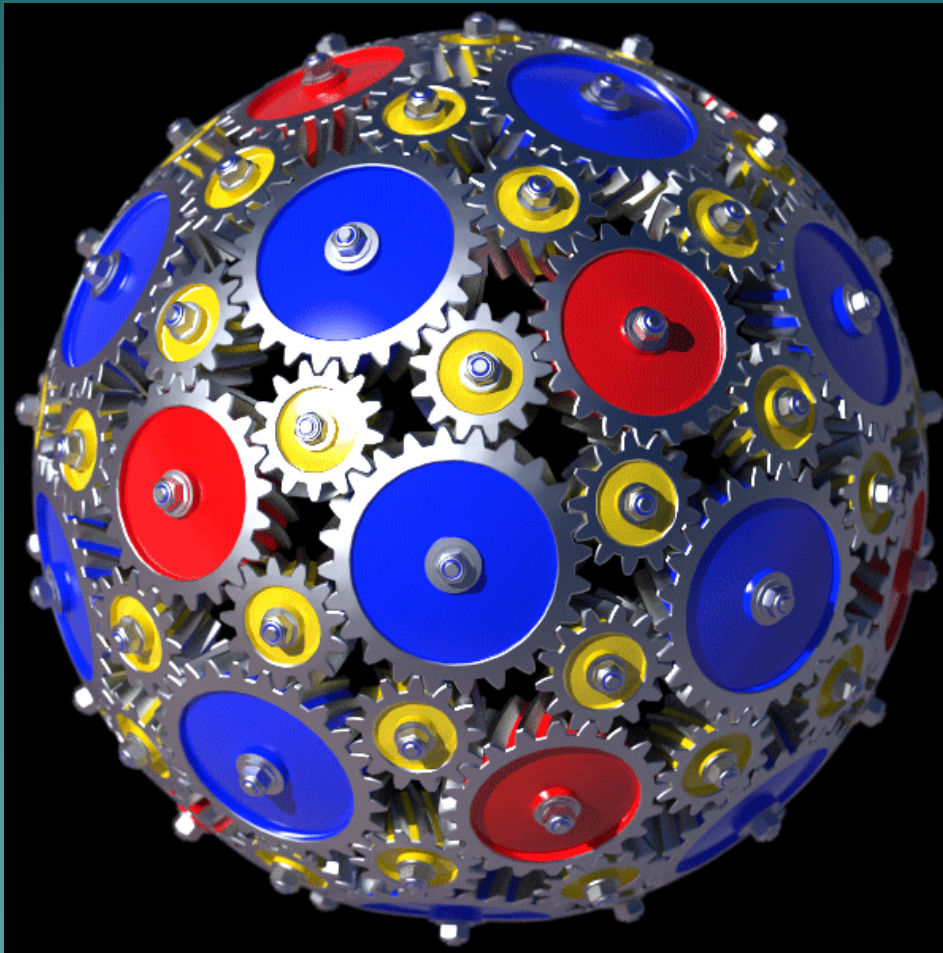


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕТАЛІ МАШИН ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ

ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ



ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ

- ◆ Зубчастою називається передача яка здійснюється за допомогою зубчастих коліс.
- ◆ Ведуче або менше – шестерня, ведене – зубчасте колесо.
- ◆ Це найбільш поширений вид механічних передач.

Литейна форма для бронзового зубчастого колеса.

Китай, династія Хань. (206 до н. е. — 220 н. е.)



ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ

- ◆ *Переваги :*
- ◆ велика передавана потужність (практично безмежна);
- ◆ висока надійність роботи ;
- ◆ сталість передаточного числа;
- ◆ довговічність;
- ◆ простота обслуговування ;
- ◆ високий ККД (0,94...0,99) ;
- ◆ можливість перетворення обертового руху в поступовий (рейкова передача) ;
- ◆ незначні навантаження на вали та їхні опори.

ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ

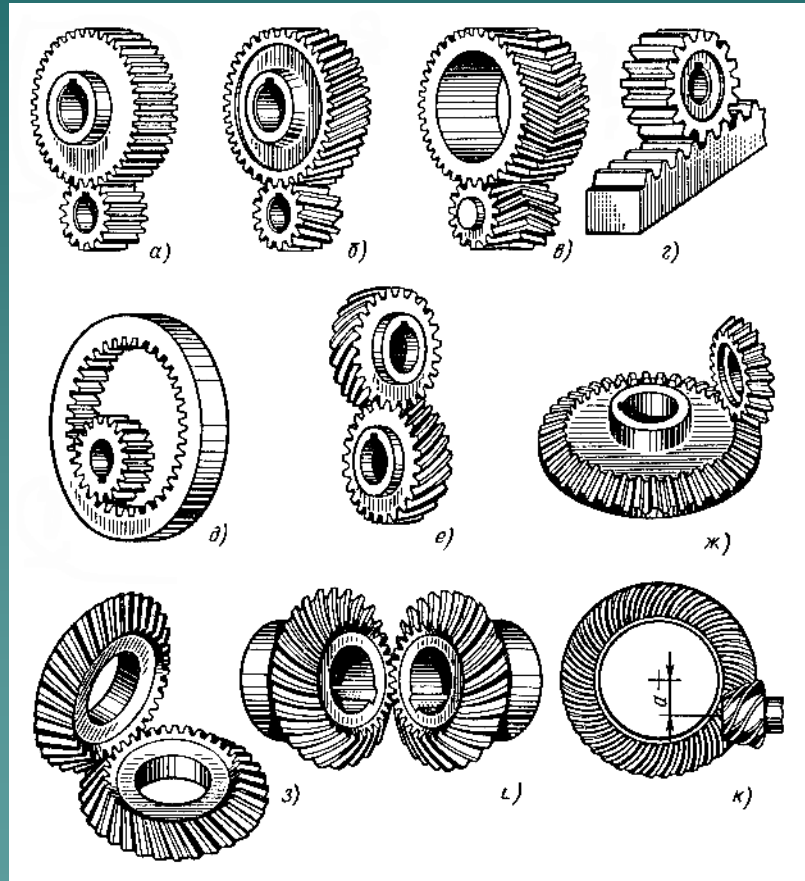
- ◆ *Недоліки :*
- ◆ відносно високі вимоги до точності виготовлення та монтажу;
- ◆ шум при роботі;
- ◆ потреба в постійному змащуванні;
- ◆ неможливість безступеневої зміни передаточного числа.

ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ

КЛАСИФІКАЦІЯ

- ◆ За формою профілю зубців:
- ◆ евольвентні (мають переважне поширення),
- ◆ із круговим профілем зубців (передачі Новікова),
- ◆ циклоїдальний профіль (у приладах та годинниках)

ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ



ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ

КЛАСИФІКАЦІЯ

- ◆ **циліндричні передачі:**
 - прямозубі;
 - косозубі;
 - шевронні.
- ◆ **конічні передачі:**
 - прямозубі;
 - з круговими зубцями.

ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ

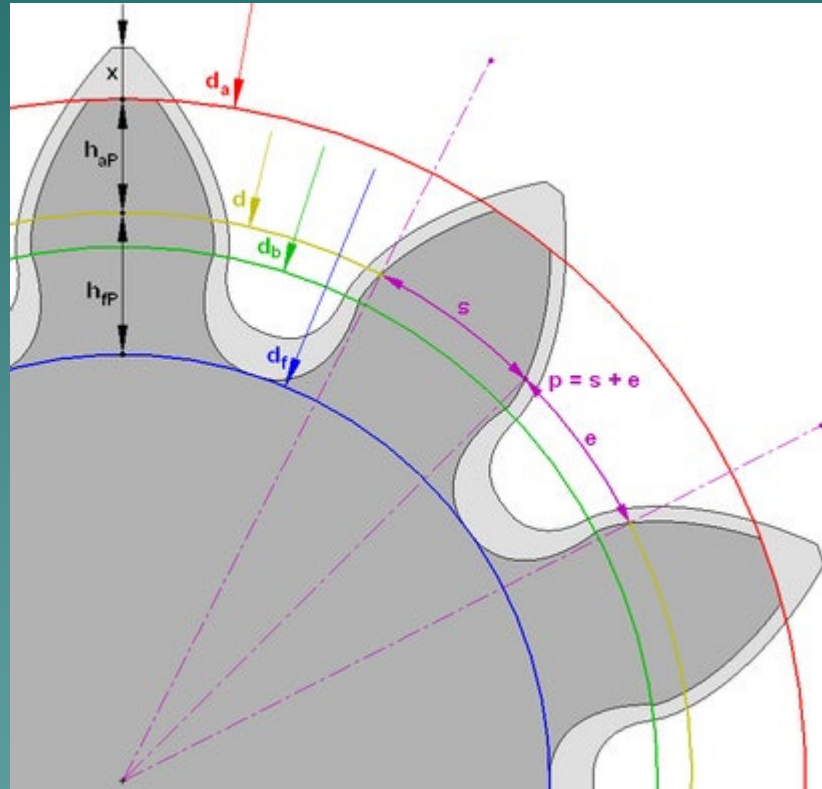
КЛАСИФІКАЦІЯ

- ◆ зовнішнього зачеплення;
- ◆ внутрішнього зачеплення;
- ◆ закриті (розміщені у корпусі та постійно змащуються);
- ◆ відкриті (працюють без мастила або змащуються періодично).

За коловою швидкістю передачі бувають:

- ◆ тихохідні $v \leq 3$ м/с;
- ◆ середньохідні $v = (3...15)$ м/с;
- ◆ швидкохідні $v > 15$ м/с.

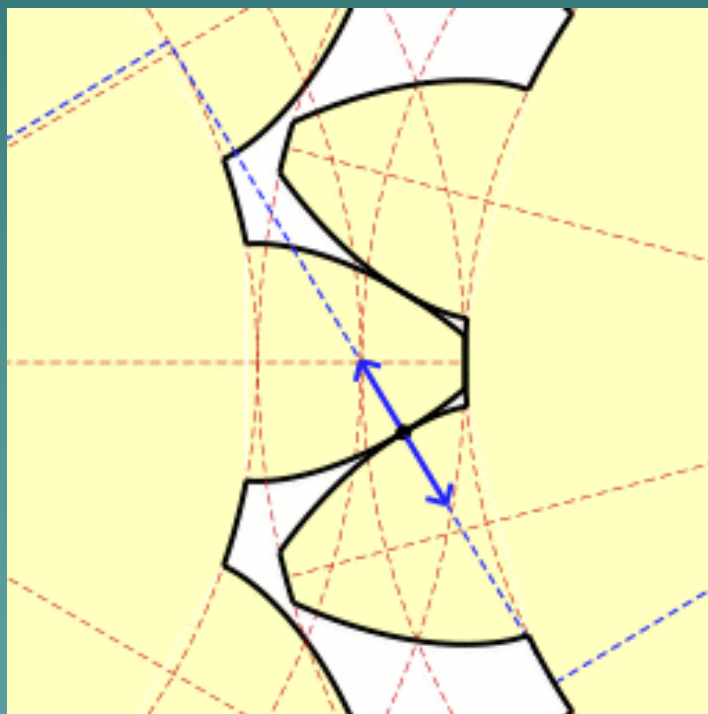
КЛАСИФІКАЦІЯ ЗА ФОРМОЮ ЗУБІВ – ЕВОЛЬВЕНТНІ ПЕРЕДАЧІ



⬆️ **Запропанованоно у 1754 р. Леонардом Ейлером**

ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ

Рух точки дотику зубців з
евольвентним профілем



ЦИЛІНРИЧНІ ПРЯМОЗУБІ ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ



ГЕОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

- ◆ **Модулем** називається відношення діаметру ділительного кола d до числа зубців z :

$$m = d / z , \text{ мм}$$

- ◆ висота голівки та висота ніжки рівні відповідно

$$h_a = m , \quad h_f = 1,25m$$

Повна висота зубця

$$h = h_a + h_f = 2,25m$$

ГЕОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

- ◆ Відстань між серединами двох зубців на ділильному колі називається кроком , позначається p . Між модулем та кроком існує залежність:

$$p = t \pi \quad \text{або} \quad t = p / \pi$$

ГЕОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

- ◆ *Діаметр ділительного кола*

$$d = m z$$

- ◆ *Діаметр кола вершин та діаметр кола западин визначаються відповідно:*

$$d_a = d + 2 m = m (z + 2),$$

$$d_f = d - 2 h_f = d - 2,5 m = m (z - 2,5)$$

Міжосьова відстань

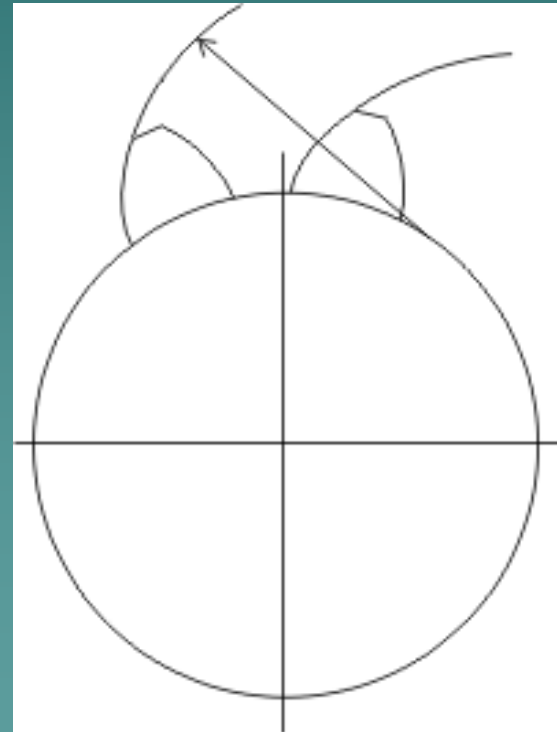
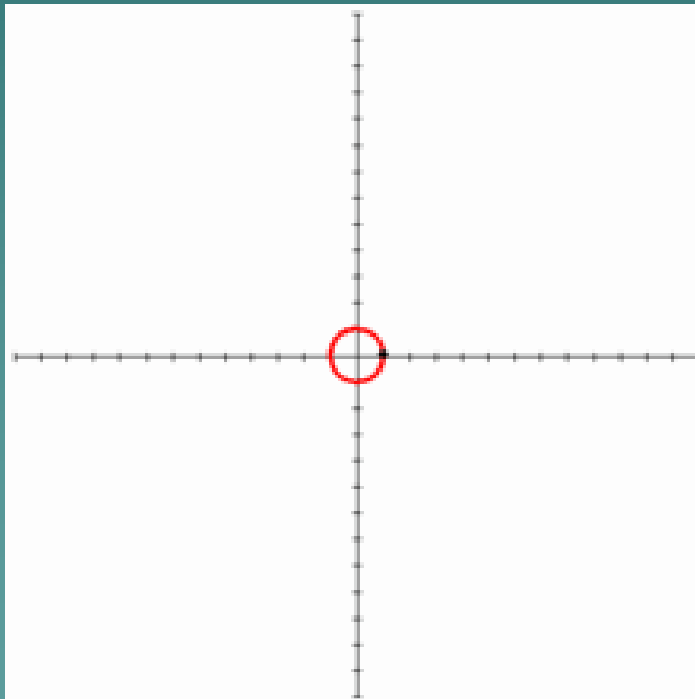
$$a_w = (d_1 + d_2) / 2$$

ВИДИ ПЛАНЕТАРНИХ ПЕРЕДАЧ

- ◆ К типових планетарних передач відносяться:
- ◆ однорядний планетарний механізм (планетарний механізм Джемса);
- ◆ дворядний планетарний механізм (редуктор Давида):
 - з одним зовнішнім і одним внутрішнім зачепленням;
 - з двома зовнішніми зачепленнями;
 - з двома внутрішніми зачепленнями.

БУДОВА ЕВОЛЬВЕНТИ

- ◆ Евольвента є складовою частиною профілю в зубчастому колесі з евольвентним зачепленням



ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ

КЛАСИФІКАЦІЯ ЗА ФОРМОЮ ЗУБЦІВ – ІЗ КРУГОВИМ ПРОФІЛЕМ



*ЗАЧЕПЛЕННЯ
НОВІКОВА*

ЗАЧЕПЛЕННЯ НОВІКОВА

- ◆ **Модель
зубчастої
передачі с
круговинтовим
зачепленням**



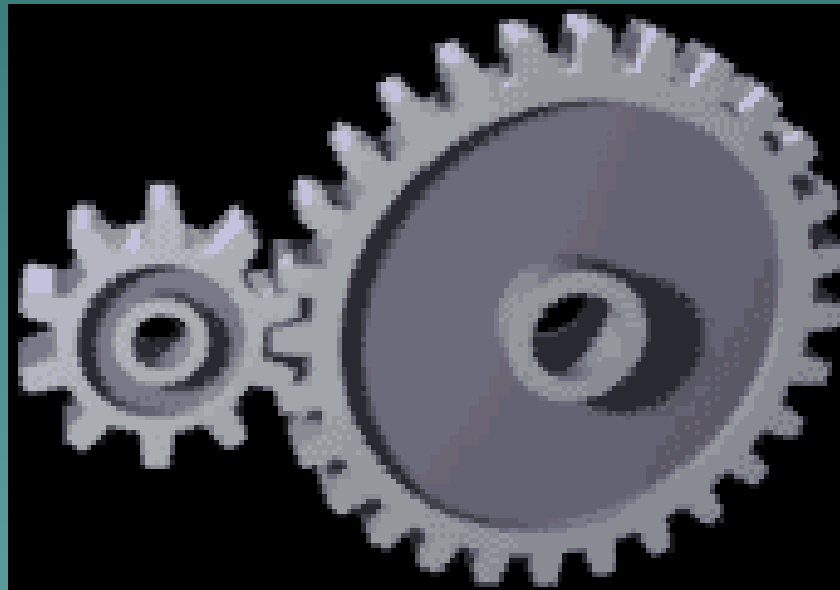
ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ

- ◆ Моделі евольвентних циліндричних зубчастих передач. Всі колеса оброблені стандартним інструментом. В моделях на шестернях реалізовані мінімальні числа зубців (в данному випадку - 5)

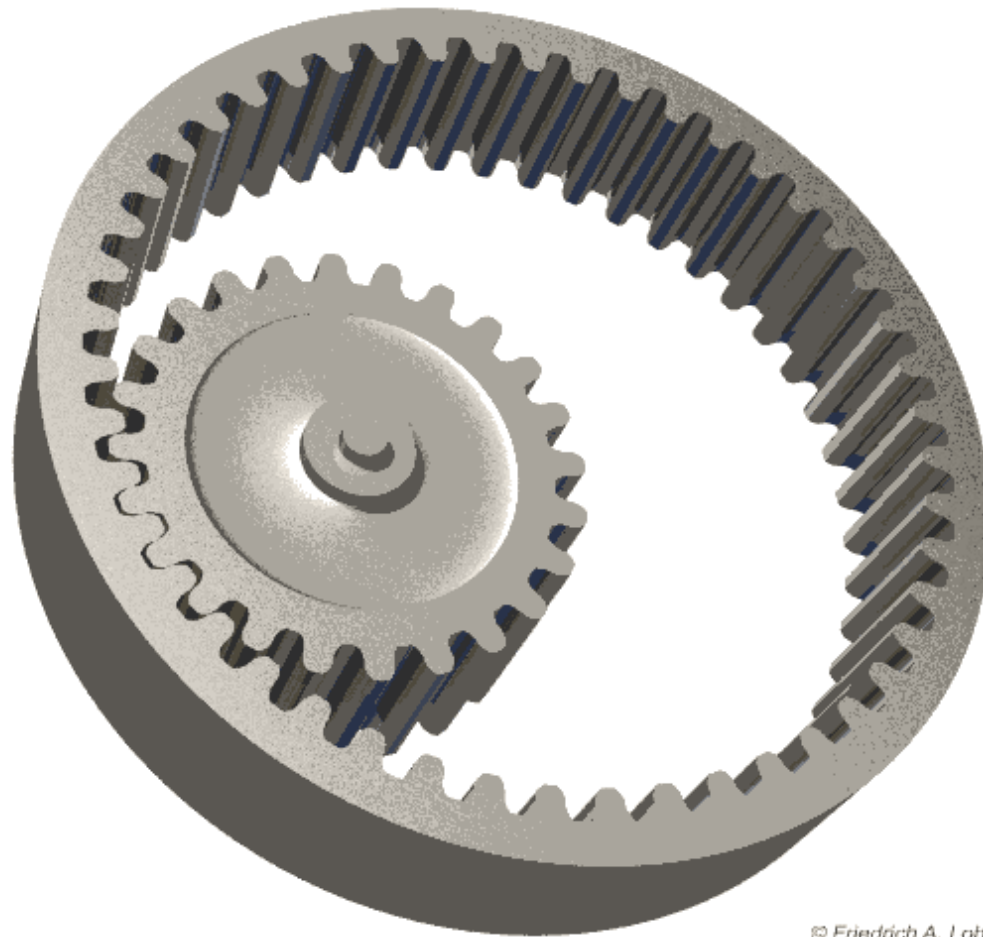


ЦИЛІНРИЧНІ ПРЯМОЗУБІ ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ

- ◆ Циліндрична зубчаста передача



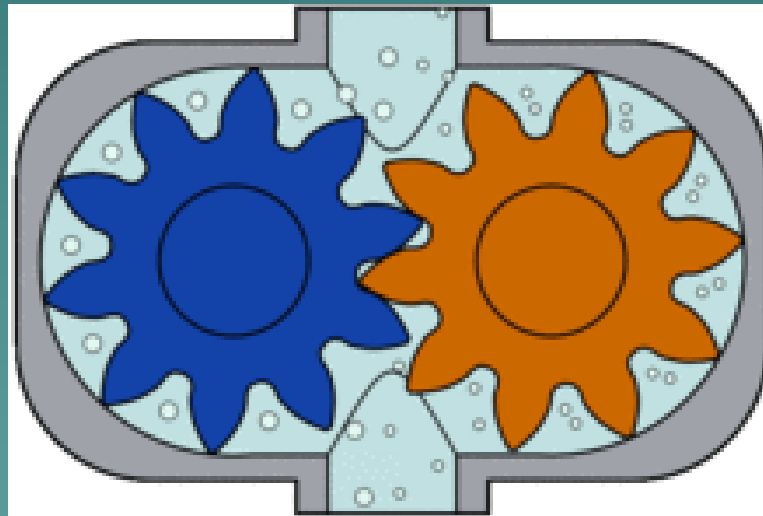




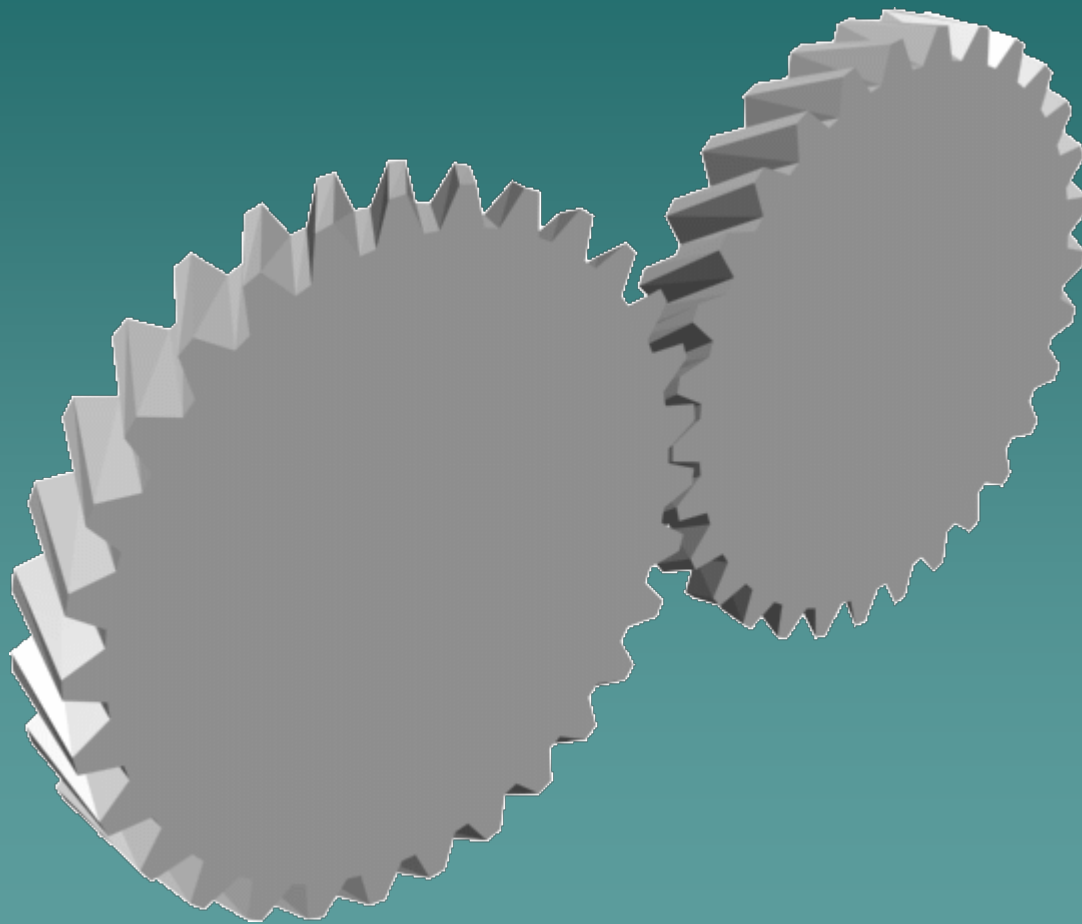
© Friedrich A. Lohmüller, 2010

ЦИЛІНРИЧНІ ПРЯМОЗУБІ ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ

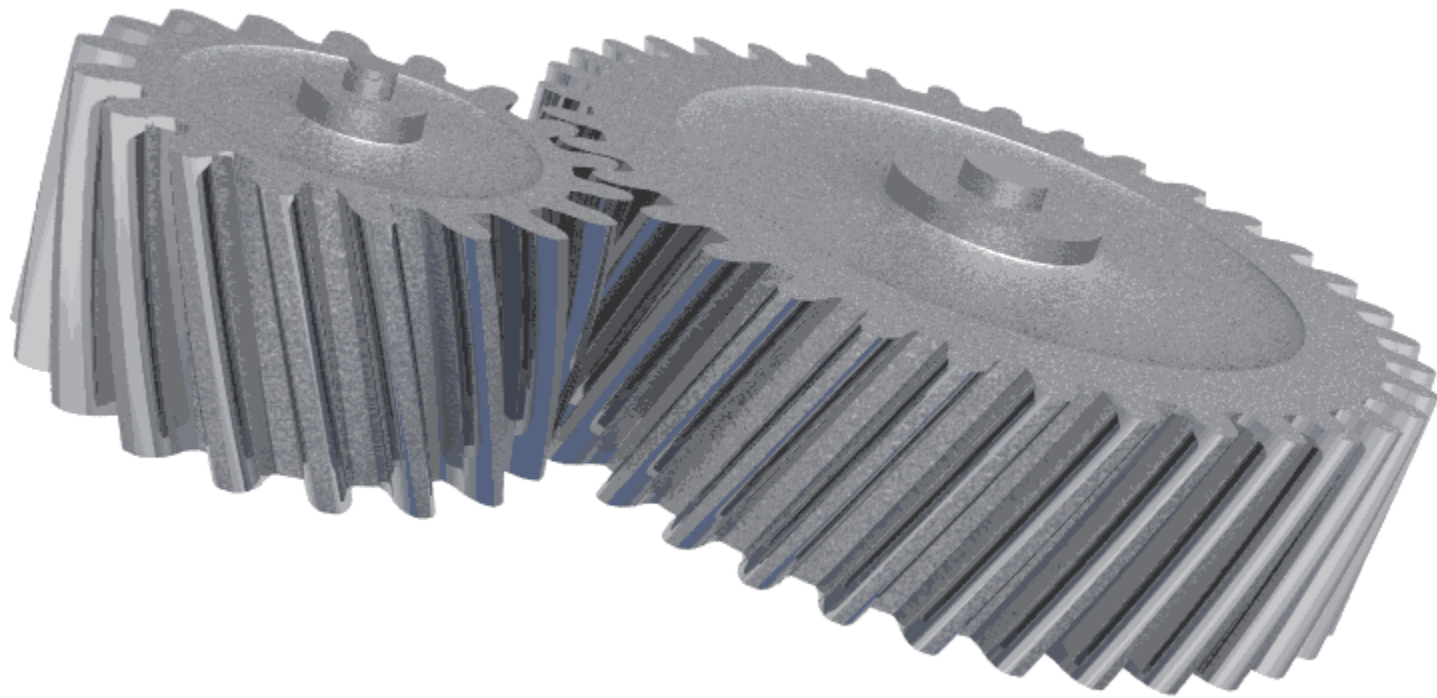
- ◆ Використання зубчастої передачі в насосах



КОСОЗУБІ ЦИЛІНРИЧНІ ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ





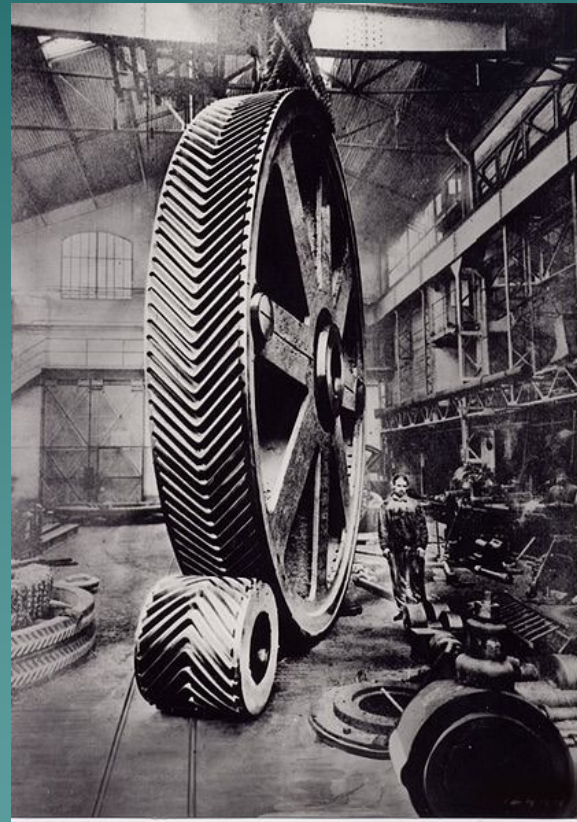
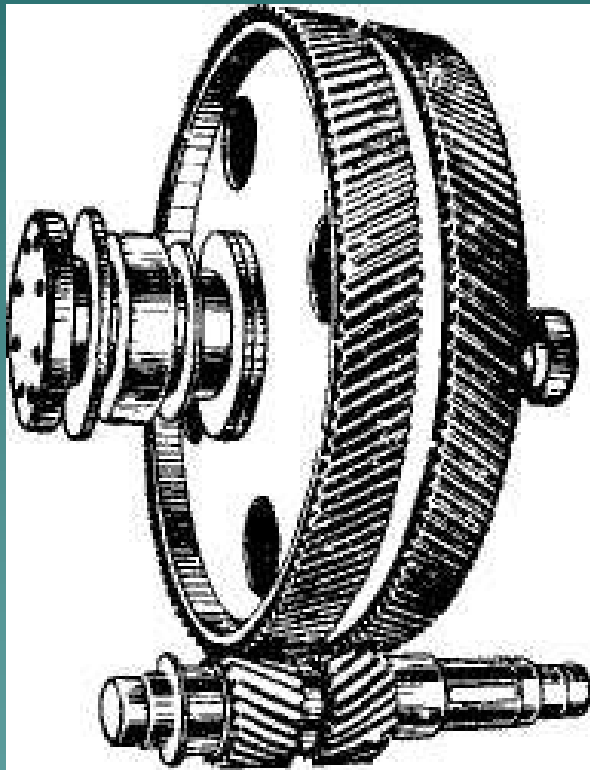


© Friedrich A. Lohmüller, 2010

КОСОЗУБІ ЦИЛІНРИЧНІ ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ

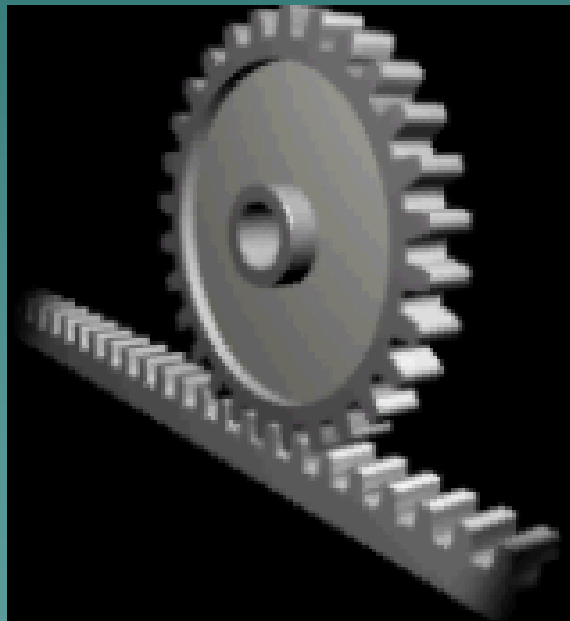
- ◆ Порівняльно з прямозубою передачею має більший коефіцієнт покриття.
- ◆ Виникающі значні осьові сили потребують встановлення упорних подшипників.
- ◆ Крім того, при вході в зачеплення зубці мають малу міцність на злом.

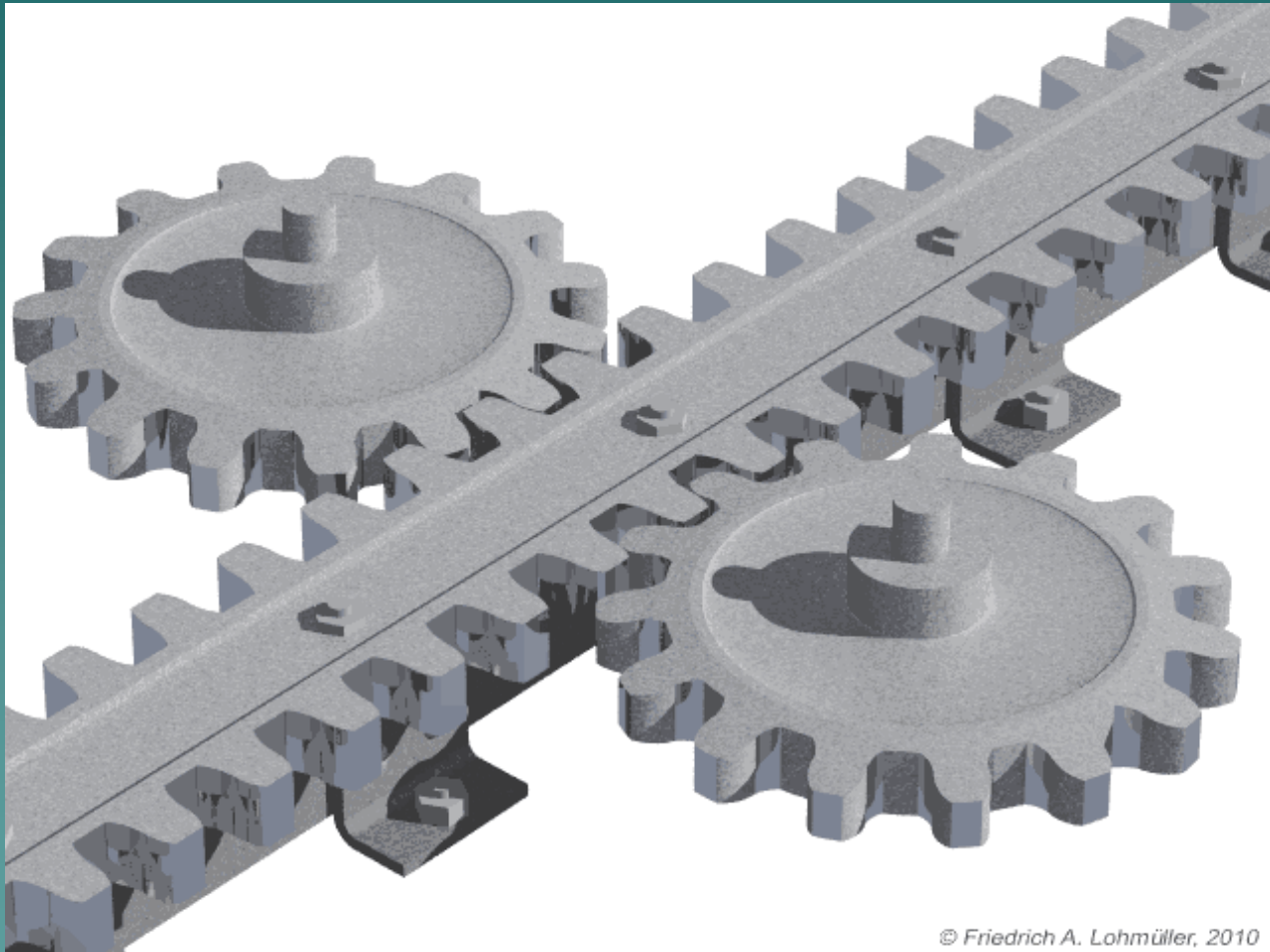
ШЕВРОНИ ЦИЛІНРИЧНІ ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ



ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ

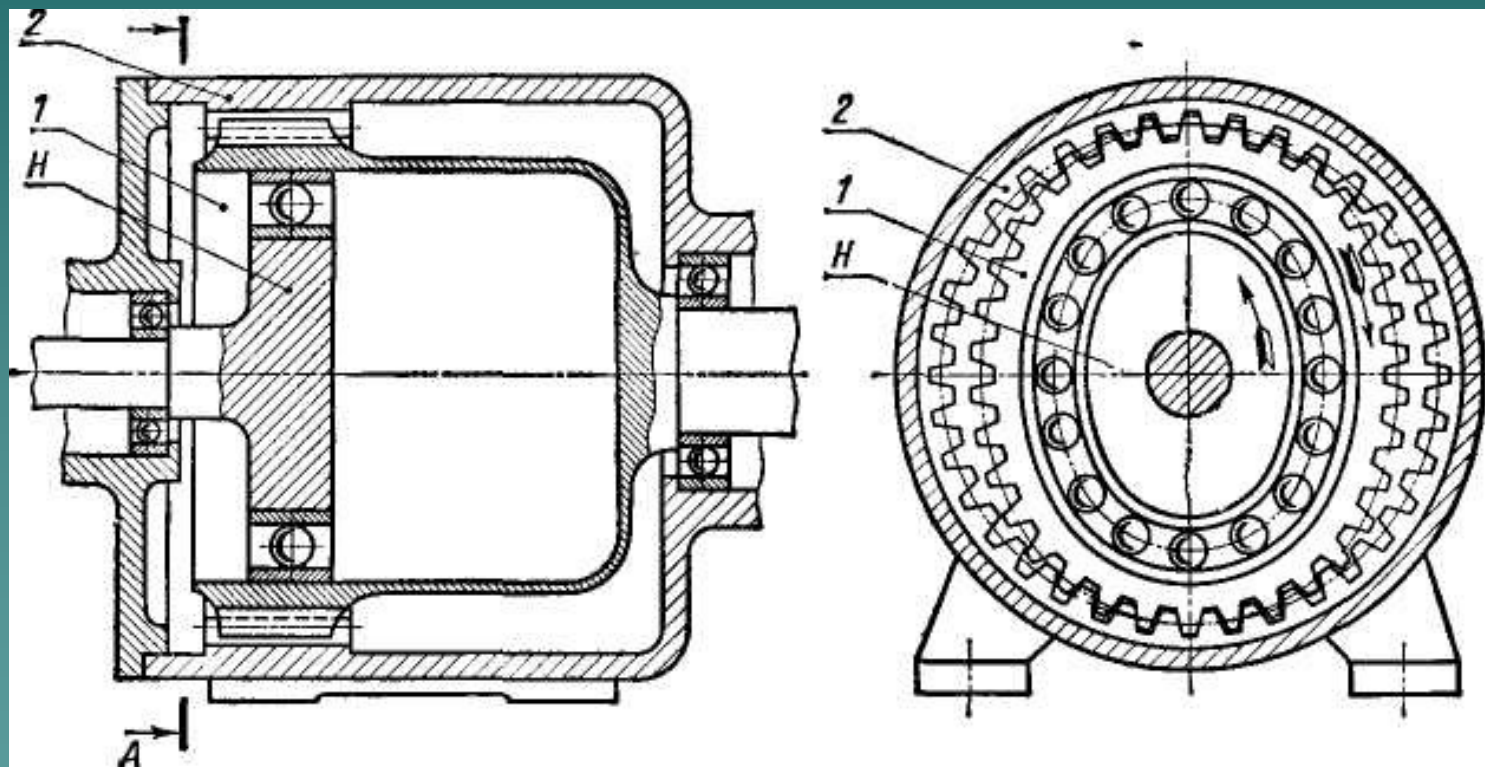
◆ Рейкові передачі





© Friedrich A. Lohmüller, 2010

ХВИЛЬОВА ЗУБЧАСТА ПЕРЕДАЧА

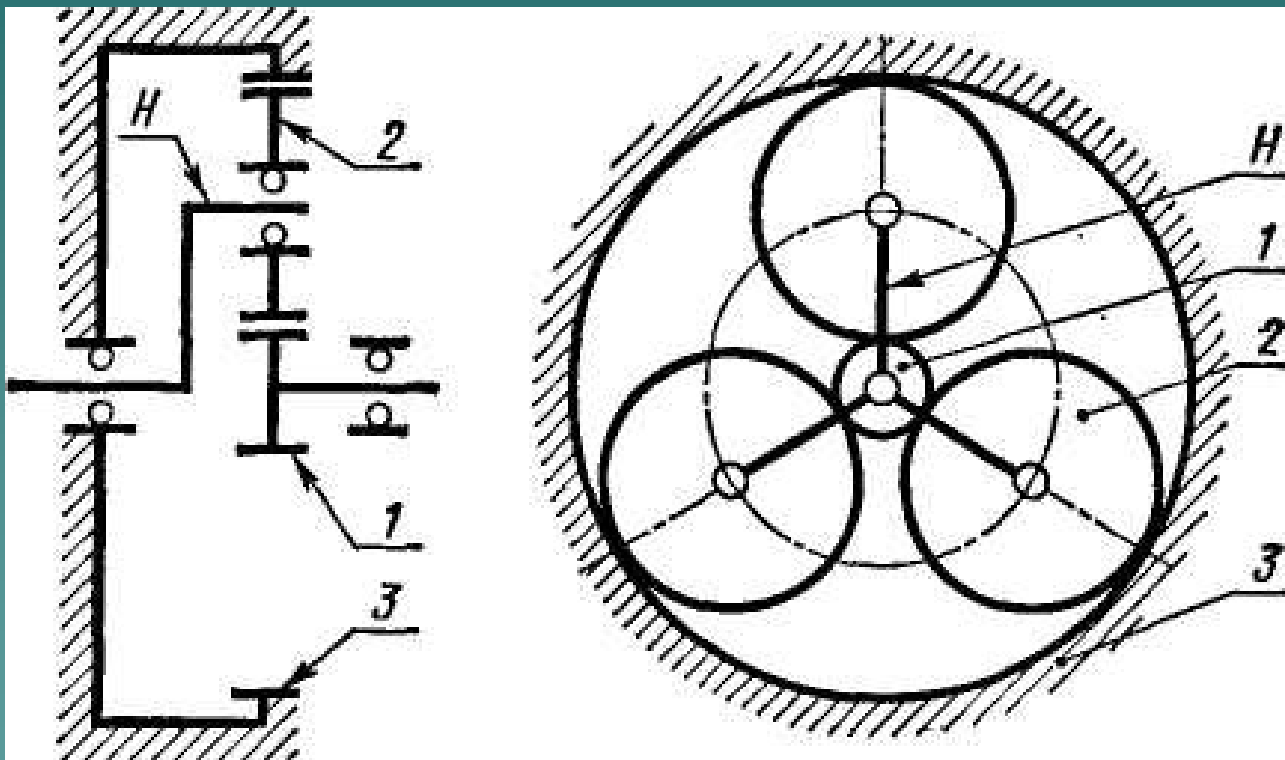


ХВИЛЬОВА ЗУБЧАСТА ПЕРЕДАЧА

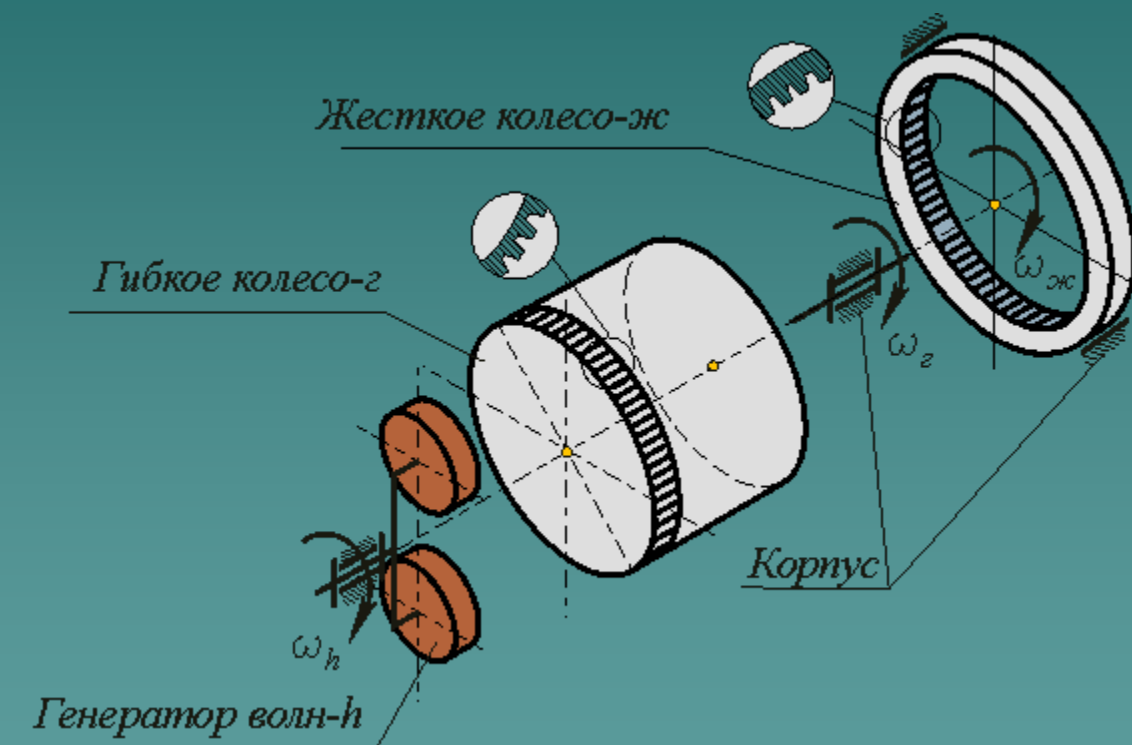
ХВИЛЬОВА ЗУБЧАСТА ПЕРЕДАЧА



ПЛАНЕТАРНА ЗУБЧАСТА ПЕРЕДАЧА

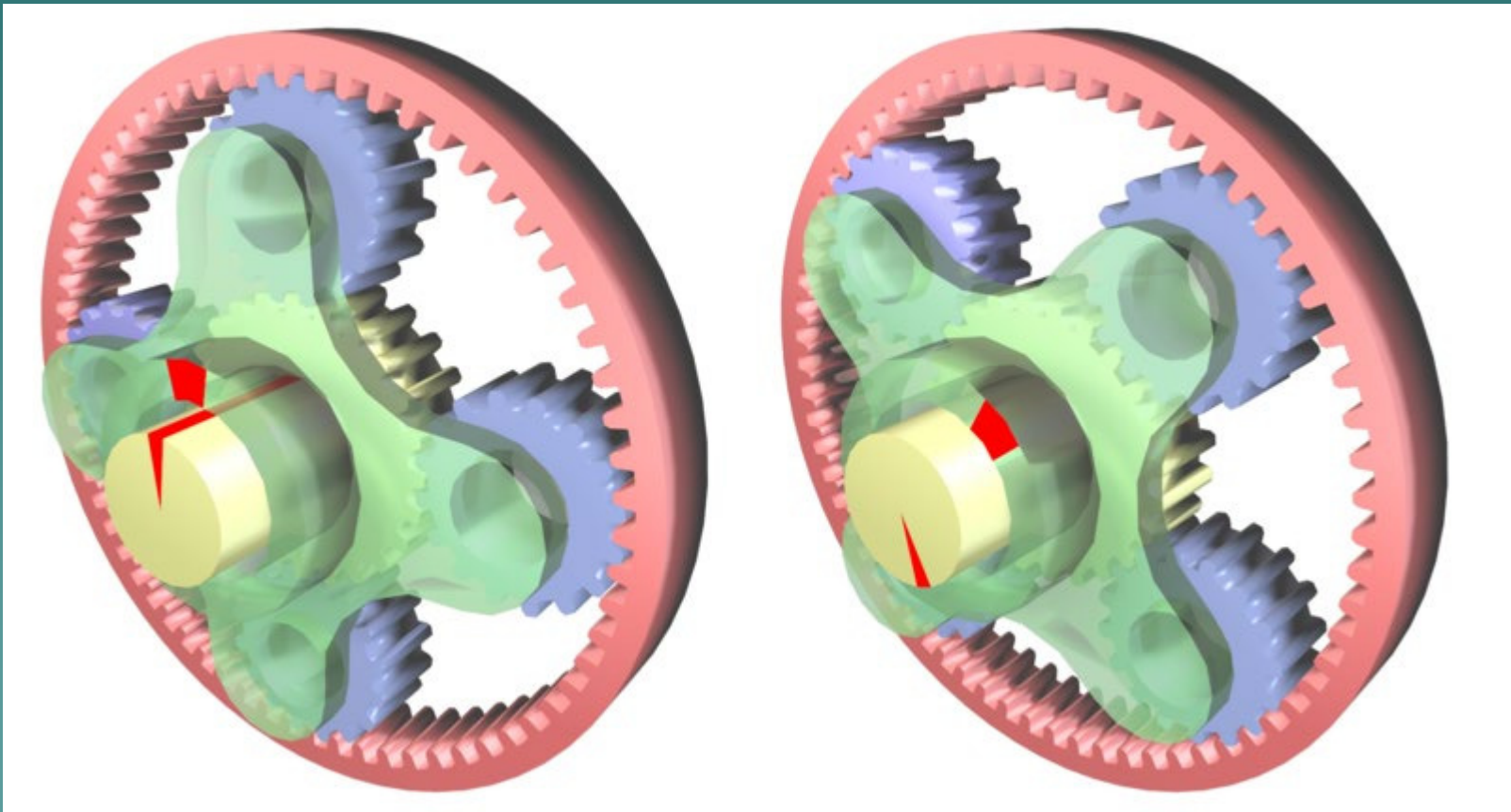


ПЛАНЕТАРНА ПЕРЕДАЧА

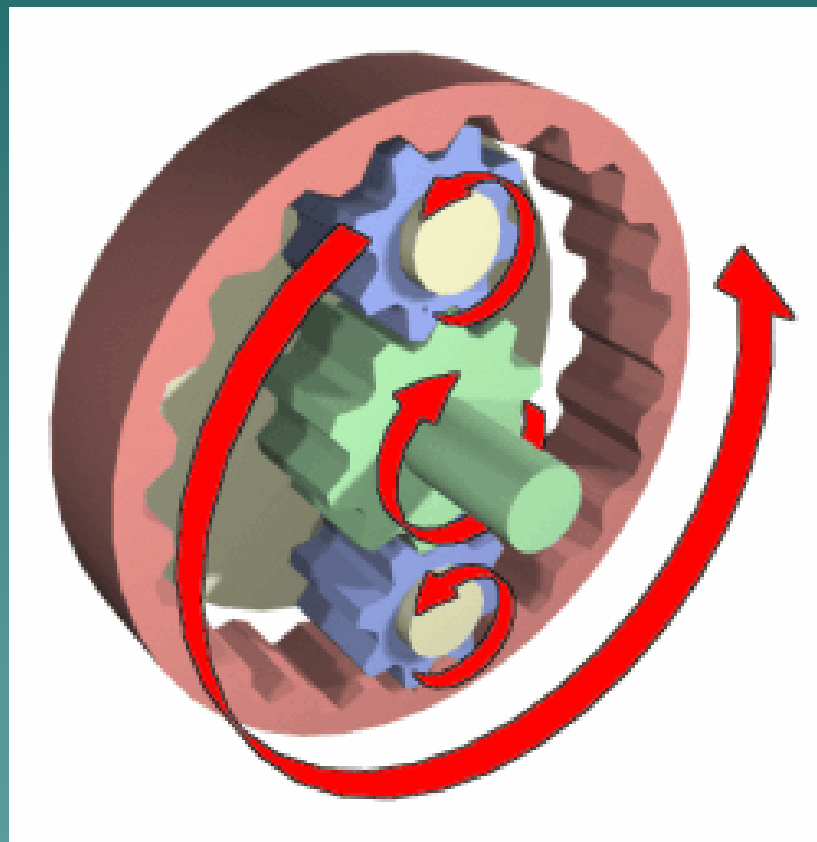


ЦИЛІНРИЧНІ ПРЯМОЗУБІ ПЛАНЕТАРНІ ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ

- ◆ Передачі з внутрішнім зачепленням

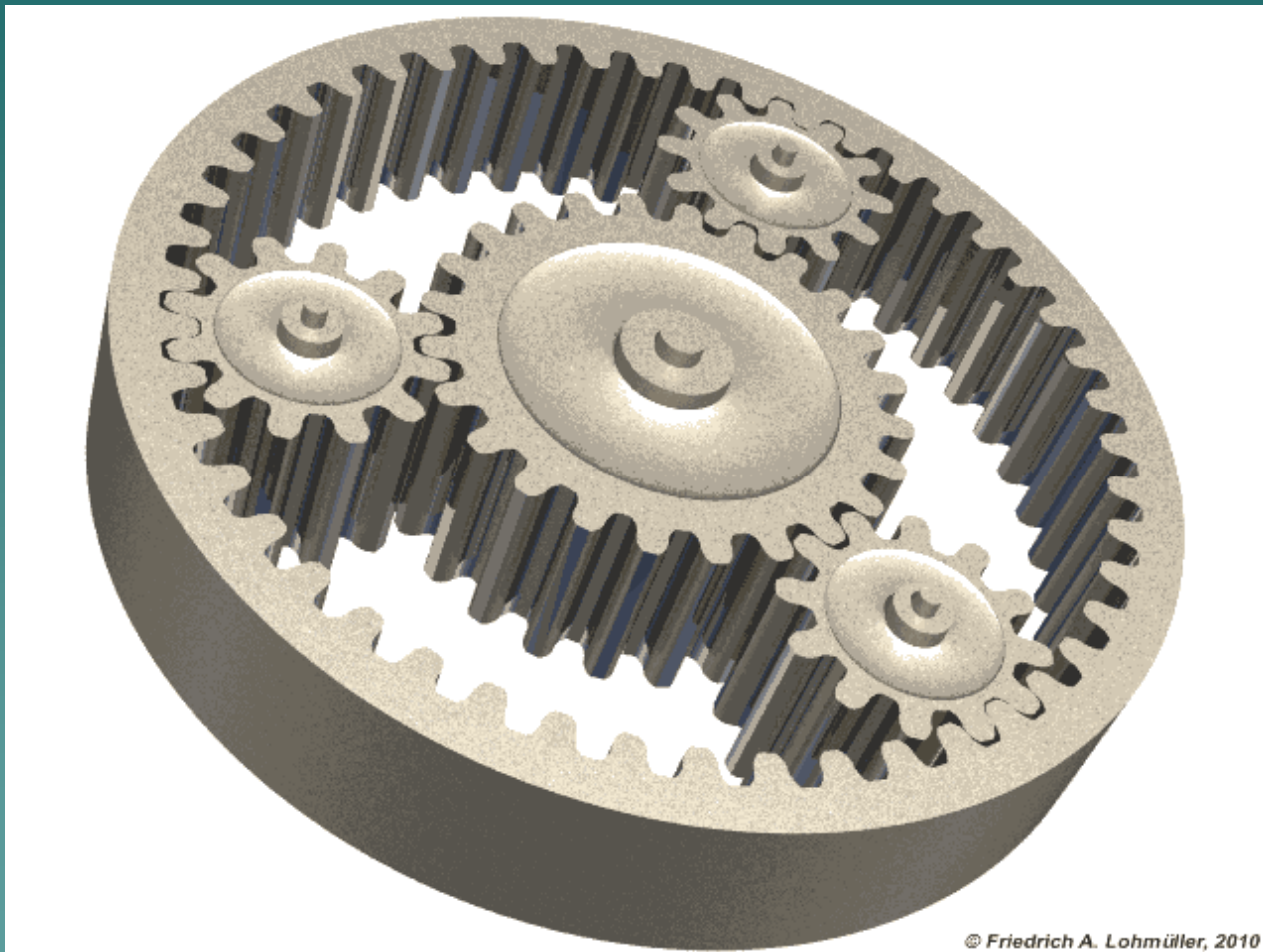


ПЛАНЕТАРНА ЗУБЧАСТА ПЕРЕДАЧА

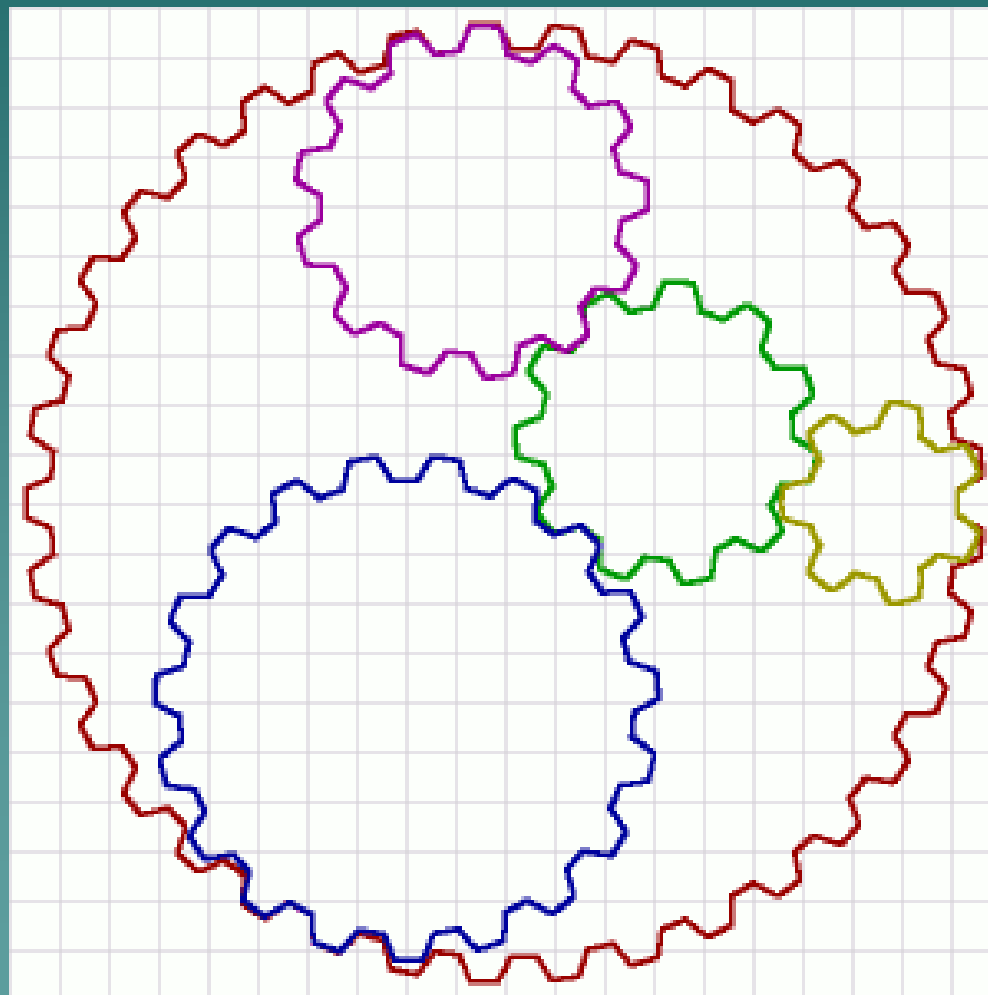


ПЛАНЕТАРНА ПЕРЕДАЧА





© Friedrich A. Lohmüller, 2010



ПЛАНЕТАРНА ПЕРЕДАЧА

- ◆ Планетарний механізм, забезпечиваючий рух точок сателлиту по еліптичним траєкторіям.



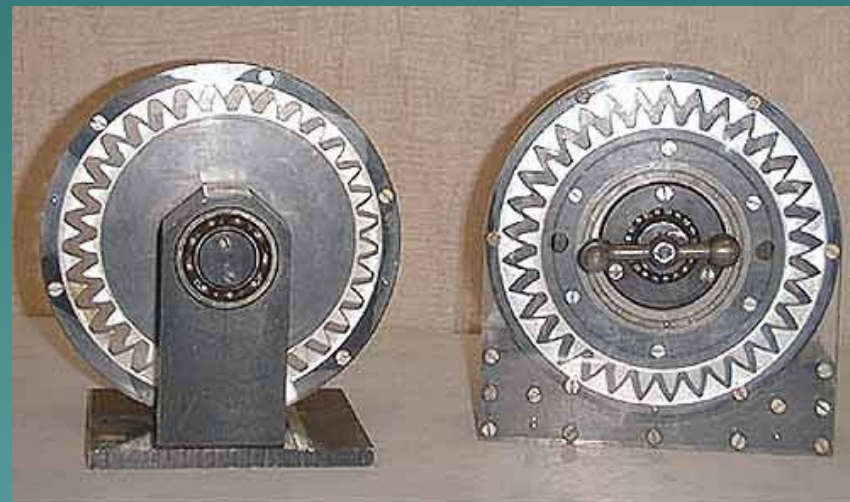
ПЛАНЕТАРНІ ПЕРЕДАЧІ

- ◆ :Двохрядні механізми
- ◆ - з двома внутрішніми зачепленнями,
- ◆ - з двома зовнішніми зачепленнями,
- ◆ - з одним зовнішнім і одним внутрішнім (на передньому плані).
- ◆ На задньому плані справа розташований **однорядний планетарний механізм**.



ПЛАНЕТАРНА ПЕРЕДАЧА

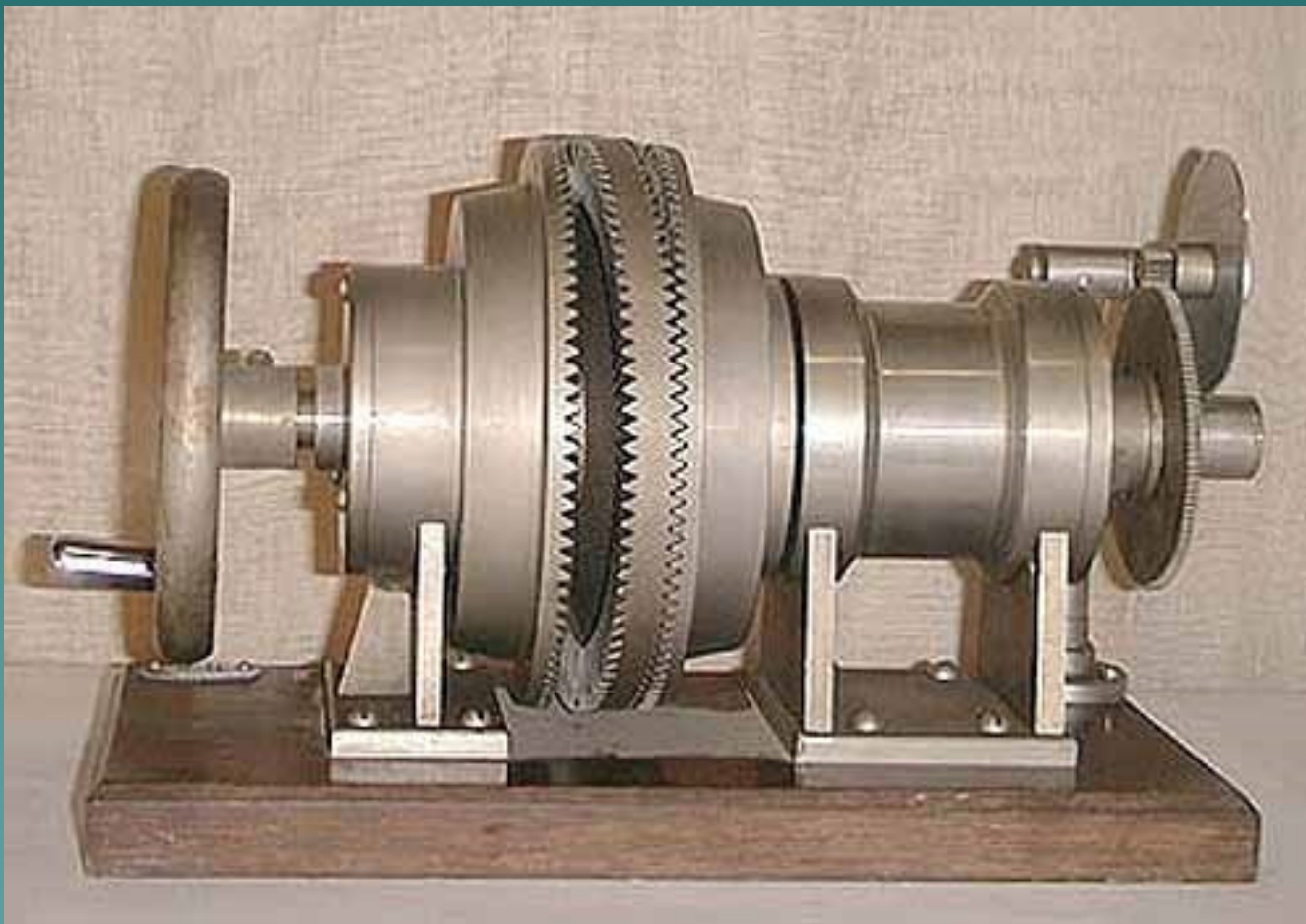
- ◆ Справа: планетарний механізм з внутрішнім зачепленням з різницею в числах зубців колес рівної одиниці .
Сліва: зубчаста муфта



ПЛАНЕТАРНА ПЕРЕДАЧА



ПЛАНЕТАРНА ПЕРЕДАЧА



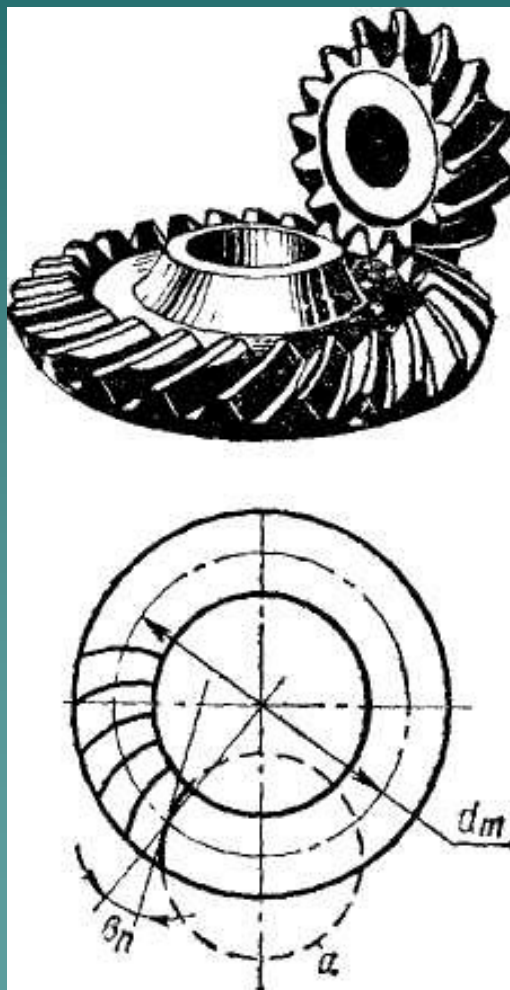
ПЛАНЕТАРНА ЗУБЧАСТА ПЕРЕДАЧА



КОНІЧНІ ПРЯМОЗУБІ ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ



КОНІЧНІ ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ З КРУГОВИМИ ЗУБЦЯМИ



КОНІЧНІ ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ З КРУГОВИМИ ЗУБЦЯМИ

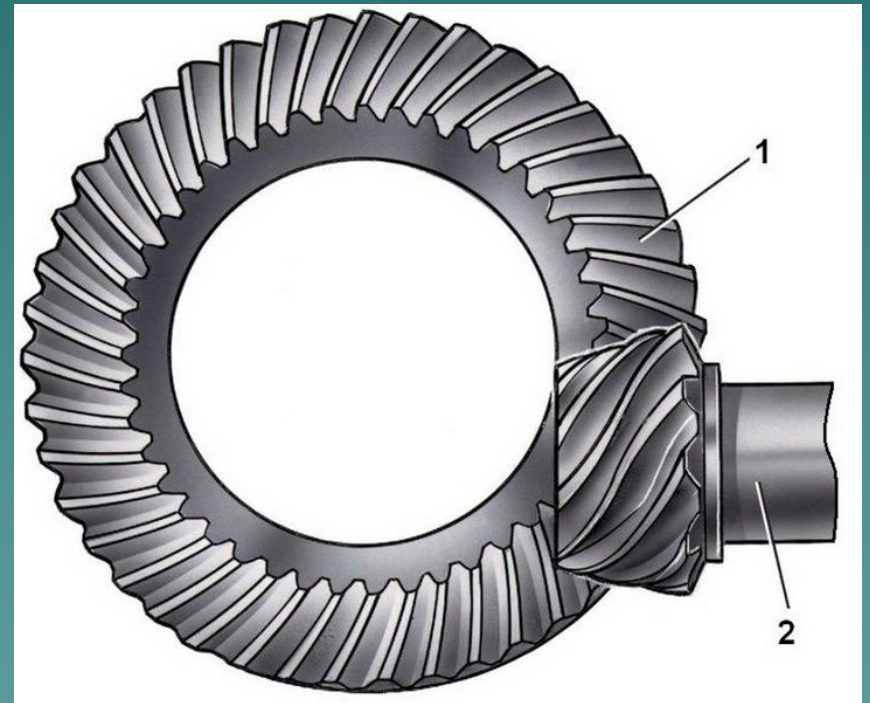


КОНІЧНЕ КОЛЕСО З КРУГОВИМ ЗУБЦЕМ

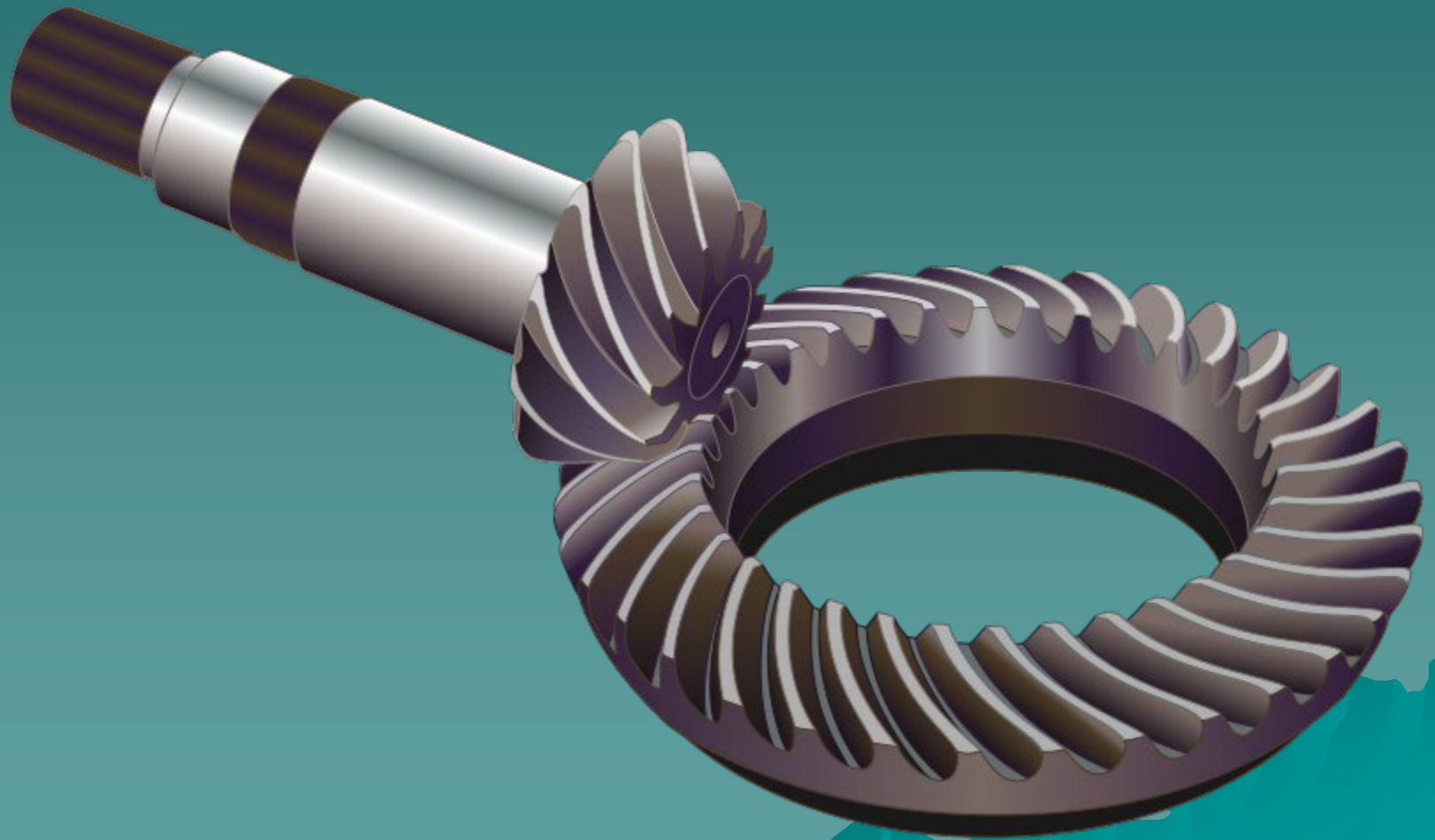


ГІПОЇДНА ПЕРЕДАЧА

- ◆ 1—ведене зубчасте колесо,
- ◆ 2—ведуча шестерня



ГІПОЇДНА ПЕРЕДАЧА



ЗУБЧАСТА ПЕРЕДАЧА

- ◆ Конічена зубчаста передача з лінією зубців колес виконаній по складній кривій.



ЗУБЧАСТА ПЕРЕДАЧА

- ◆ Зубчаста передача з перемінним кутом між осями. Призначена для передачі та преобразовання руху в механізмах маніпуляторів промислових роботів.



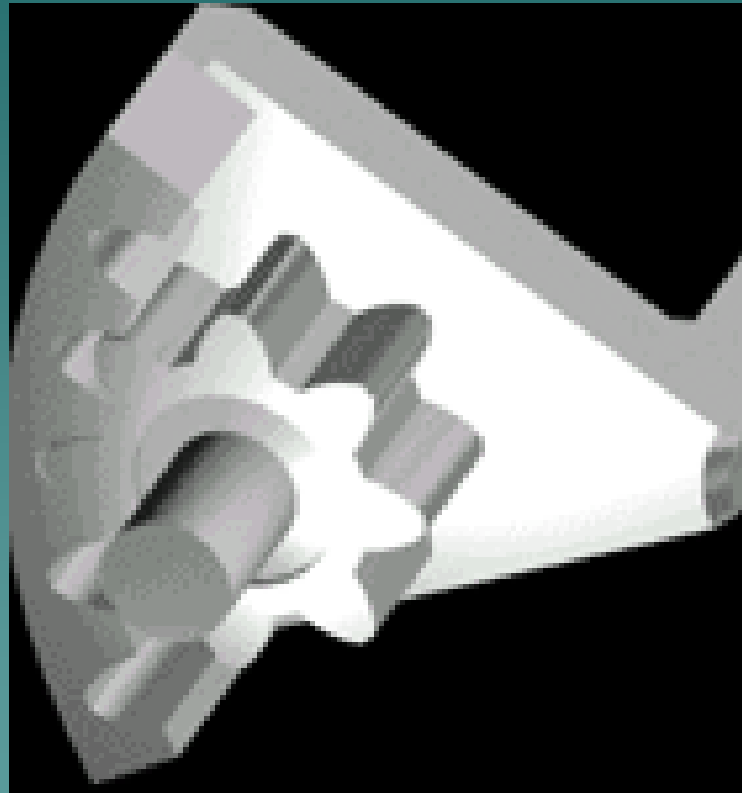
Гіпоїдна передача у механізмі приводу автомобіля



Диференціал

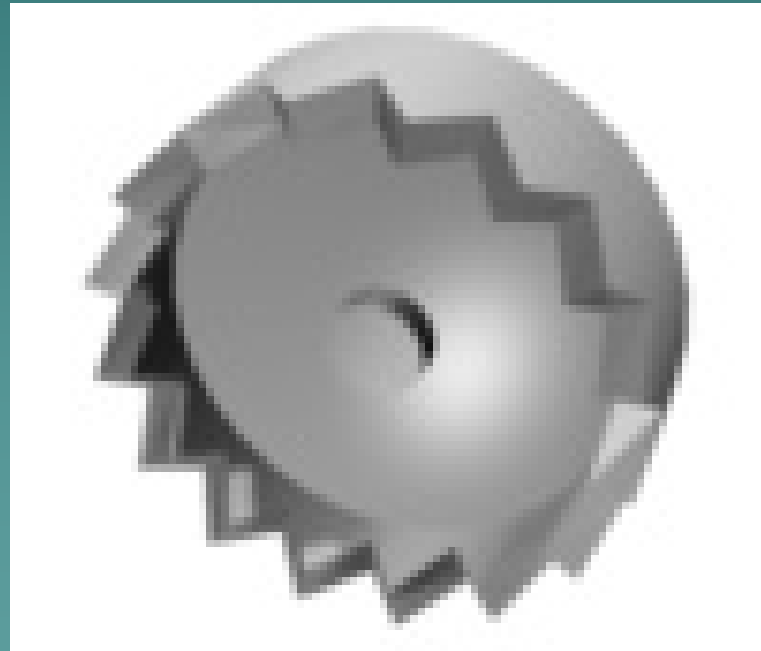


Секторна передача з внутрішнім зачепленням



КОРОНЧАСТА ШЕСТЕРНЯ

- ◆ Корончасте колесо — особий вид коліс, зубці яких розташовані на боковій поверхні. Таке колесо частіше стикується з обичним прямозубим, чи з барабаном із стержнів (цевочне колесо), як в башених часах.



ЗУБЧАСТИЙ МЕХАНІЗМ З ЦЕВОЧНИМ ЗАЧЕПЛЕННЯМ



ЦИЛІНДРИЧНА ЗУБЧАСТА ПЕРЕДАЧА З НЕКРУГЛИМИ КОЛЕСАМИ

- ◆ Забезпечує передачу та перетворення руху з заданим циклічним зміном передаточного відношення.



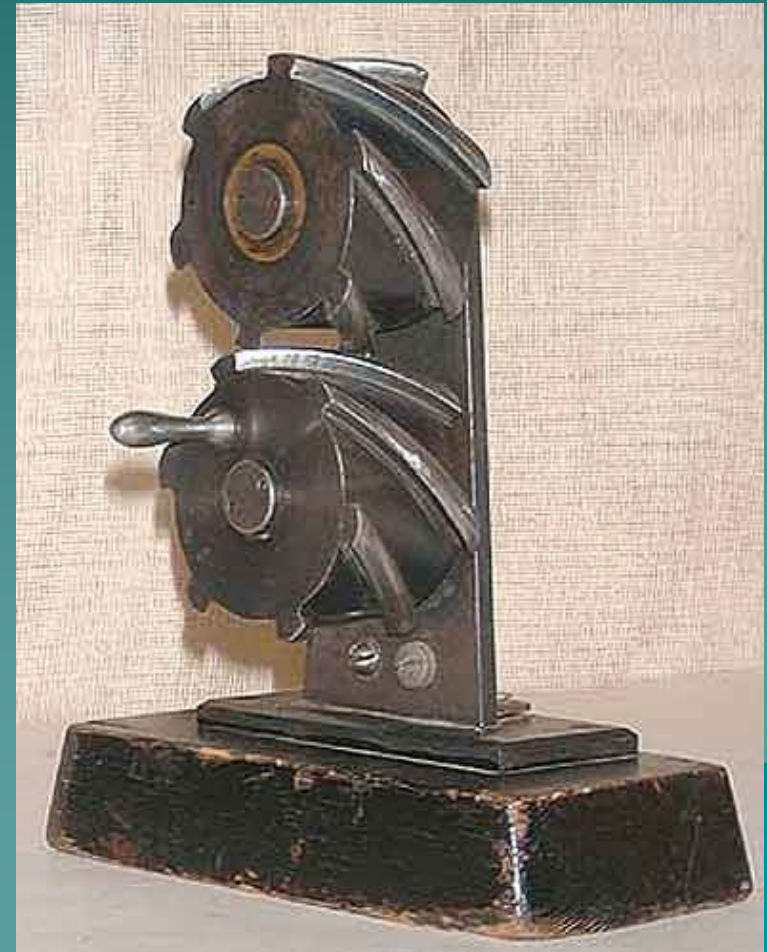
ЦИЛІНДРИЧНА КОСОЗУБА (ГИНТОВА) ЗУБЧАСТА ПЕРЕДАЧА

- ◆ Передача з
числом зубців
шестерні
дорівнює
одиниці.



ЦИЛІНДРИЧНА ЗУБЧАСТА ПЕРЕДАЧА ІЗ ЗОВНІШНІМИ ЗУБЦЯМИ ТА ВНУТРІНІМ ЗАЧЕНЛЕННЯМ

- ◆ В цій передачі контактна нормаль до поверхні зубців ділить лінію центрів зовнішнім чином, т.є. полюс розташований за межою лінії центрів.



ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАЧІ



- ◆ **Сліва** три моделі - евольвентні зубчасті передачі з мінімальною кількістю зубців.
- ◆ **Справа** модель зубчастої передачі з зачепленням **Малкіна**. Зачеплення **Малкіна** представляє собою зачеплення, в якому круглі колеса забезпечують змінне передаточне відношення.

ПРОСТОРОВА ЗУБЧАСТА ПЕРЕДАЧА

- ◆ **Ліва** - конічна передача з циліндричною евольвентною шестернею і торцевим зубчастим колесом. Зубчатий венець колеса виконаний на волністій поверхні. Тому передаточне відношення механізму змінне, а при русі вихідний вал виконує осьові коливальні рухи.
- ◆ **Права** - конічна передача з циліндричною евольвентною шестернею і зубчастим колесом, венець якого виконаний на конічній поверхні.



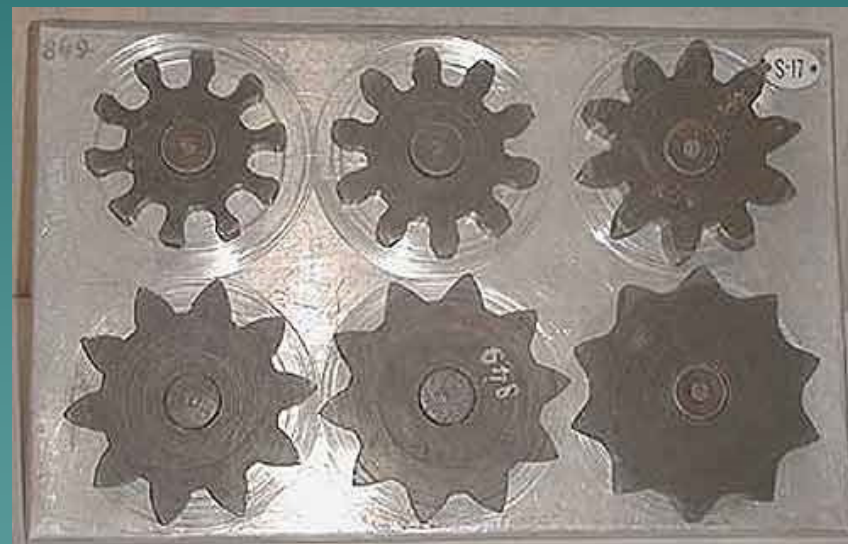
ЗУБЧАСТА ПЕРЕДАЧА З НЕКРУГЛИМИ КОЛЕСАМИ

- ◆ шестерня виконана у вигляді ексцентріка (круглого колеса ось обертання якого зміщена відносно геометричної осі на величину ексцентриситету). Передаточна функція механізму в межах обертів вхідного звена змінна. Передаточне число є сталим значенням і відповідає середнєінтегральній величині передаточної функції.

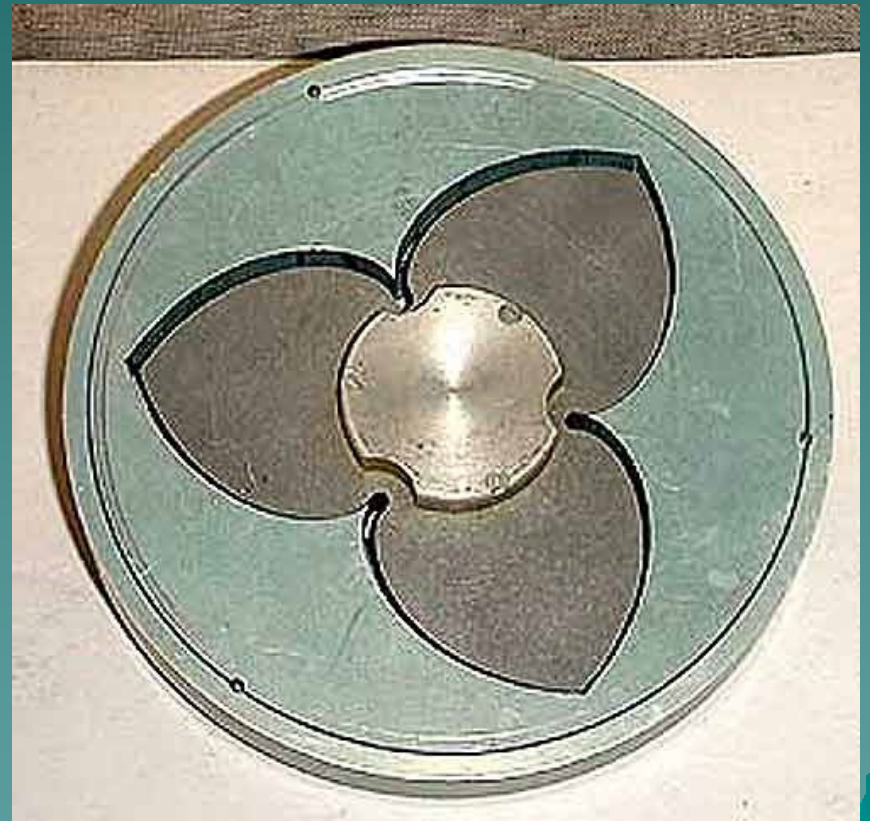


ЗУБЧАСТІ КОЛЕСА ІЗ РІЗНИМ ЗМІЩЕННЯ ІНСТРУМЕНТУ

- ◆ Від лівого верхнього до правого нижнього колеса зміщення збільшується. При цьому спочатку зменшується, а потім і повністю зникає подрезання. Але по мірі збільшення зміщення збільшується загострення вершин зубців колес.

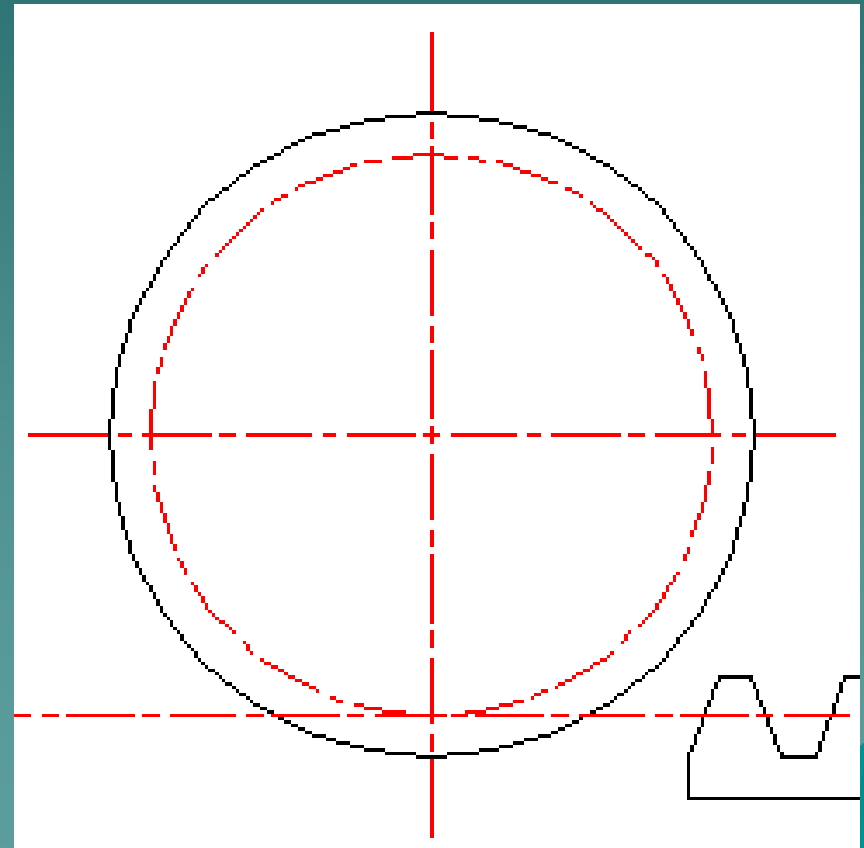


- ◆ **Модель
зубчастої муфти,
колеса якої
мають по три
зубця**

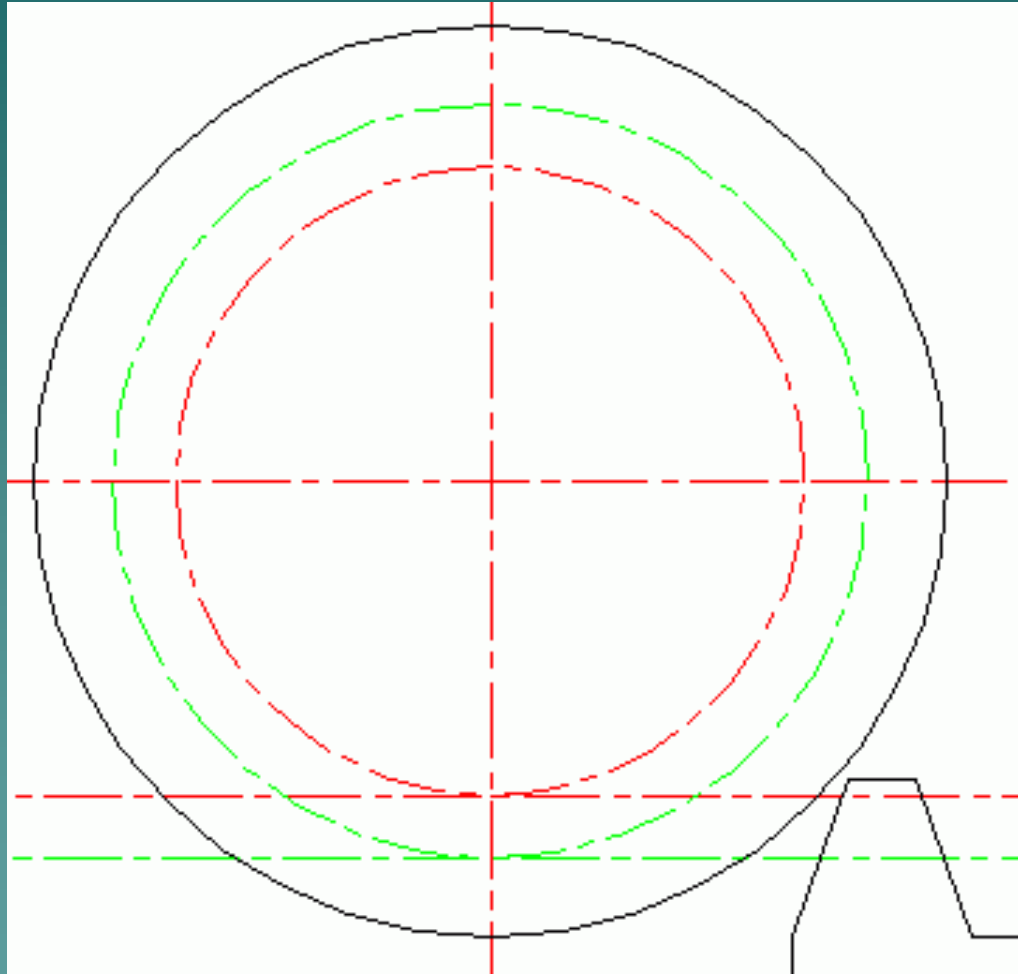


ОБРОБКА ЗУБЦІВ

- ◆ Метод обкочування інструментальною рейкою



ЗАГОСТРЕННЯ ЗУБЦІВ



НАРІЗУВАННЯ ЗУБЦІВ

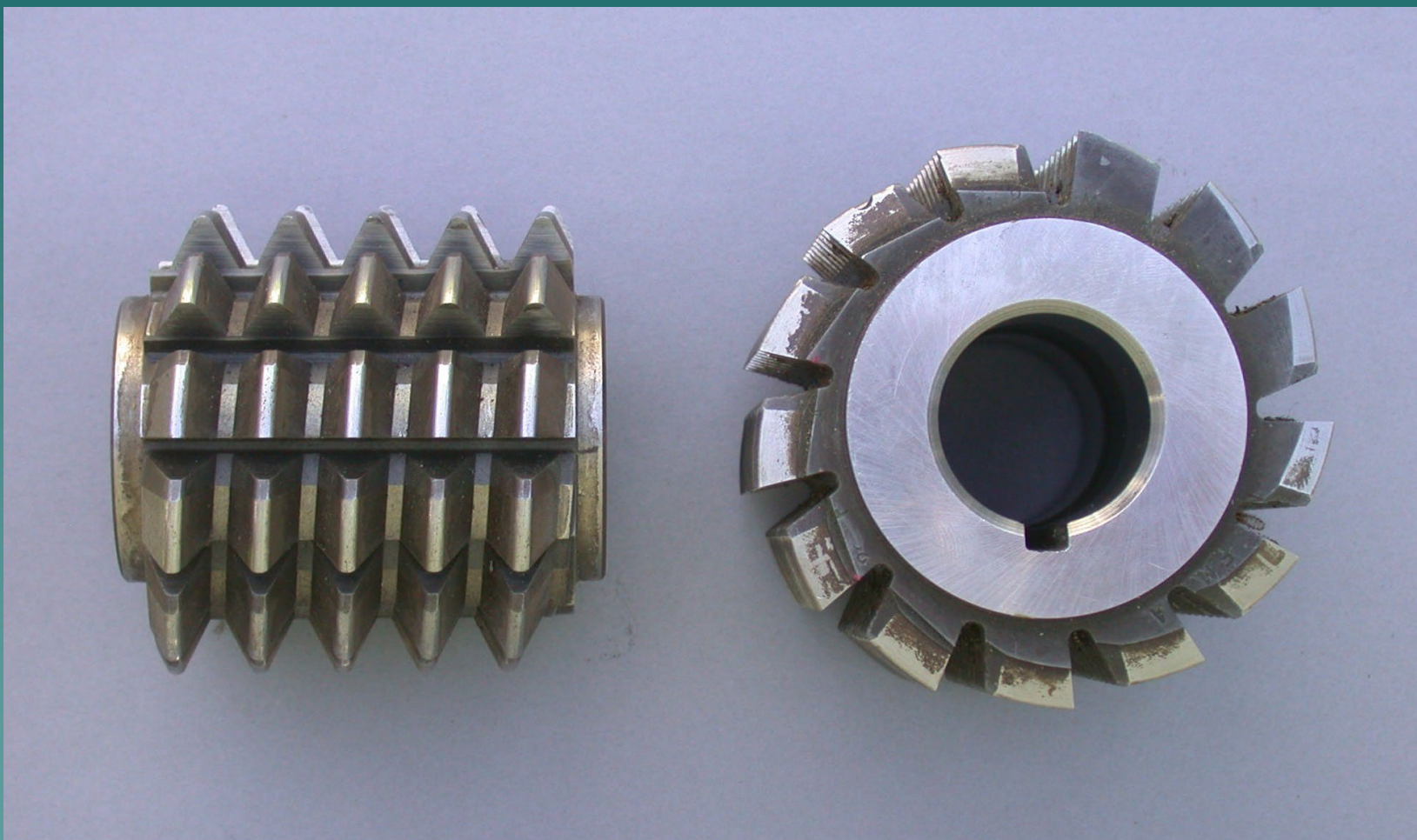


НАРІЗУВАННЯ ЗУБЦІВ

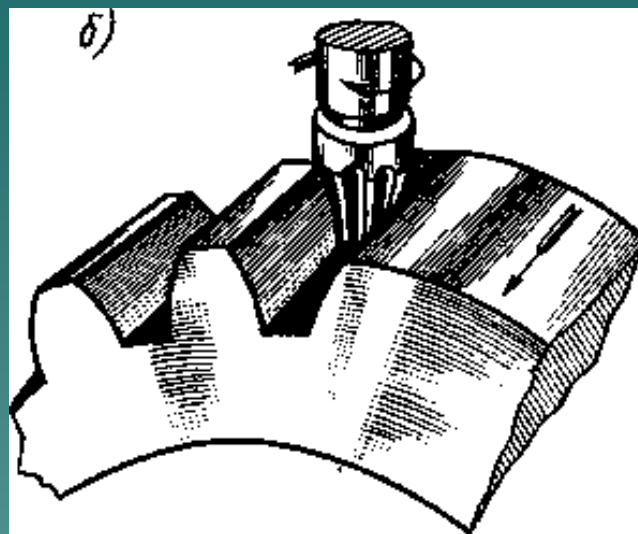
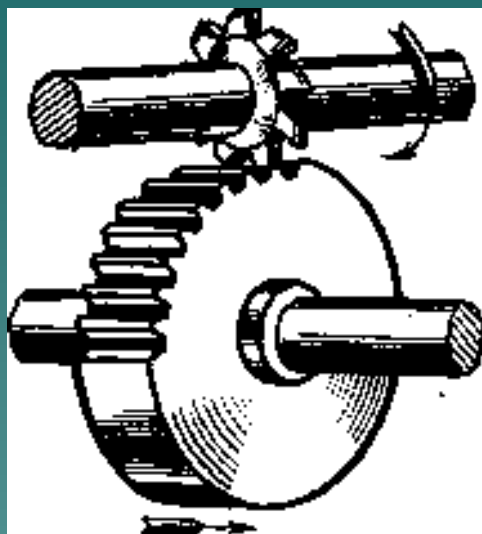
- ◆ Метод обкочування
фрезеруванням



ЧЕРВ'ЯЧНА ФРЕЗА



НАРІЗАННЯ ЗУБЗІВ МЕТОДОМ КОПІЮВАННЯ



- ◆ Копіювання полягає в прорізанні западин між зубцями за допомогою дискової або пальцевої фрези

НАНОШЕСТЕРНІ

