

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОСКИХ МЕХАНИЗМОВ ВЫСОКИХ КЛАССОВ МЕТОДОМ ИНВЕРСИИ

Н. В. Иноземцева, А. В. Астрейко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Рост научно-технического прогресса требует создания новых, более совершенных и точных механизмов и машин. Одним из путей создания таких машин является применение механизмов, имеющие улучшенные параметры. К таким механизмам относят механизмы высоких классов, включающих группы Ассура классом выше 2-го. Эти механизмы отличаются более сложными законами движения рабочих органов и применяются не столь широко [1]. Успешному применению подобных механизмов длительное время препятствовало отсутствие соответствующих алгоритмов анализа и синтеза. В данной работе мы частично решаем эту проблему для механизмов с группой Ассура 3-го класса. Цель работы – определение кинематических параметров механизма с группой Ассура 3-го класса.

Рассмотрим плоский рычажный механизм (рис. 1). Примем в данном механизме звено 2 за входное. Далее этот механизм будем называть первичным. Первичный механизм состоит из двух структурных групп: начального механизма I (1, 2) и группы Ассура 3-го класса III (3–6).

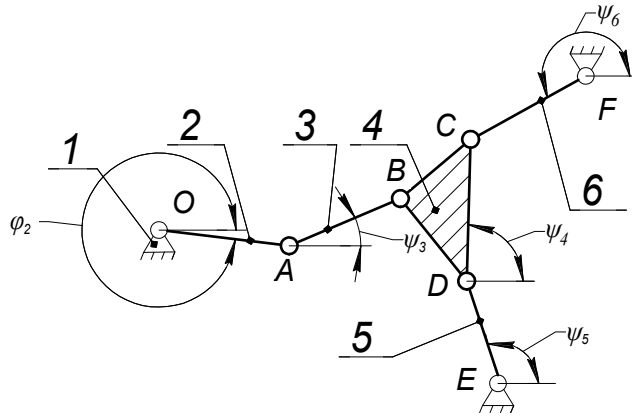


Рис. 1. Расчетная схема механизма

Решение задачи кинематики первичного механизма связано с известными трудностями на самом первом этапе кинематического анализа – определения положений звеньев механизма, т. е. угловых координат $\psi_3 - \psi_6$. При аналитическом способе кинематического анализа координаты $\psi_3 - \psi_6$ определяются из системы нелинейных уравнений, имеющих несколько вариантов решений (по количеству сборок механизмов). В общем случае для рассматриваемой группы Асура 3-го класса число сборок равно шести (см., например, [2]).

Для упрощения и дальнейшего решения задачи кинематического анализа применим метод инверсии [3]. Суть метода заключается в условной замене входного звена. Для механизма (рис. 1) назовем звено 5 входным, т. е. этот механизм будет состоять уже из трех структурных групп: начального механизма I(1, 5) и двух групп Асура 2-го класса. В дальнейшем будем называть этот механизм обращенным. Формула строения обращенного механизма имеет следующий вид:

$$I(1, 5) \rightarrow II(4, 6) \rightarrow II(2, 3). \tag{1}$$

Из формулы (1) видно, что обращенный механизм является типовым, для которого разработаны алгоритмы кинематического анализа [4]. Для обращенного механизма все кинематические характеристики будем обозначать верхним индексом *. Задаваясь положением ψ_5^* звена 5, находим аналитически угловые координаты звеньев $\varphi_2^* - \psi_6^*$ [4]. После определения положений звеньев механизма решаем задачу о скоростях и ускорениях. Выбирая произвольно значение угловой скорости 5-го звена $\omega_5^* = \text{const}$, находим угловые скорости и угловые ускорения звеньев: $\omega_2^* - \omega_4^*$, ω_6^* , $\varepsilon_2^* - \varepsilon_4^*$ и ε_6^* . Первую и вторую передаточную функцию от звена i к звену 2 определяем по формуле

$$\frac{d\psi_i}{d\varphi_2} = \frac{\omega_i^*}{\omega_2^*}, \quad \frac{d^2\psi_i}{d\varphi_2^2} = \frac{\varepsilon_i^* - (d\psi_i/d\varphi_2) \cdot \varepsilon_2^*}{(\omega_2^*)^2}, \tag{2}$$

где $i = 3, 4, 5, 6$.

Уравнения (2) определяют кинематические передаточные функции звеньев, которые в общем случае не зависят от скорости и ускорения входного звена и совпадают для первичного и обращенного механизмов.

Угловая скорость и угловое ускорение звена первичного механизма определяются по формулам [4]:

$$\omega_i = \frac{d\psi_i}{d\varphi_2} \omega_2; \quad \varepsilon_i = \frac{d^2\psi_i}{d\varphi_2^2} \omega_2^2 + \frac{d\psi_i}{d\varphi_2} \varepsilon_2; \quad i = 3, 4, 5, 6. \quad (3)$$

Таким образом, с помощью метода инверсии получены кинематические параметры звеньев (см. (3)) механизма 3-го класса.

Вывод. Кинематический анализ механизмов 3-го класса может быть выполнен путем условной замены входного звена с одновременным понижением класса механизма до 2-го типовыми алгоритмами кинематического анализа групп Ассура 2-го класса.

Литература

1. Джолдасбеков, У. А. Графо-аналитические методы анализа и синтеза механизмов высоких классов / У. А. Джолдасбеков. – Алма-Ата, 1983. – 256 с.
2. Пейсах, Э. Е. Определение положений звеньев трехпроводковой и двухпроводковой четырехзвенных групп Ассура с вращательными парами / Э. Е. Пейсах // Машиноведение. – 1985. – № 5. – С. 55–61.
3. Shai, O. Transforming engineering knowledge through graph representations: transferring the Willis method to linkages and trusses / O. Shai, E. Mohr // Engineering with computers. – 2004. – Vol. 20. – Iss. 1. – P. 2–10.
4. Теория механизмов и машин : учеб. пособие для вузов / М. З. Коловский [и др.]. – 2-е изд., испр. – М. : Академия, 2008. – 558 с.