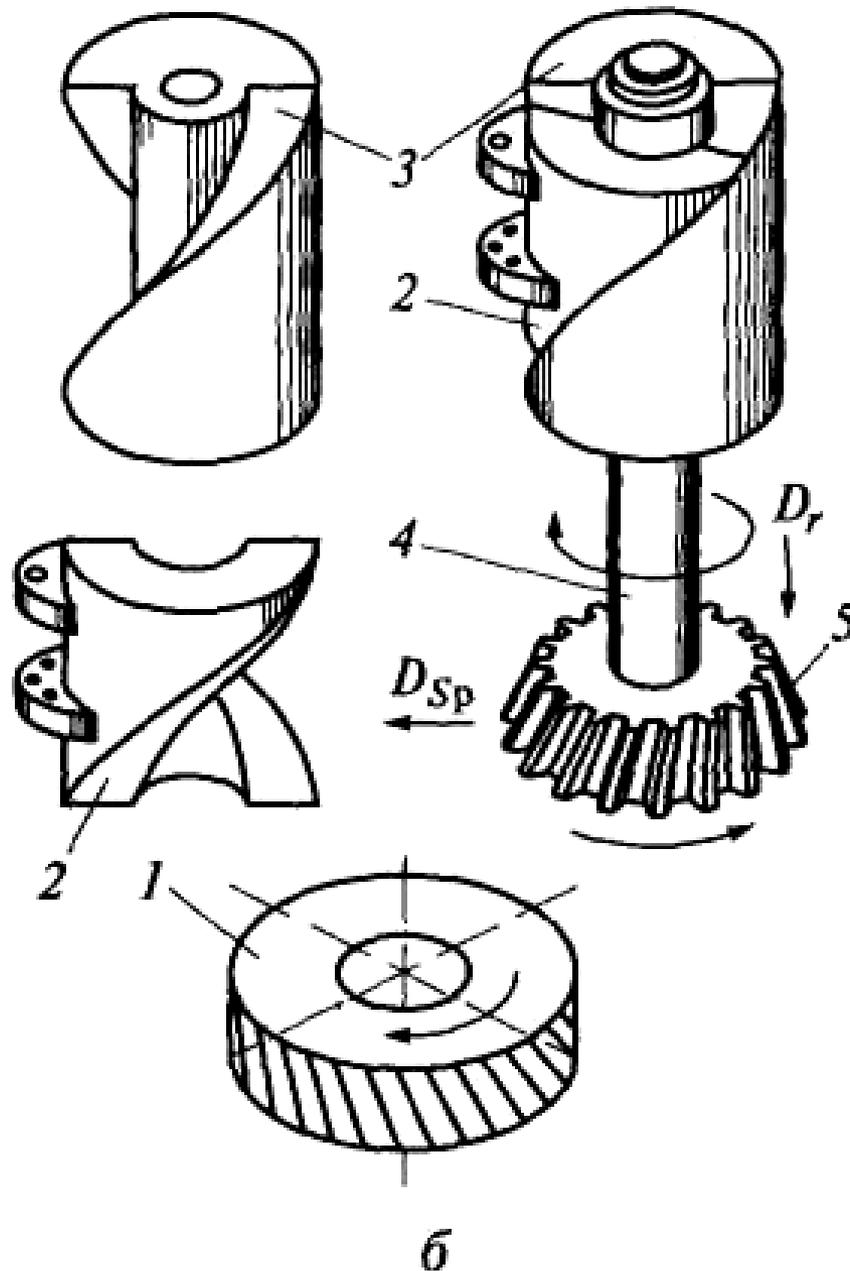
1 станина; 2 -гідропривід;  
3 - дросель; 4, 6, 7, 9, 13, 15,  
17- рукоятки;  
5 - лічильник; 8 - коробка  
швидкостей; 10 - гітара  
ділення; 11 - коробка подач;  
12, 18, 25 - квадрати  
ручного повороту;  
14 – штосель;  
16 - шкала; 19 - упор;  
20 - шпindel ь довбача;  
21 - довбач;  
22- пульт управління;  
23- ноніус; 24 - стіл

• **Зубодовбальний верстат працює за методом обкатування,** відтворюючи зачеплення двох зубчастих коліс, одне з яких є заготовкою, а інше - різальним інструментом (довбачем).

• За один оборот довбача заготовка повинна повернутися на кут, що відповідає їх передавальному відношенню  $Z / Z_k$ , де  $Z$  - число зубів довбача, а  $Z_k$  - число зубів зубчастого колеса, що оброблюється.

• **Зубодовбальні верстати обробляють** прямі і косі зуби циліндричних коліс для зовнішнього і внутрішнього зачеплення: блоків зубчастих коліс і зубчастих муфт, рейок, секторів, храповиків та інших аналогічних деталей.

# Довбач



**Схема нарізування  
косозубого колеса (б):**

*1 - косозубе колесо;*

*2, 3 - напрямні (копіри);*

*4 - штоссель; 5 - довбач  
з косими зубами*

- Штосель - вузол, який несе різальний інструмент і здійснює зворотно-поступальний рух.
- Головний рух довбача - зворотно-поступальний відносно заготовки: при русі довбача вниз відбувається робочий хід (напрямок  $D_r$ ), при русі довбача вгору - допоміжний.
- Під час зворотного допоміжного ходу довбач відводиться від заготовки, так як при цьому зусилля різання стають рівними нулю, пружні відтискання вузлів відновлюються і при зворотному ході штоселя довбач не зіпсує оброблену поверхню зубів.

• При робочому ход довбачу поступово надається рух врізання в радіальному напрямі на повну висоту зуба, після чого заготівка повинна ще зробити повний оборот - **цей рух називають рухом радіальної подачі  $D_{sp}$** . Радіальна подача здійснюється або від дискових кулачків, або від клинового копіра, що переміщається за допомогою гідроциліндра.

• **Подачу радіального врізання** налаштовують за допомогою дроселя 3.

• **На обробку циліндричних коліс з різною кількістю зубів верстат налаштовують за допомогою гітари ділення (обкатування) 10.**

• **При налагоджуванні верстата використовують такі рукоятки:** 9 - для реверсу і відключення ланцюга розподілу; 7 - для установки числа подвійних ходів долбяка; 6 - для реверсу і відключення кругової подачі; 4 - для реверсу радіального врізання в залежності від зовнішнього чи внутрішнього довбання зубчастих коліс (при цьому величина врізання обмежується упорами 19); 13 - для затиску ползунки, встановлює величину ходу штоцеля; 15 - для установки величини ходу штоцеля за шкалою 16; 17 - для перекладу долбяка з внутрішнього на зовнішнє зачеплення. **Для ручного переміщення штоцеля служить квадрат 18.**

• **Верстат працює в напівавтоматичному режимі.** Заготовку закріплюють вручну, на лічильнику 5 встановлюють число оброблюваних зубів; далі цикл обробки автоматичний. Лічильник 5 фіксує повний оборот столу з виробом в автоматичному циклі при чистових і чорнових проходах.

• **На верстаті передбачена можливість ручного повороту шпинделя 20 довбача за квадрат 12.**

- **Головний рух верстата** - зворотно-поступальний рух довбача від двошвидкісного електродвигуна МІ. Через шківів діаметрами 100 і 160 мм рух надходить в коробку швидкостей і далі через ремінну передачу 180/355 на центральний вал приводу штоселя. На кінці цього вала в планшайба може переміщатися камінь куліси, який встановлюється ексцентрично за допомогою гвинтової передачі, внаслідок чого регулюється хід штоселя при зубодовбані.
- **Рівняння балансу кінематичного ланцюга головного руху з урахуванням коефіцієнта ковзання, рівного 0,985:**

$$n_1 \cdot 0,985 \frac{100}{160} i_{к.с} \frac{180}{355} 0,985 = n_d$$

- Рух кругової подачі

- Рівняння балансу даного кінематичного ланцюга:

$$i_{\text{дв.х.добр.}} \cdot \frac{355}{180} \frac{2}{24} \frac{44}{40} \frac{40}{45} \frac{45}{44} i_{\text{к.кр.п}} \frac{54}{46} \frac{46}{56} \frac{1}{90} = \frac{S_{\text{кр}}}{\pi D_{\text{д}}}$$

- де -  $S_{\text{кр}}$  - кругова подача довбача,  $\text{мм/дв.х.добр.}$ ;
- $D_{\text{д}}$  - діаметр ділильного кола довбача,  $\text{мм}$ ;
- -  $\text{дв.х.добр.}$  - подвійний хід довбача.

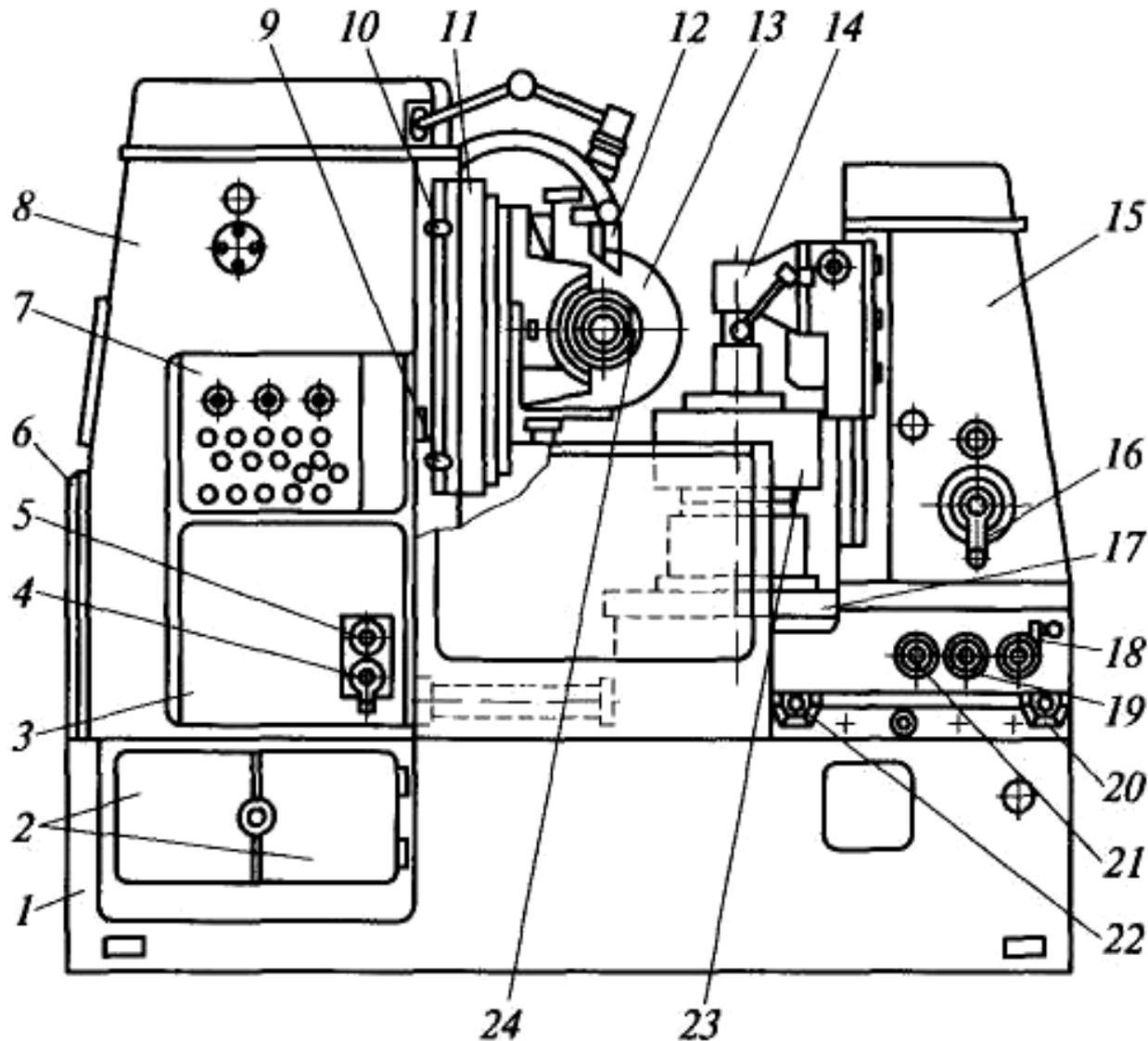




**Зубофрезерний**  
**напіваавтомат**  
**5М32**

**1 - станина;**  
**2 - дверцята;**  
**3 - коробка**  
**швидкостей;**

**4, 18 - рукоятки;**  
**5, 19 - квадрати;**  
**6 - кришка; 7 -**  
**пульт**  
**управління;**



**8, 15 - стійки; 9, 10, 20, 22 - упори; 11 - каретка; 12, 16 - крани; 13 - супорт;**  
**14 - поворотний кронштейн; 17 - стіл; 21 - валик; 23 - заготовка,**  
**24 - черв'ячна фреза**