

Задача 1

Определить число степеней свободы и маневренность пространственного механизма манипулятора промышленного робота (рис 1.1)

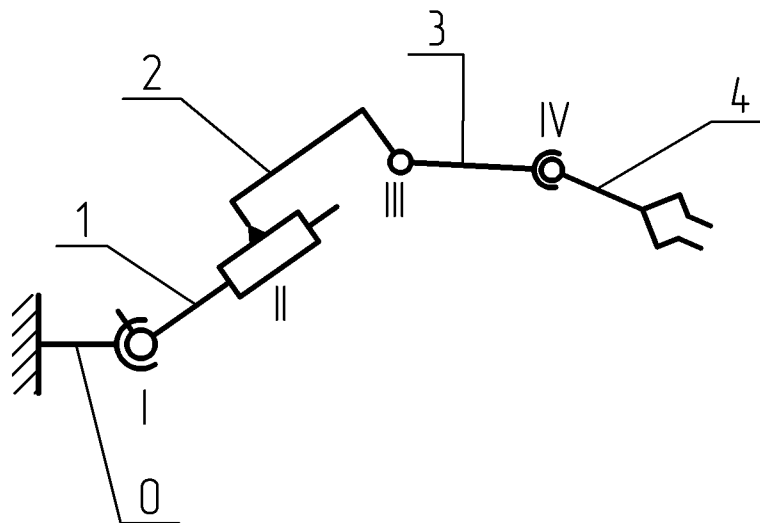


Рис.1.1

Решение

Число степеней свободы механизма равно:

$$W = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - p_1,$$

где n – число подвижных звеньев, $n = 4$ (звенья 1 ÷ 4);

p_5 – число кинематических пар пятого класса, $p_5 = 2$ (пара II – поступательная, пара III – вращательная);

p_4 – число кинематических пар четвертого класса, $p_4 = 1$ (пара I – шаровой шарнир с пальцем);

p_3 – число кинематических пар третьего класса, $p_3 = 1$ (пара IV – шаровая);

p_2 – число кинематических пар второго класса, $p_2 = 0$;

p_1 – число кинематических пар первого класса, $p_1 = 0$;

$$W = 6 \cdot 4 - 5 \cdot 2 - 4 \cdot 1 - 3 \cdot 1 = 7.$$

Маневренность манипулятора равна числу его степеней свободы при неподвижном захвате, т.е. в этом случае $n = 3$, $p_5 = 2$, $p_4 = 1$, $p_3 = 1$, $p_2 = p_1 = 0$;

$$m = 6 \cdot 3 - 5 \cdot 2 - 4 \cdot 1 - 3 \cdot 1 = 1.$$

Ответ: $W = 7$; $m = 1$.

Задача 2

В двухскоростной планетарной коробке передач (рис.2.1) определить передаточные отношения от колеса 1 к колесу 6 и скорости вращения колеса 6 :
 а) при заторможенном водиле H_1 (первая передача);
 б) при заторможенном водиле H_2 (вторая передача).
 Числа зубьев колес $Z_1 = 34$, $Z_2 = 44$, $Z_4 = 36$, $Z_5 = 78$; скорость вращения колеса 1 $\omega_1 = 190 \text{ рад/с}$. Незаданные значения чисел зубьев определяются из условий соосности редуктора в предположении, что все колеса нарезаны без смещения инструмента и имеют одинаковые модули.

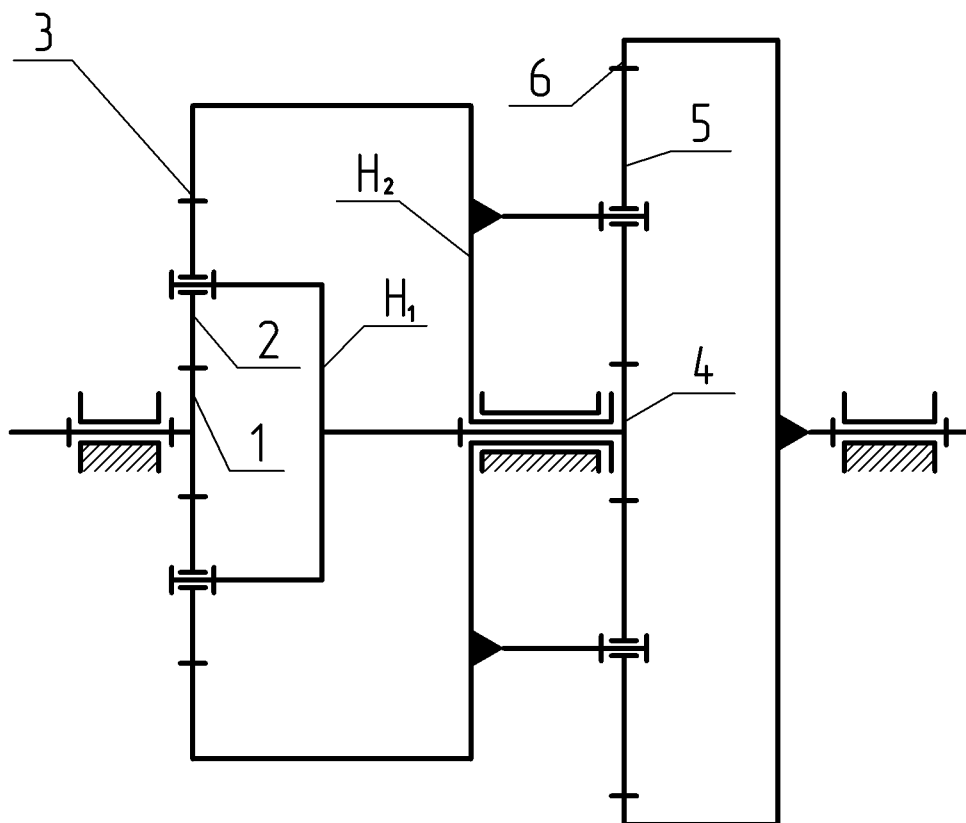


Рис.2.1

Решение

а) при первой передаче кинематическая схема коробки будет иметь вид, показанный на рис.2.2.

Определим из условия соосности недостающие числа зубьев колес:

$$Z_3 - Z_2 = Z_1 + Z_2;$$

$$Z_3 = Z_1 + 2Z_2 = 34 + 2 \cdot 44 = 122;$$

$$Z_6 - Z_5 = Z_4 + Z_5;$$

$$Z_6 = Z_4 + 2Z_5 = 36 + 2 \cdot 78 = 192.$$

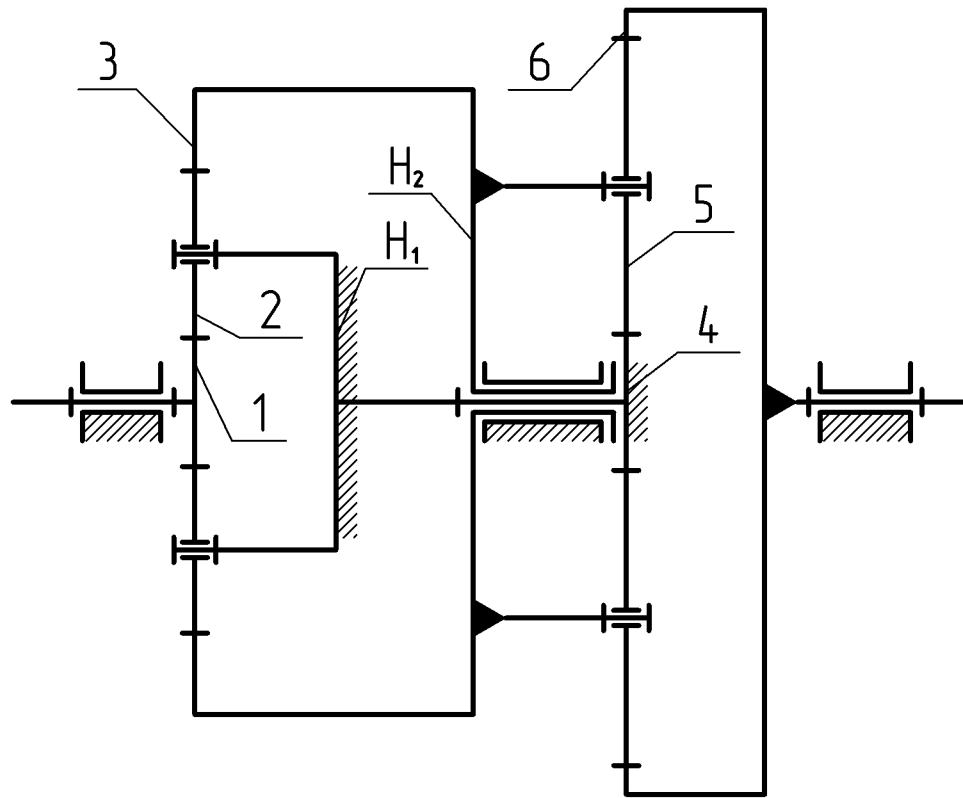


Рис.2.2

Передаточное отношение от колеса 1 к колесу 6 равно произведению передаточных отношений отдельных ступеней кинематической цепи :

$$U_{16} = U_{12} \cdot U_{23} \cdot U_{H_2 6}; \quad (1)$$

где
$$U_{12} = -\frac{Z_2}{Z_1}; \quad U_{23} = \frac{Z_3}{Z_2}. \quad (2)$$

Передаточное отношение планетарной передачи $U_{H_2 6}$ определим, используя метод обращения движения. Для этого мысленно сообщим всем звеньям планетарной передачи дополнительную угловую скорость, численно равную угловой скорости водила H_2 , но противоположно ей направленную. Тогда водило H_2 становится неподвижным, а передача из планетарной превращается в механизм, состоящий из двух последовательно соединенных пар зубчатых колес 4,5 и 5,6 с неподвижными осями вращения. Передаточное отношение этого механизма будет равно:

$$U_{46}^{(H_2)} = \left(-\frac{Z_5}{Z_4} \right) \cdot \frac{Z_6}{Z_5} = -\frac{Z_6}{Z_4}. \quad (3)$$

Это передаточное отношение можно выразить также через отношение угловых скоростей в обращенном движении:

$$U_{46}^{(H_2)} = \frac{\omega_4 - \omega_{H_2}}{\omega_6 - \omega_{H_2}}. \quad (4)$$

Так как $\omega_4 = 0$, то из (4) получим:

$$U_{46}^{(H_2)} = \frac{-\omega_{H_2}}{\omega_6 - \omega_{H_2}} = \frac{-\omega_{H_2} / \omega_6}{1 - \omega_{H_2} / \omega_6} = \frac{-U_{H_2 6}}{1 - U_{H_2 6}}.$$

Отсюда

$$U_{H_2 6} = \frac{U_{46}^{(H_2)}}{U_{46}^{(H_2)} - 1}. \quad (5)$$

Подставляя (3) в (5), получим:

$$U_{H_2 6} = \frac{-Z_6 / Z_4}{-Z_6 / Z_4 - 1} = \frac{Z_6}{Z_6 + Z_4}. \quad (6)$$

Подставляя (2) и (6) в (1), получим:

$$U_{16} = -\frac{Z_3 \cdot Z_6}{Z_1 \cdot (Z_6 + Z_4)}; \quad (7)$$

$$U_{16} = -\frac{122 \cdot 192}{34 \cdot (192 + 36)} = -3,022.$$

Скорость вращения колеса 6 равна:

$$\omega_6 = \frac{\omega_1}{U_{16}} = -\frac{190}{3,022} = -62,87 \text{ c}^{-1}.$$

Знак минус указывает на то, что направления угловых скоростей колеса 1 и колеса 6 противоположны.

б) при второй передаче кинематическая схема коробки будет иметь вид, показанный на рис.2.3.

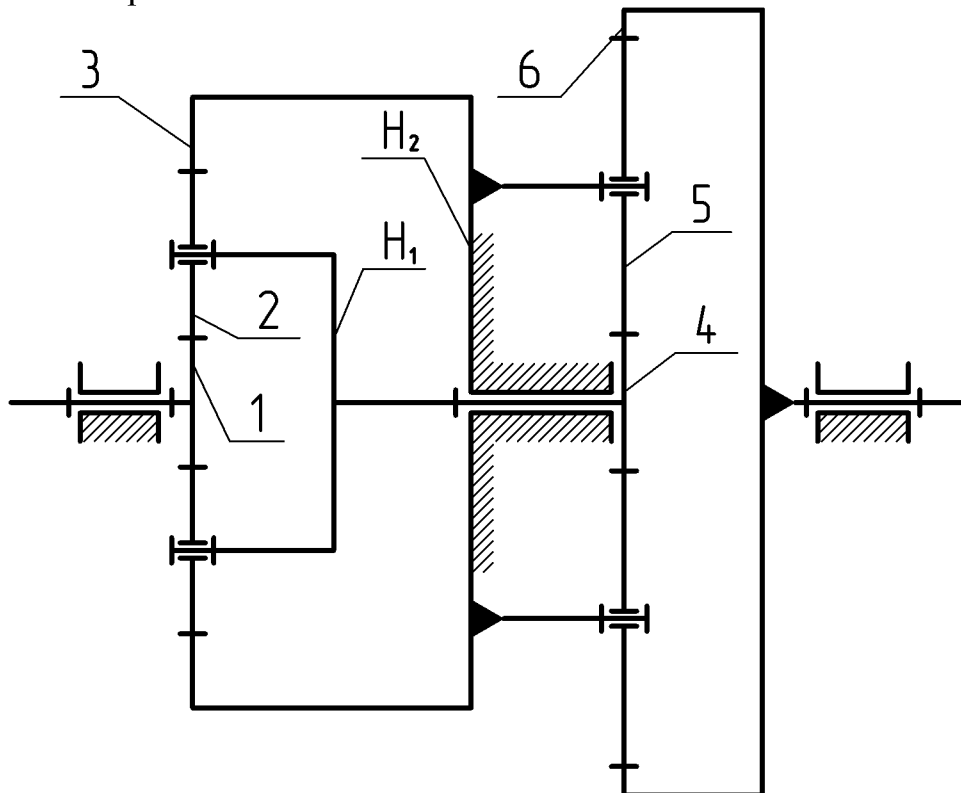


Рис.2.3

Искомое передаточное отношение от колеса l к колесу $б$ равно:

$$U_{16} = U_{1H_1} \cdot U_{45} \cdot U_{56}; \quad (8)$$

где
$$U_{45} = -\frac{Z_5}{Z_4}; \quad U_{56} = \frac{Z_6}{Z_5}. \quad (9)$$

Передаточные отношения планетарной передачи определим, используя метод обращения движения.

$$U_{13}^{(H_1)} = -\frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_3}{Z_2} = -\frac{Z_3}{Z_1}; \quad (10)$$

$$U_{13}^{(H_1)} = \frac{\omega_1 - \omega_{H_1}}{\omega_3 - \omega_{H_1}}. \quad (11)$$

Так как $\omega_3 = 0$, то из (11) получим:

$$U_{13}^{(H_1)} = \frac{\omega_1 - \omega_{H_1}}{-\omega_{H_1}} = \frac{\omega_1 / \omega_{H_1} - 1}{-1} = \frac{U_{1H_1} - 1}{-1}.$$

Отсюда:

$$U_{1H_1} = 1 - U_{13}^{(H_1)}. \quad (12)$$

Подставляя (10) в (12), получим:

$$U_{1H_1} = 1 + \frac{Z_3}{Z_1}. \quad (13)$$

Подставляя (9) и (13) в (8), получим:

$$U_{16} = -\left(1 + \frac{Z_3}{Z_1}\right) \cdot \frac{Z_6}{Z_4}. \quad (14)$$

$$U_{16} = -\left(1 + \frac{122}{34}\right) \cdot \frac{192}{36} = -24,471.$$

Скорость вращения колеса $б$ равна:

$$\omega_6 = \frac{\omega_1}{U_{16}} = -\frac{190}{24,471} = -7,76 \text{ c}^{-1}.$$

Направления угловых скоростей звеньев l и $б$ при второй передаче также противоположны.

Ответ: а) $U_{16} = -3,022$; $\omega_6 = -62,87 \text{ c}^{-1}$; б) $U_{16} = -24,471$; $\omega_6 = -7,76 \text{ c}^{-1}$.