

СИНТЕЗ ДИНАМИЧЕСКИ УРАВНОВЕШЕННОГО ЗУБЧАТО-РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА ПО ПОЛНОМУ ЧИСЛУ ПАРАМЕТРОВ

Гутаев С.В., ассистент, ОНАПТ, г. Одесса

В современном машиностроении особое место занимают передаточные механизмы с неравномерным движением выходного звена, в том числе движением с остановкой и обратным ходом последнего. Однако они являются динамически неуравновешенными, что не позволяет увеличивать рабочие скорости. Уравновешивание их на фундаменте с помощью дополнительных масс не дает положительного эффекта из-за повышения значения реакций в кинематических парах. В работе [1] была предложена схема динамически уравновешенного зубчато-рычажного механизма, позволяющего воспроизводить такие законы движения, а также получена функция положения данного механизма из условия неразрывности векторного контура, построенного на звеньях рычажной цепи.

В настоящей работе предлагается методика кинематического синтеза этого механизма по полному числу параметров.

На рисунке представлена расчетная схема зубчато-рычажного механизма, состоящего из центрального зубчатого колеса, сателлита, водила и рычажной кинематической цепи.

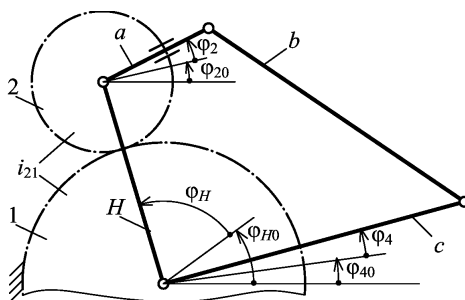


Рисунок – Расчетная схема для кинематического синтеза

Согласно расчетной схеме параметрами синтеза являются: длина водила H (принятая равной единице); a , b и c – длины звеньев в относительных единицах, т.е. по отношению к длине водила; φ_H и φ_4 – углы, определяющие положение водила и выходного звена, соответственно; φ_{H0} , φ_{20} и φ_{40} – углы, определяющие начала отсчета углов поворота водила, звена a жестко соединенного с сателлитом 2 и выходного звена c , соответственно; i_{21} – передаточное отношение между зубчатыми колесами 2 и 1.

Следует обратить внимание на тот факт, что величина i_{21} определяет число остановок или обратных ходов выходного звена за один оборот водила, т.е. обусловлено технологическими потребностями и потому в определяемые параметры синтеза не включено.

Функция положения механизма с учетом того, что для решения задачи синтеза механизма по полному числу параметров дополнительно введены углы φ_{H0} , φ_{20} и φ_{40} имеет вид:

$$1 + a^2 + c^2 - 2a \cos((i_{21} + 1)\varphi_H + \varphi_{20} - \varphi_H - \varphi_{H0}) - 2c \cos(\varphi_H + \varphi_{H0} - \varphi_4 - \varphi_{40}) - 2ac \cos((i_{21} + 1)\varphi_H + \varphi_{20} - \varphi_4 - \varphi_{40}) = b^2. \quad (1)$$

Задача синтеза механизма решена по методу приближения функций. Был выбран наиболее удобный способ упрощения аналитического выражения отклонения от заданной функции в виде взвешенной разности [2]. Выражение (1) после преобразований принимает вид

$$\Delta_q = 2ac \left[\frac{1 + a^2 + c^2 - b^2}{2ac} + \frac{1}{c} \sin i_{21} \varphi_H \sin \varphi_{20} \cos \varphi_{H0} - \frac{1}{c} \sin i_{21} \varphi_H \cos \varphi_{20} \cdot \sin \varphi_{H0} - \frac{1}{c} \cos i_{21} \varphi_H \cos \varphi_{20} \cos \varphi_{H0} - \frac{1}{c} \cos i_{21} \varphi_H \sin \varphi_{20} \sin \varphi_{H0} + \frac{1}{a} \sin(\varphi_H - \varphi_4) \sin \varphi_{H0} \cos \varphi_{40} - \frac{1}{a} \sin(\varphi_H - \varphi_4) \cos \varphi_{H0} \sin \varphi_{40} - \frac{1}{a} \cos(\varphi_H - \varphi_4) \cos \varphi_{H0} \cos \varphi_{40} - \frac{1}{a} \cos(\varphi_H - \varphi_4) \sin \varphi_{H0} \sin \varphi_{40} + \sin((i_{21} + 1)\varphi_H - \varphi_4) \sin \varphi_{20} \cos \varphi_{40} - \sin((i_{21} + 1)\varphi_H - \varphi_4) \cos \varphi_{20} \sin \varphi_{40} - \cos((i_{21} + 1)\varphi_H - \varphi_4) \cos \varphi_{20} \cos \varphi_{40} - \cos((i_{21} + 1)\varphi_H - \varphi_4) \sin \varphi_{20} \sin \varphi_{40} \right]. \quad (2)$$

Для вычисления трех параметров синтеза a , b и c , приняв во внимание, что $2ac \neq 0$, задача синтеза сводится к решению системы уравнений

$$P_0 + P_1 f_1(\varphi_{H0}) + P_2 f_2(\varphi_{H0}) + P_3 f_3(\varphi_{H0}) - F(\varphi_{H0}) = 0,$$

где $P_0 = \frac{1+a^2+c^2-b^2}{2ac}$, $P_1 = \frac{1}{c}$, $P_2 = \frac{1}{a}$, $f_1(\varphi_{Hi}) = -\cos i_{21}\varphi_{Hi}$,

$$f_2(\varphi_{Hi}) = -\cos(\varphi_{Hi} - \varphi_{4i}), F(\varphi_{Hi}) = \cos((i_{21} + 1)\varphi_{Hi} - \varphi_{4i}), i = 1, 2, 3.$$

Аналогично получаются выражения взвешенной разности для синтеза механизма по 4, 5 и 6 параметрам синтеза.

Список литературы

1. Амбарцумянц Р.В., Тутаев С.В. Об одном приводе технологических машин пищевой промышленности / Амбарцумянц Р.В., Тутаев С.В., // Наукові праці ОНАХТ. – 2005. Вип. 29. С. 203 – 206.

2. Артоболевский И.И. Синтез плоских механизмов / Артоболевский И.И., Левитский Н.И., Черкудинов С.А. – М.: Гос. издат. физ.-мат. лит., 1959. – 1084 с.