

Секция 3 «Автоматизация исследований»

Председатели:

Левчук Виктор Дмитриевич, канд. техн. наук, доцент.

Ворувев Андрей Валерьевич, канд. техн. наук, доцент.

В. С. Акулич (ГГТУ имени П.О. Сухого, Гомель)

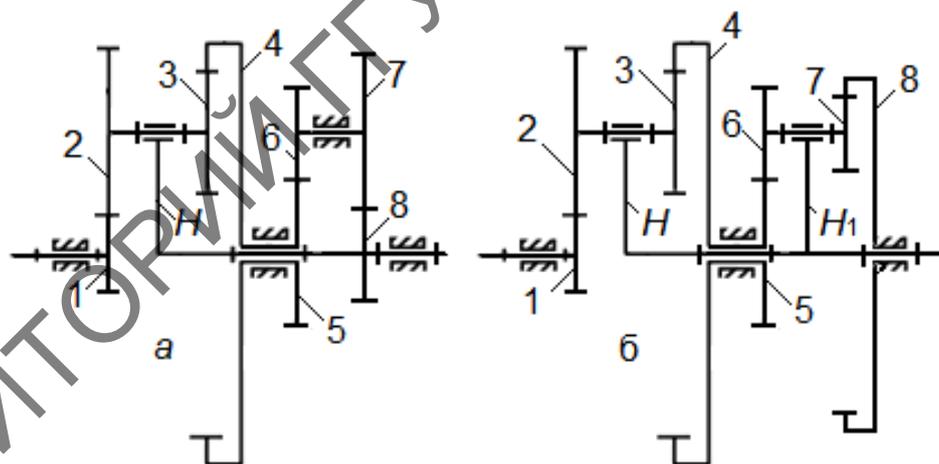
Науч. рук. **А. Т. Бельский**, канд. техн. наук, доцент

КИНЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАМКНУТЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ

В технике широко применяют зубчатые механизмы, состоящие из дифференциального механизма с двумя степенями подвижности, между звеньями которого установлена промежуточная зубчатая передача, играющая роль замыкающего механизма.

Эта передача накладывает дополнительное условие связи, и дифференциальный механизм превращается в сложный планетарный механизм с одной степенью подвижности. Такой механизм получили название замкнутый дифференциальный механизм.

В качестве примера на рисунке 1 показаны два таких механизма.



Рисунке 1 – Замкнутые дифференциальные механизмы

На рисунке 1а ведущим звеном является звено 1, ведомым – колесо 8. Механизм состоит из дифференциала с колесами 1, 2, 3, 4 и водила H и замыкающего ступенчатого зубчатого механизма (ЗМ) с колесами 5, 6, 7 и 8.

На рисунке 2б замыкание дифференциального механизма осуществляется с помощью планетарного механизма (ПМ), состоящего из колес 5, 6, 7, 8 и водила H_1 .

Для определения угловых скоростей звеньев замкнутого дифференциального механизма сначала необходимо определить общее передаточное отношения механизма путем совместного решения уравнения, связывающего угловые скорости дифференциального механизма, и уравнения передаточного отношения замыкающего механизма

Для механизмов, изображенных на рисунке 1, уравнение, связывающее угловые скорости звеньев дифференциального механизма, имеет одинаковый вид:

$$\omega_1 = i_{14}^H \omega_4 + i_{1H}^4 \omega_H.$$

Уравнения передаточных отношений для замыкающей части этих механизмов различны. Для механизма, изображенного на рисунке 1а

$$i_{58} = \frac{\omega_5}{\omega_8}$$

а для механизма, изображенного на рисунке 1б

$$i_{5H_1}^8 = 1 - i_{58}^{H_1}$$

Решая совместно эти уравнения, получаем соответственно зависимости для расчета общего передаточного отношения

$$i_{18} = i_{14}^H i_{58} + i_{1H}^4; \quad i_{1H_1} = i_{14}^H (1 - i_{58}^{H_1}) + i_{1H}^4.$$

Из анализа этих зависимостей следует, что значение общего передаточного отношения замкнутого зубчатого механизма зависит от знака передаточных отношений, входящих в данные формулы.

Знак передаточного отношения в свою очередь зависит от вида зацепления зубчатых колес. При внешнем зацеплении передаточное отношение отрицательно, а при внутреннем – положительно.

Передаточные отношения, входящие в выше приведенные формулы, выраженные через числа зубьев, имеют вид

$$i_{14}^H = \left(-\frac{z_2}{z_1} \right) \left(\frac{z_4}{z_3} \right); \quad i_{58} = \left(-\frac{z_6}{z_5} \right) \left(-\frac{z_8}{z_7} \right); \quad i_{1H}^4 = 1 - i_{14}^H; \quad i_{58}^{H_1} = \left(-\frac{z_6}{z_5} \right) \left(\frac{z_8}{z_7} \right).$$

Автоматизировать расчет угловых скоростей при таком подходе не представляется возможным, так как для каждого случая должна быть написана своя программа расчета.

Для устранения этого недостатка было предложено считать передаточное отношение между двумя зубчатыми колесами независимо от

вида зацепления всегда отрицательным. Для получения требуемого результата в зависимости для расчета передаточного отношения числа зубьев колес с внешними зубьями необходимо подставлять со знаком минус, а с внутренними – со знаком плюс.

В этом случае будем иметь

$$i_{14}^H = \left(-\frac{-z_2}{-z_1} \right) \left(-\frac{z_4}{-z_3} \right) = \left(-\frac{z_2}{z_1} \right) \left(\frac{z_4}{z_3} \right),$$

что соответствует ранее приведенной формуле.

Такой подход позволил все многообразие замкнутых механизмов свести к двум структурным схемам, которые отличаются только видом замыкающего механизма.

Учитывая вышесказанные допущения, была разработана система автоматизированного расчета. Загружая автоматизированную систему расчета угловых скоростей замкнутого дифференциального механизма, на экране монитора высвечивается картинка (рисунок 2).

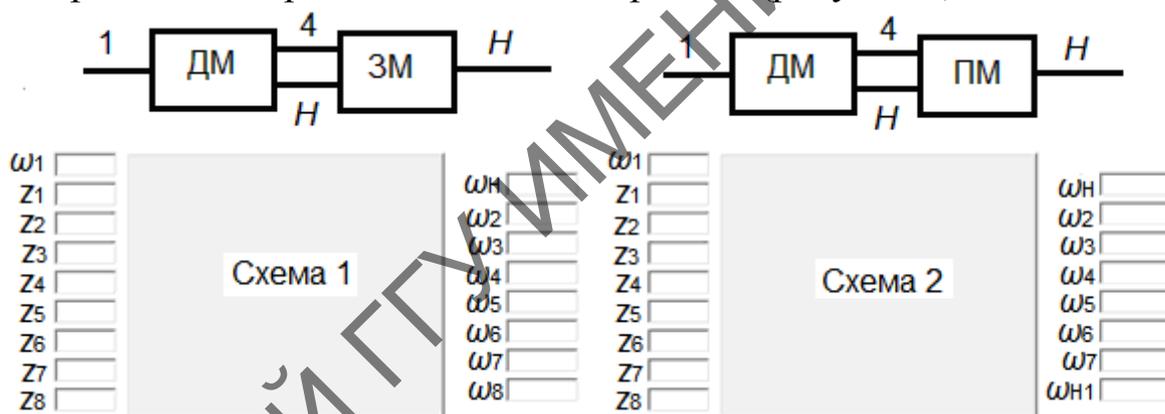


Рисунок 2 – Картинка на экране монитора

Для расчета угловых скоростей звеньев замкнутого дифференциального механизма необходимо выбрать схему механизма в зависимости от вида замыкающего механизма и ввести в окна числа зубьев колес с соответствующими знаками. Справа в окнах автоматически появятся значения угловых скоростей звеньев исследуемого зубчатого механизма.

Литература

1. Артоболевский, И.И. Теория механизмов и машин / И.И. Артоболевский. М.: Наука, 1988. – 638 с.
2. Фролов, К.В. Теория механизмов и механика машин: учебник для вузов / под ред. Фролова К.В. – 4-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2003. – 496 с.