

TMM

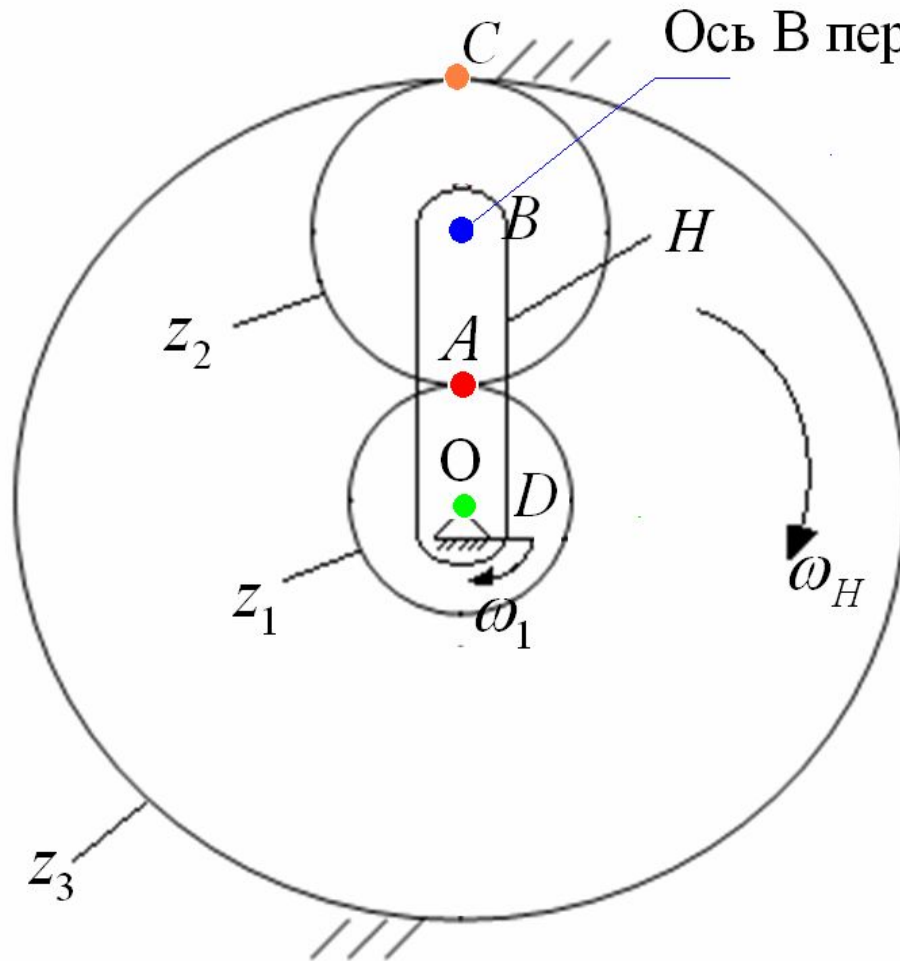
Теория механизмов и машин

Тема 7

- Кинематический анализ и синтез планетарных механизмов

понятия: типовые схемы планетарных механизмов, название звеньев, дополнительные геометрические условия синтеза (условия соосности, сборки, соседства), передаточное отношение.

Определение передаточного отношения аналитическим методом (Виллиса)

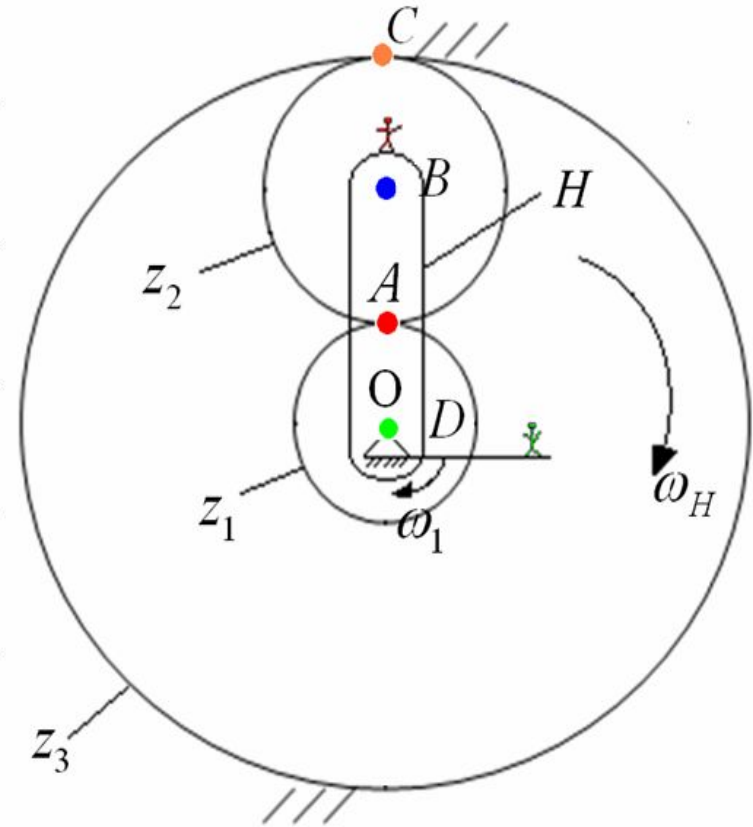


Движение передается от
солнечного колеса z_1
колесу z_2 в точке $\bullet A$.
Колесо z_2 поворачивается
вокруг мгновенного
центра скоростей $\bullet C$
и передает движение
точке $\bullet B$, принадлежащей
колесу z_2 и водилу.
Водило поворачивается
вокруг $\bullet O$

$$u_{C-H}^{(0)} = u_{1-H}^{(3)} = \frac{\omega_1}{\omega_H}$$

Определение передаточного отношения аналитическим методом (Виллиса)

N	Абс. \dot{x}	Отн. \dot{x}	z
1	ω_1	$\omega_1 - \omega_H$	z_1
2	СЛОЖИИ	ω_2	z_2
3	0	$-\omega_H$	z_3
H	ω_H	0	



$$\dot{x} u_{c-o}^{(H)} = (-1)^k u_{сол-сам} u_{сам-оп} = (-1)^1 \frac{z_3}{z_1}$$

Определение передаточного отношения аналитическим методом (Виллиса)

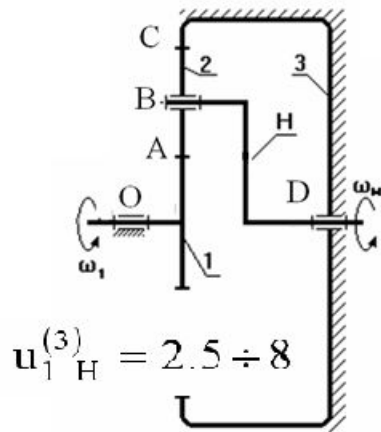
$$\star u_{c-o}^{(H)} = (-1)^k u_{\text{сол-сам}} u_{\text{сам-оп}} = (-1)^1 \frac{z_3}{z_1}$$

$$u_{c-o}^{(H)} = \frac{\omega_c^{(H)}}{\omega_o^{(H)}} = \frac{\omega_1^{(H)}}{\omega_3^{(H)}} = \frac{\omega_1 - \omega_H}{-\omega_H} = 1 - \frac{\omega_1}{\omega_H}$$

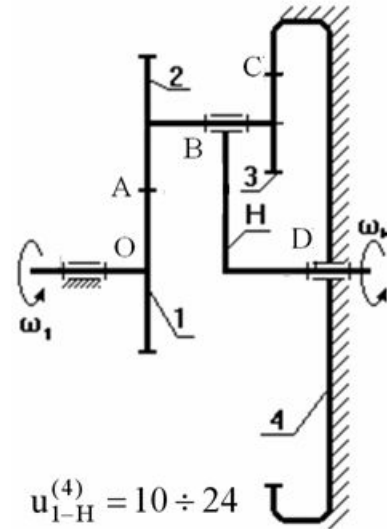
$$u_{c-o}^{(H)} = 1 - u_{c-H}^{(o)}$$

$$u_{c-H}^{(o)} = 1 - u_{c-o}^{(H)} \text{ -формула Виллиса}$$

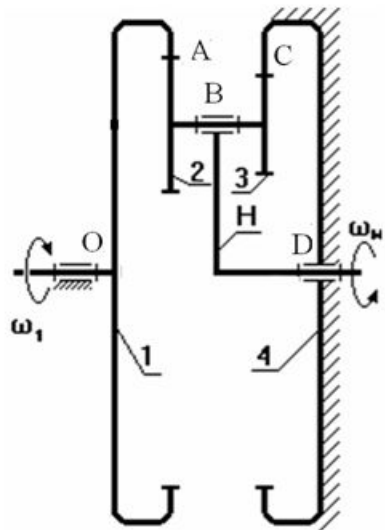
Типовые схемы планетарных редукторов



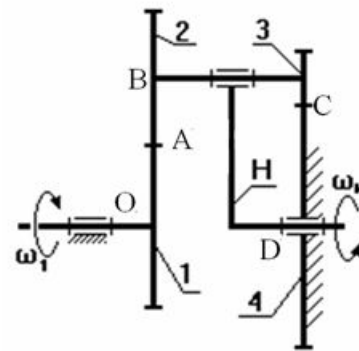
$$u_{1-H}^{(3)} = 2.5 \div 8$$



$$u_{1-H}^{(4)} = 10 \div 24$$



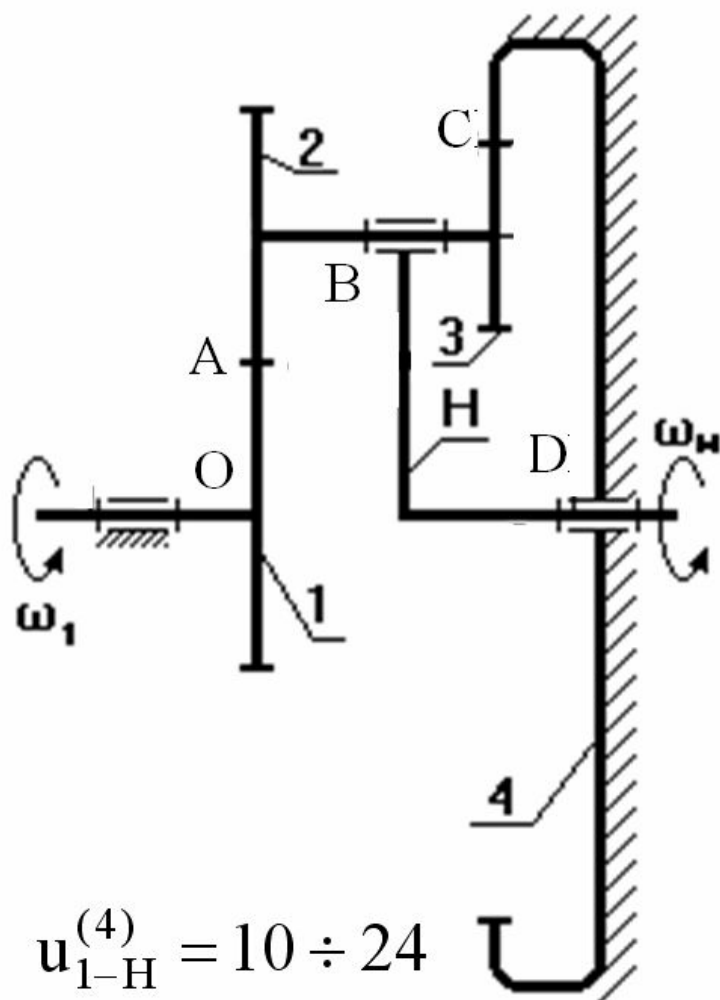
$$u_{H-1}^{(4)} = 20 \div 50$$



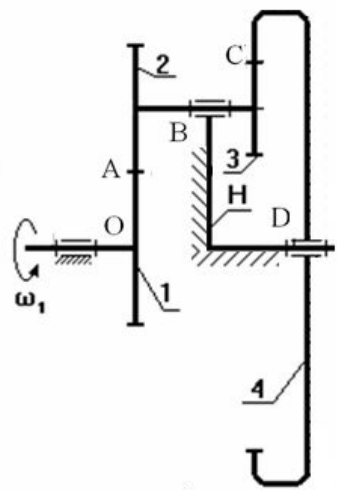
$$u_{H-1}^{(4)} \text{ до } 10\,000$$

*

Определение передаточного отношения аналитическим методом Виллиса



$$u_{c-H}^{(o)} = 1 - u_{c-o}^{(H)}$$

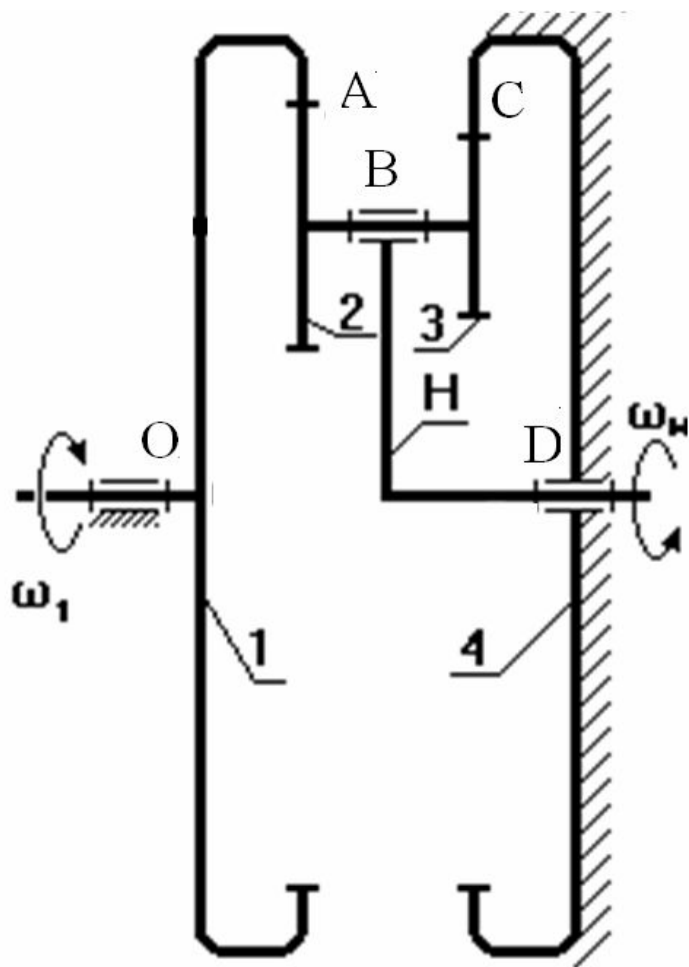


$$u_{1-4}^{(H)} = \left(-\frac{Z_2}{Z_1} \right) \cdot \left(\frac{Z_4}{Z_3} \right)$$

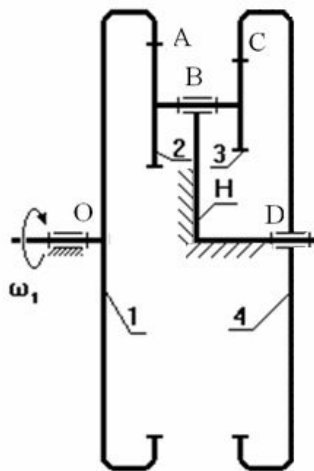
$$u_{1-H}^{(4)} = 1 + \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_4}{Z_3}$$

обращенный механизм

Определение передаточного отношения аналитическим методом Виллиса



$$u_{c-H}^{(o)} = 1 - u_{c-o}^{(H)}$$



$$u_{1-4}^{(H)} = \left(\frac{Z_2}{Z_1} \right) \cdot \left(\frac{Z_4}{Z_3} \right)$$

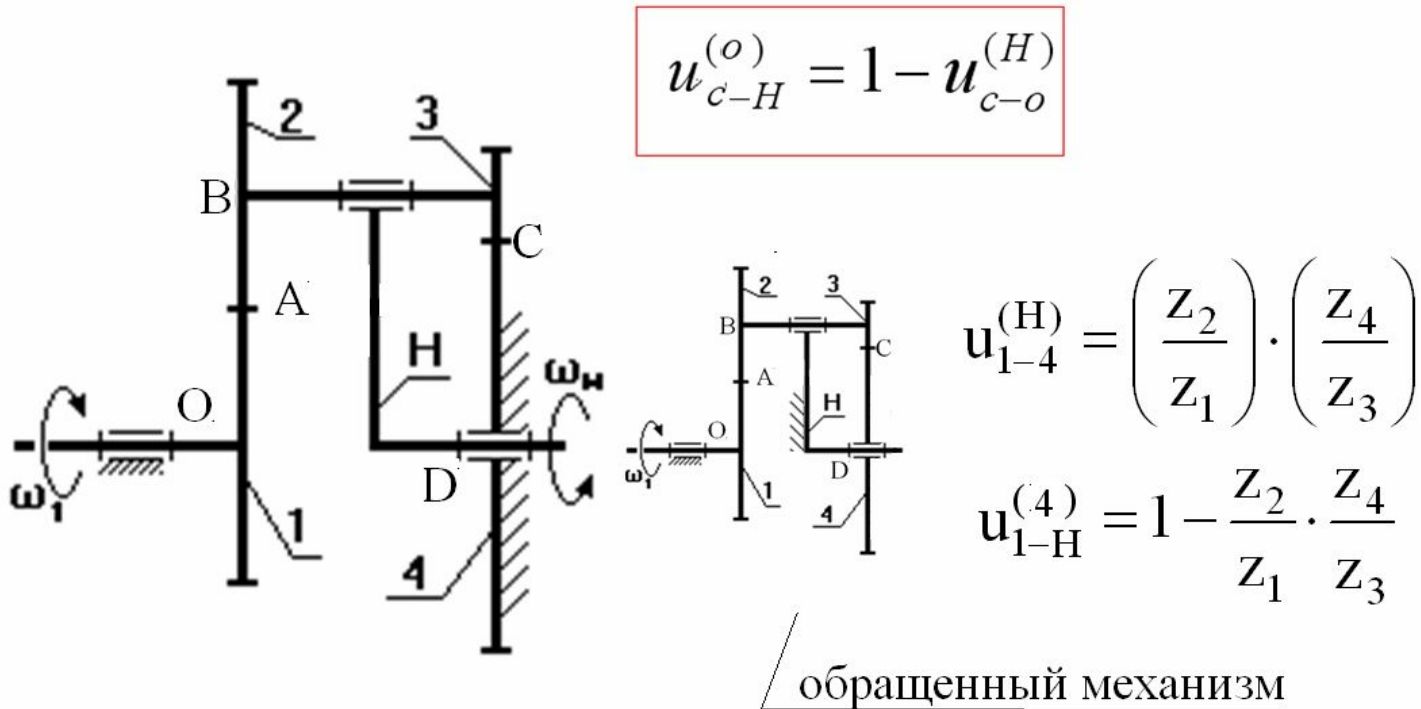
$$u_{1-H}^{(4)} = 1 - \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_4}{Z_3}$$

обращенный механизм

$$u_{H-1}^{(4)} = 20 \div 50$$

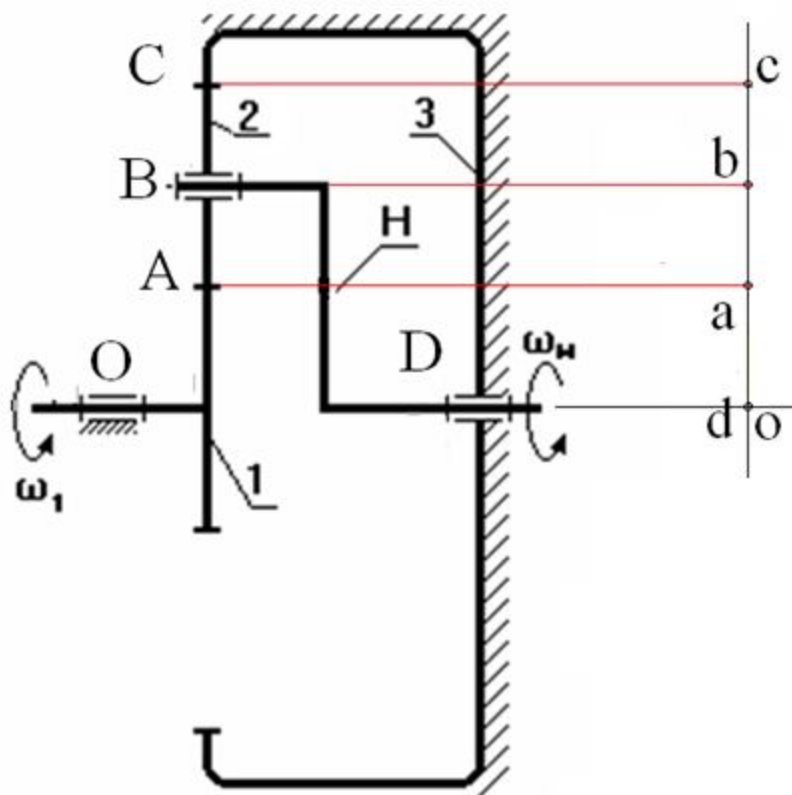
*

Определение передаточного отношения аналитическим методом Виллиса

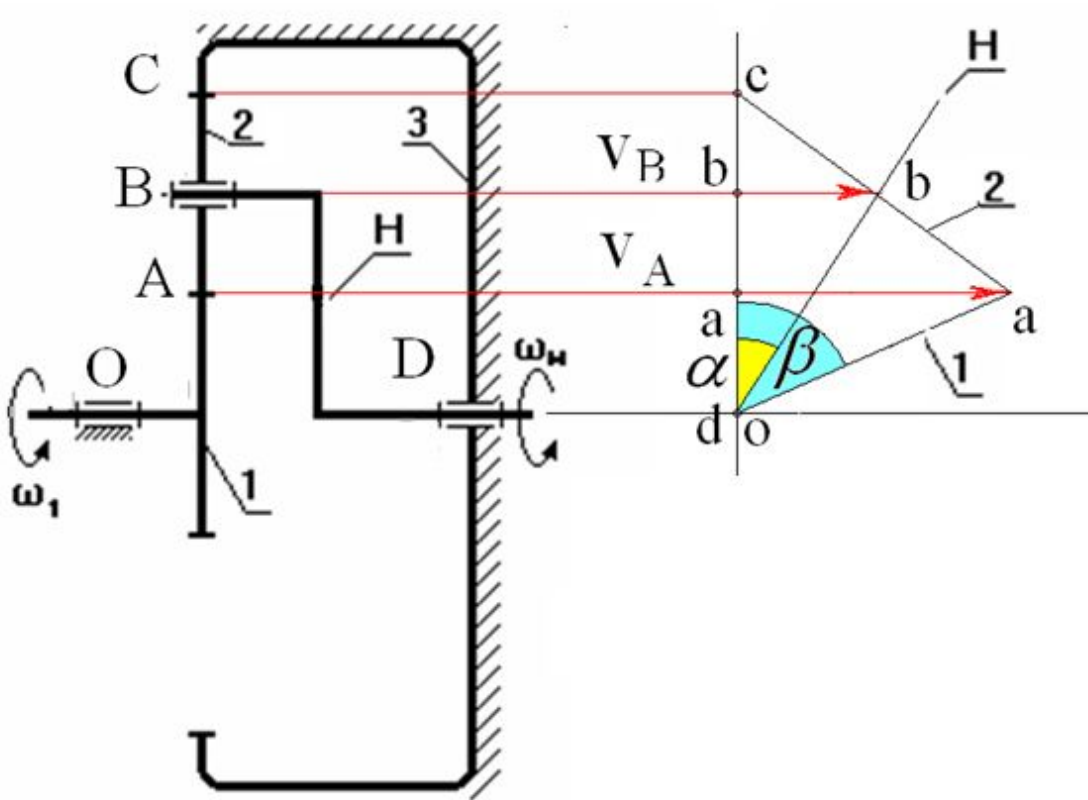


$u_{H-1}^{(4)}$ до 10 000

Определение передаточного отношения графическим методом



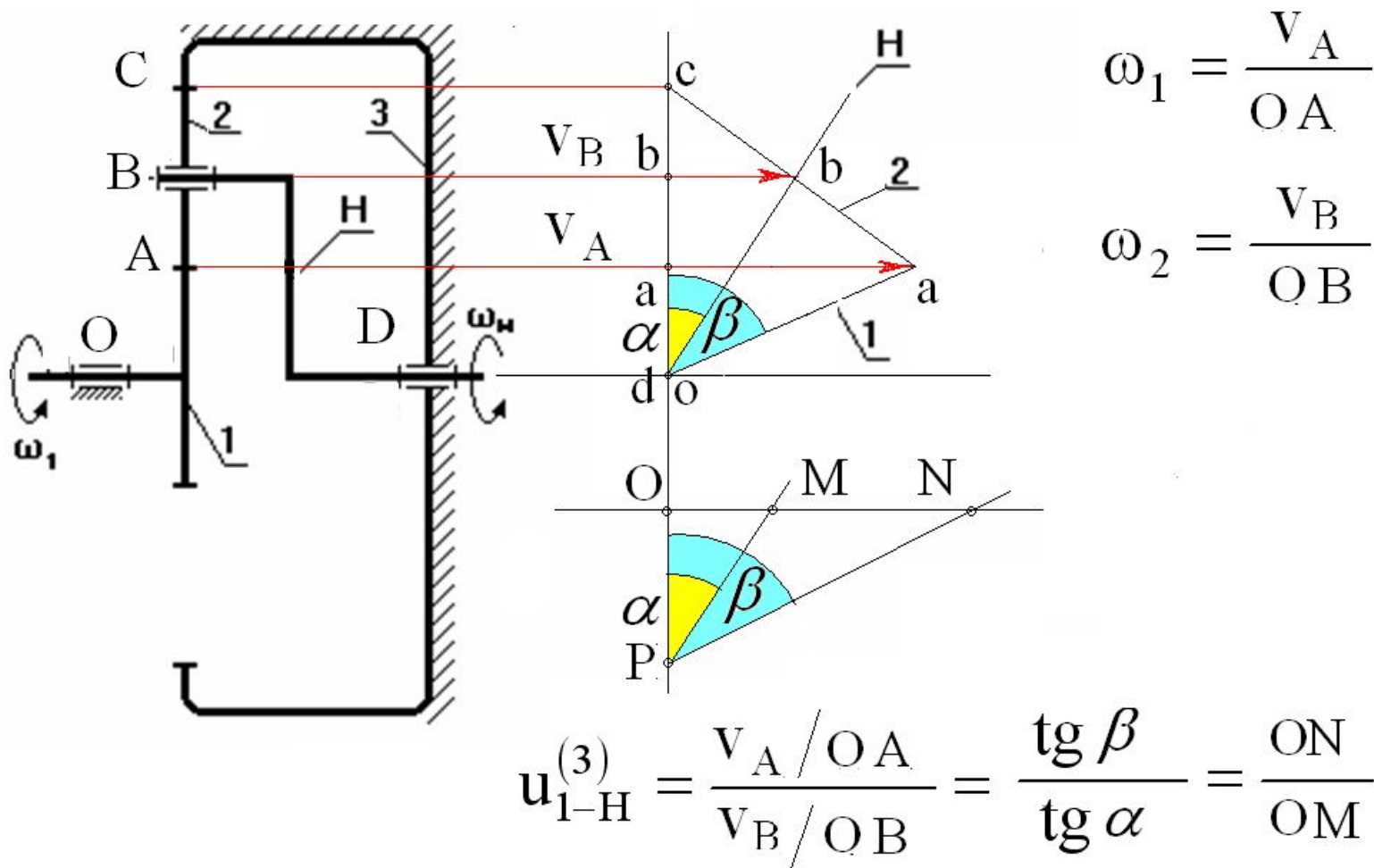
Определение передаточного отношения графическим методом



$$\omega_1 = \frac{V_A}{OA}$$

$$\omega_2 = \frac{V_B}{OB}$$

Определение передаточного отношения графическим методом



Проектирование (синтез) планетарных механизмов

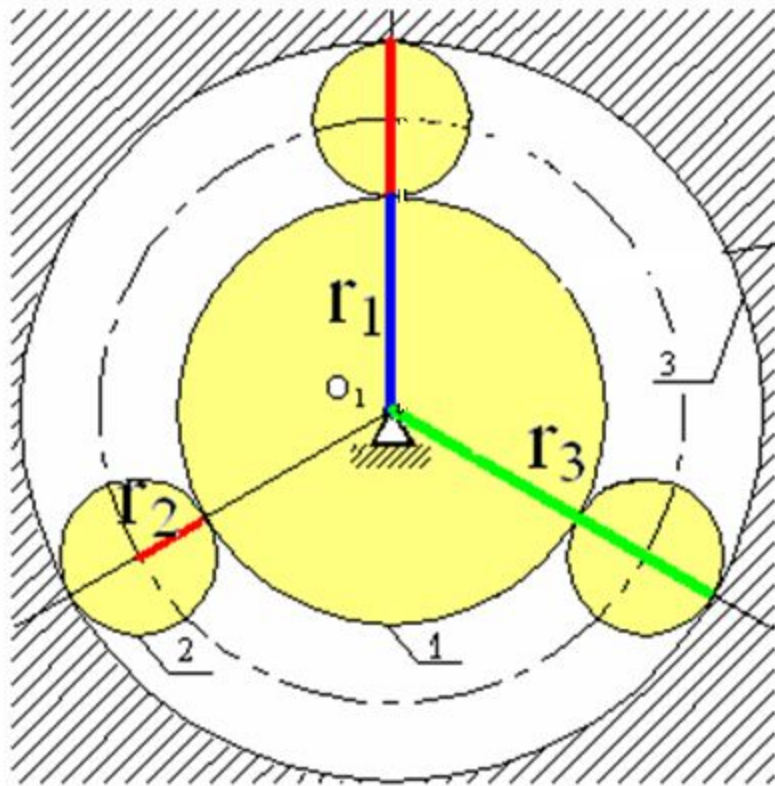
При кинематическом синтезе конструктор обязан выполнить ряд условий:

1. Отклонение от заданного передаточного отношения не должно превышать 5%.
2. Обеспечить выполнение условия соосности входного и выходного звеньев.
3. Необходимо обеспечить выполнение условия соседства.
4. Обеспечить выполнение условия сборки.

Проектирование планетарных механизмов

МЕХАНИЗМОВ

Условие соосности записывается в виде



$$r_1 + 2r_2 = r_3$$

$$\frac{m z_1}{2} + m z_2 = \frac{m z_3}{2}$$

$$z_1 + 2z_2 = z_3$$

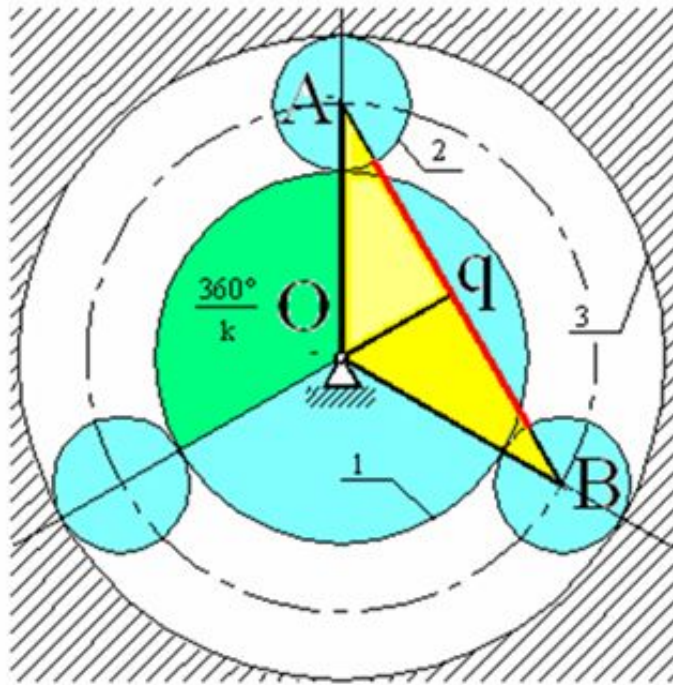
Проектирование планетарных механизмов

МЕХАНИЗМОВ

Условие соседства:

окружности соседних сателлитов не касаются друг друга.

Рассмотрим треугольник OAq :



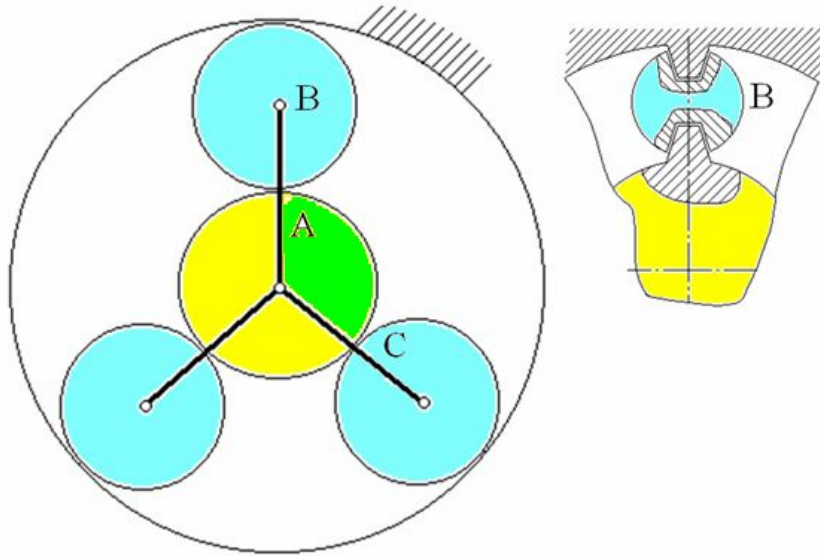
$$OA = r_1 + r_2 = \frac{m}{2} (z_1 + z_2)$$

$$m (z_1 + z_2) \sin \frac{180^\circ}{k} = 2 Aq$$

$$(z_1 + z_2) \sin \frac{180^\circ}{k} = z_2 + 2$$

Проектирование планетарных механизмов

Условие сборки:



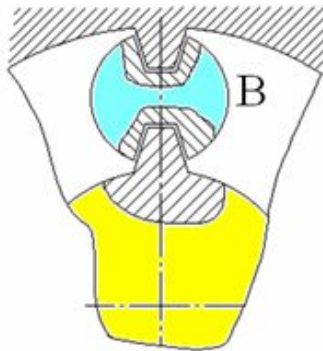
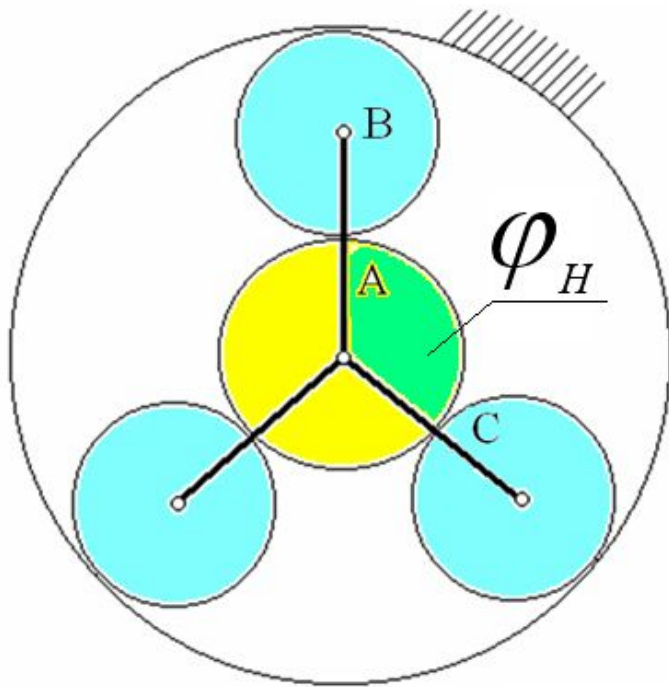
Будем считать, что сателлит устанавливается в позиции В.

Чтобы освободить место, нужно повернуть водило на угол $(360^\circ / k)$. Если на дуге AC укладывается целое число шагов, то при повороте водила на угол $(360^\circ/k)$ зубья центральных колес будут ориентированы относительно оси симметрии точно так же, как и при установке первого сателлита.

Проектирование планетарных механизмов

МЕХАНИЗМОВ

Условие сборки:



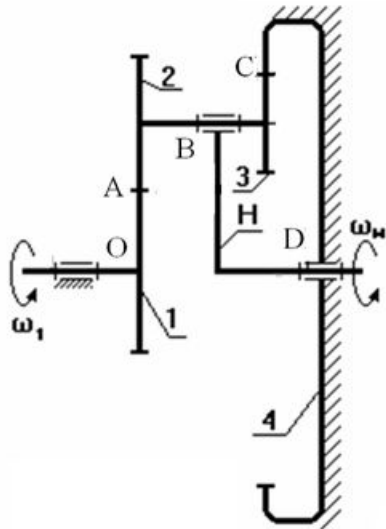
$$\varphi_H = \frac{360^\circ}{k} = \frac{\varphi_1}{U_{c-H}^o}$$

$$\varphi_1 = C \frac{360^\circ}{z_1}$$

Уравнение сборки имеет вид:

$$U_{c-H}^o z_1 = C k$$

Методика подбора зубьев планетарного механизма методом сомножителей

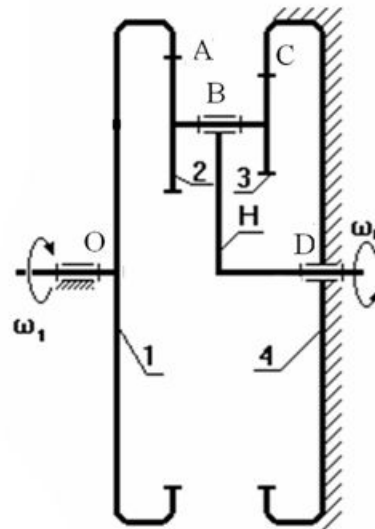


$$Z_1 = a(d - c)\gamma$$

$$Z_2 = b(d - c)\gamma$$

$$Z_3 = c(a + b)\gamma$$

$$Z_4 = d(a + b)\gamma$$

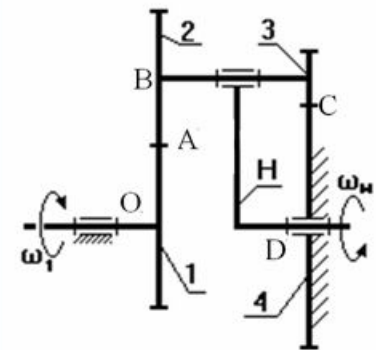


$$Z_1 = a(d - c)\gamma$$

$$Z_2 = b(d - c)\gamma$$

$$Z_3 = c(a - b)\gamma$$

$$Z_4 = d(a - b)\gamma$$



$$Z_1 = a(d + c)\gamma$$

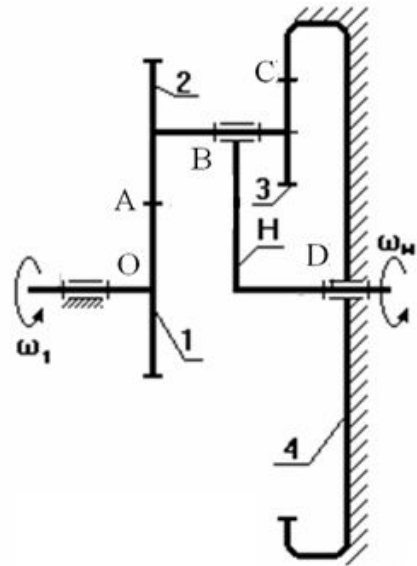
$$Z_2 = b(d + c)\gamma$$

$$Z_3 = c(a + b)\gamma$$

$$Z_4 = d(a + b)\gamma$$

*

Методика подбора зубьев планетарного механизма методом сомножителей



$$z_1 = a(d - c)\gamma$$

$$z_2 = b(d - c)\gamma$$

$$z_3 = c(a + b)\gamma$$

$$z_4 = d(a + b)\gamma$$

$$u_{1-H}^{(4)} = 1 + \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_4}{z_3}$$

$$u_{1-H}^4 = 1 + \frac{bd}{ac}$$

$$u_{1-H}^4 = 1 + \frac{bd}{ac} = 7$$

$$\frac{bd}{ac} = 6 = \frac{60}{10} = \frac{6 \cdot 10}{5 \cdot 2}$$

$$z_1 = 5(10 - 2)\gamma = 40\gamma$$

$$z_2 = 6(10 - 2)\gamma = 48\gamma$$

$$z_3 = 2(6 + 5)\gamma = 22\gamma$$

$$z_4 = 10(6 + 5)\gamma = 110\gamma$$

