

УДК 621.01

Ю.Е. МЕШКОВ

Херсонский национальный технический университет

ОСОБЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПЛОСКИХ НЕАССУРОВЫХ СТРУКТУРНЫХ ГРУПП С ВНУТРЕННИМИ ВХОДАМИ

Неассурова структурная группа – это кинематическая цепь с ненулевым числом независимых входов, равным числу степеней подвижности. Такие группы используют в исполнительных механизмах промышленных роботов, в подъемно-транспортных и строительно-дорожных машинах, тренажерах, симуляторах и т.д. В работе рассмотрены простейшие механизмы, включающие одну неассурову структурную группу, и найдены их особые положения.

Ключевые слова: кинематическая цепь, якобиан, степень подвижности, неассурова группа.

Yu.E. MESHKOV

Kherson National Technical University

SPECIAL PROVISIONS OF FLAT NEASSUROVY STRUCTURAL GROUPS WITH INTERNAL ENTRANCES

Abstract

Neassurova structural group is a kinematic chain with the nonzero number of independent entrances equal to number of degrees of mobility. Such groups use in executive mechanisms of industrial robots, in hoisting-and-transport and construction and road cars, exercise machines, simulators, etc. In work the elementary mechanisms which are switching on one neassurov structural group are considered, and their special provisions are found.

Keywords: kinematic chain, yakobian, mobility degree, neassurovy group.

Неассурова структурная группа – это кинематическая цепь с ненулевым числом независимых входов, равным числу степеней подвижности [1]. Такие группы используют в исполнительных механизмах промышленных роботов, в подъемно-транспортных и строительно-дорожных машинах, тренажерах, симуляторах и т.д. В работе рассмотрены простейшие механизмы, включающие одну неассурову структурную группу, и найдены их особые положения.

Известно, что для нахождения особых положений необходимо ввести дополнительные обобщенные координаты и составить функцию положения механизма. Далее находится якобиан для данного механизма. Признаком особых положений является равенство якобиана нулю. Из этого условия и находятся значения дополнительных обобщенных координат, соответствующих особым положениям [3].

Рассмотрим шарнирный четырехзвенник с внутренним входом q (рис.1.).

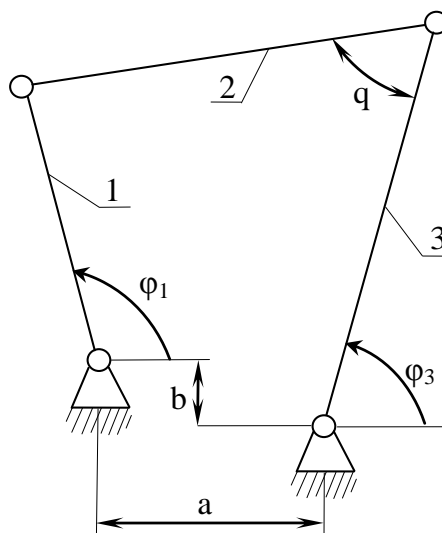


Рис. 1. Шарнирный четырехзвенник

Как видно из рисунка, механизм состоит из стойки и из трехзвенной одноподвижной неассуровой группы. Уравнения геометрического анализа имеют вид [2]:

$$\begin{cases} l_1 \cos \varphi_1 = a + l_3 \cos \varphi_3 + l_2 \cos(\pi + \varphi_3 - q), \\ l_1 \sin \varphi_1 = b + l_3 \sin \varphi_3 + l_2 \sin(\pi + \varphi_3 - q), \end{cases} \quad (1)$$

где l_1 – длина звена 1;
 a и b – расстояния между стойками;
 l_3 – длина звена 3;
 l_2 – длина звена 2;
 φ_1 и φ_3 – дополнительные обобщенные координаты;
 q – входная координата.

Эти выражения можно представить в виде:

$$\begin{cases} F_1(\varphi_1, \varphi_3) = -l_1 \cos \varphi_1 + a + l_3 \cos \varphi_3 + l_2 \cos(\pi + \varphi_3 - q), \\ F_2(\varphi_1, \varphi_3) = -l_1 \sin \varphi_1 + b + l_3 \sin \varphi_3 + l_2 \sin(\pi + \varphi_3 - q). \end{cases} \quad (3)$$

$$(4)$$

Якобиан для данного механизма будет иметь вид:

$$J = \begin{vmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial \varphi_1} & \frac{\partial F_1}{\partial \varphi_3} \\ \frac{\partial F_2}{\partial \varphi_1} & \frac{\partial F_2}{\partial \varphi_3} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} l_1 \sin \varphi_1 & -l_3 \sin \varphi_3 + l_2 \sin(\varphi_3 - q) \\ l_1 \cos \varphi_1 & l_3 \cos \varphi_3 - l_2 \cos(\varphi_3 - q) \end{vmatrix}. \quad (5)$$

Раскрыв определитель и приравняв его к нулю, получим выражение для определения обобщённых координат, соответствующих особому положению [3]:

$$l_3 \sin(\varphi_1 + \varphi_3) - l_2 \sin(\varphi_1 + \varphi_3 - q) = 0. \quad (6)$$

Некоторые из особых положений показаны на рис. 2, а, б:

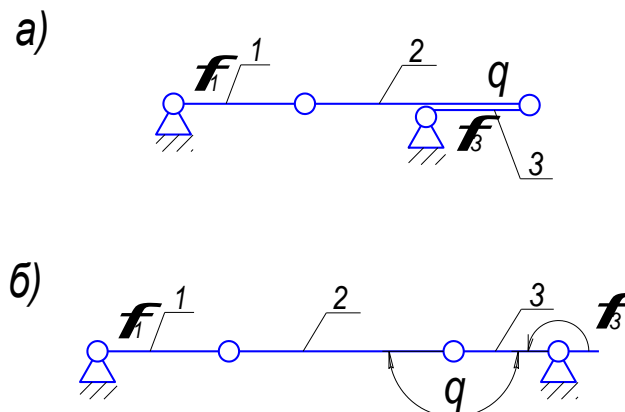


Рис. 2. Особые положения шарнирного четырехзвенника

Для определения особого положения можно также условно «заморозить» входную координату q (рис. 3) и проделать те же операции, что и выше.

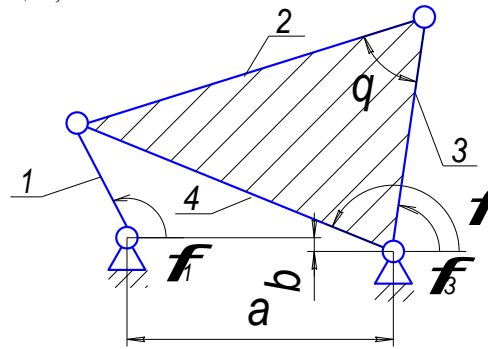


Рис. 3. Шарнирный четырехзвенник с «замороженным» входом

Функция положения в этом случае:

$$\begin{cases} l_1 \cos \varphi_1 = a + l_4 \cos \varphi, \\ l_1 \sin \varphi_1 = b + l_4 \sin \varphi. \end{cases} \quad (7)$$

$$(8)$$

Якобиан примет вид:

$$J = \begin{vmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial \varphi_1} & \frac{\partial F_1}{\partial \varphi_3} \\ \frac{\partial F_2}{\partial \varphi_1} & \frac{\partial F_2}{\partial \varphi_3} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -l_1 \sin \varphi_1 & l_4 \sin \varphi \\ l_1 \cos \varphi_1 & -l_4 \cos \varphi \end{vmatrix}. \quad (9)$$

$$(10)$$

Выражение для нахождения особого положения:

$$\sin \varphi_1 \cos \varphi - \sin \varphi \cos \varphi_1 = 0. \quad (11)$$

Особые положения механизма показаны на рис. 4а и 4б:

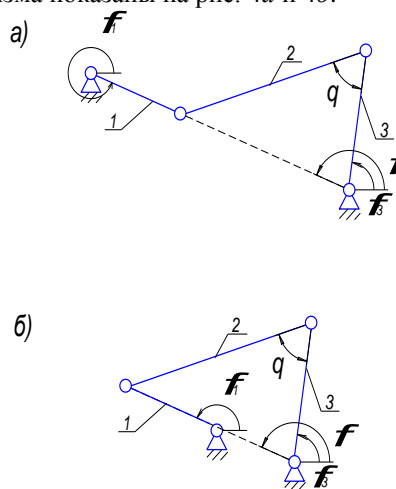


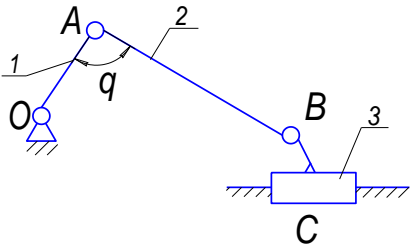
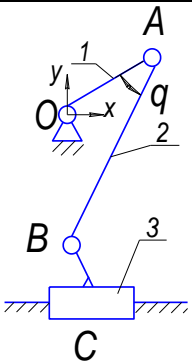
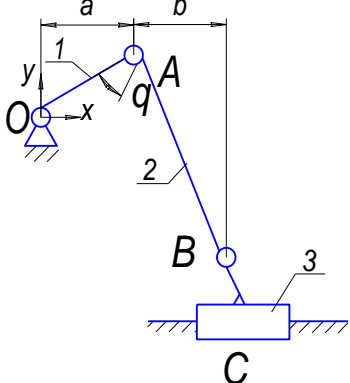
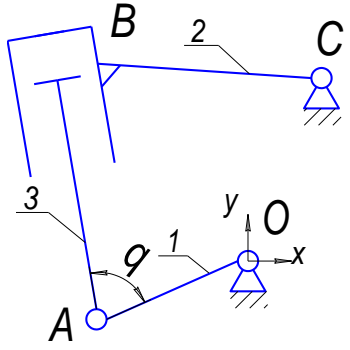
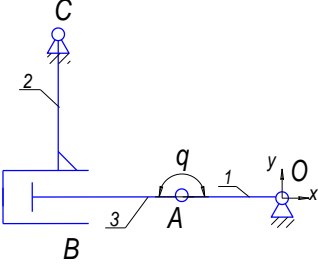
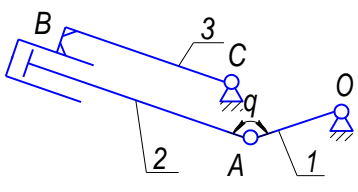
Рис. 4. Особые положения шарнирного четырехзвенника

Здесь реализуется и геометрический признак особых положений, а именно расположение трех пассивных шарниров на одной прямой (шарниры звеньев 1 и 3).

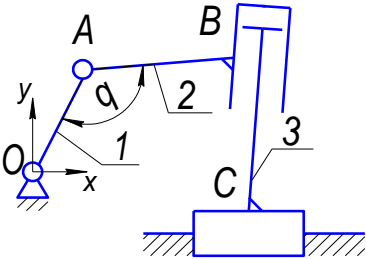
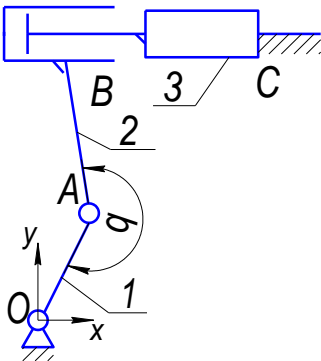
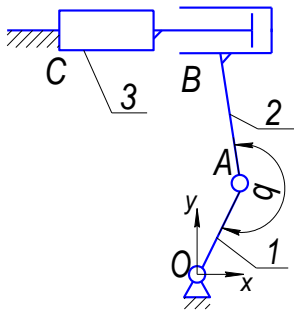
Рассмотрим особые положения и других плоских механизмов с одной неассуровой структурной группой, которые представлены в табл.1.

Таблица 1

Особые положения простейших механизмов с внутренними входами

№ пп	Общая схема механизма	Особые положения	Примечания
1			$OB \perp x$
			$a=b$
2			$q=180^\circ$ CB перпендикулярно OA
			CB параллельно AB

Продолжение табл. 1

№ пп	Общая схема механизма	Особые положения	Примечания
3			$y_b = y_c$
			$y_b = y_c$

Выводы

Если механизм содержит несколько рассмотренных структурных групп, то особые положения механизма будут определяться особыми положениями входящих в состав механизма структурных групп.

Список использованной литературы

1. Артоболевский И.И., Теория механизмов и машин. М.: Наука, 1988. – 640 с.
2. Пейсах Э.Е, Нестеров В.А. Система проектирования плоских рычажных механизмов. – М.: Машиностроение, 1988. – 253 с.
3. Коловский М.З, Евграфов А.Н, Семенов Ю.А, Слоущ А.В. Теория механизмов и машин. – М.: Асадема, 2006. – 560 с.