

УДК 62.621.01/03

М.Д. Акаева, С. Абдраимов, К.Ж. Зиялиев, А.Б. Такырбашев

АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИАГРАММЫ ШАРНИРНО-ЧЕТЫРЕХЗВЕННОГО МЕХАНИЗМА

На основе пространственной диаграммы определены местоположения шарнирно-четырёхзвенных механизмов и области их практического применения.

Структурный и кинематический анализы шарнирно-четырёхзвенных механизмов (рис.1) на основе плоских и пространственных диаграмм по сравнению с традиционными методами их изучения являются более эффективными.

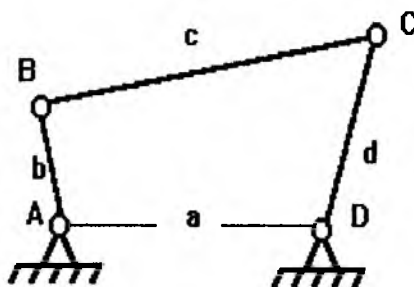


Рис. 1. Структурная схема шарнирно-четырёхзвенного механизма

Для наглядности произведем анализ пространственной диаграммы шарнирно-четырёхзвенного механизма (рис.2).

Используя в качестве единицы измерения в системе координат безразмерных

коэффициентов $\lambda_2 = \frac{c}{b}$; $\lambda_3 = \frac{d}{b}$ и $\lambda_4 = \frac{a}{b}$, обеспечим возможность

варьирования длин всех звеньев шарнирно-четырёхзвенного механизма в пространственной диаграмме. Рассмотрим объемные фигуры пространственной диаграммы, которые определяют зоны существования того или иного вида шарнирно-четырёхзвенного механизма. Зоной существования двухкривошипного механизма является фигура $N_0D_0B_0CMD$. Кривошипно-коромысловые механизмы в диаграмме отмечены фигурами $N_0B_0A_0ABN$ и $B_0K_0ЖКВС$. Вся оставшаяся часть пространственной диаграммы является зоной существования двухкоромыслового механизма.

Ударные механизмы принадлежат плоскостям, по которым соприкасаются объемные фигуры кривошипно-коромыслового и двухкоромыслового механизмов. В частности, к ним относятся следующие плоскости: $B_0K_0ЖС$, $B_0СВ$, $B_0K_0КВ$, $A_0B_0ВА$, $A_0B_0N_0$, $N_0B_0ВN$ [1].

Следует также отметить, что все механизмы - параллелограммы, где $c = a < b = d$, сосредоточены в отрезке D_0B_0 , механизмы с соотношением длин звеньев $c = a > b = d$ - в отрезке B_0B_0 , механизмы - ромбويدы с соотношением длин звеньев $b = a > c = d$ в отрезке A_0B_0 и механизмы-ромбويدы с соотношением длин звеньев $b = c > d = a$ - на прямой N_0B_0 . В точке B_0 , являющейся пересечением всех отмеченных выше прямых, все звенья равны, т.е. $a = b = c = d$.

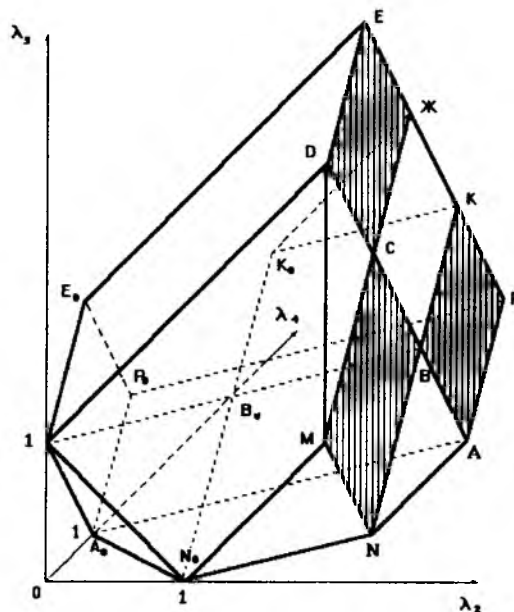


Рис. 2

В прямой N_0N (рис.2) $d = 0$, основание a имеет минимальное значение $a = c - b$ (рис.3).

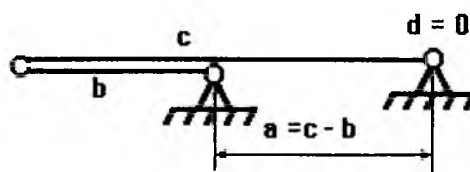


Рис.3

Как видно на рис.3, это двухповодковая группа с нулевой подвижностью, связанная со стойкой. Звенья b и c складываются в одну линию. Увеличивая основание a на некоторую величину, имеем другое положение этой же группы, показанное на рис.4. Этот механизм соответствует плоскости NAA_0N_0 пространственной диаграммы.

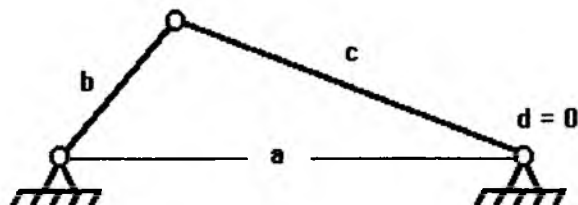


Рис. 4

В прямой A_0A диаграммы основание a имеет максимально возможное значение, равное $a = c + b$ и звенья c и b располагаются в одну линию (рис.5).

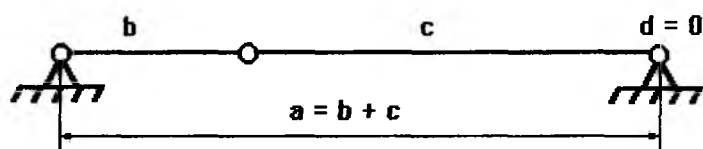


Рис. 5

Механизмы, принадлежащие плоскости MNN_0 , не обладают подвижностью (рис. 6).

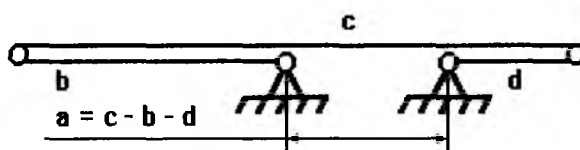


Рис. 6

Увеличив основание механизма, показанного на рис. 6, получим двухкоромысловый механизм (рис. 7).

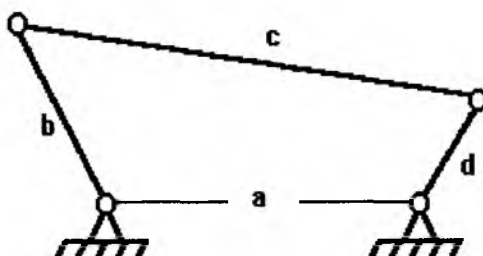


Рис. 7

Увеличивая длину основания механизма, приведенного на рис. 7, до $a = d + c - b$, получим механизм (рис. 8), параметры которого соответствуют плоскости NBB_0N_0 , которая разделяет зону существования двухкоромыслового механизма от зоны существования кривошипно-коромыслового механизма (рис. 2). Следовательно, этот механизм может функционировать и как двухкоромысловый, и как кривошипно-коромысловый при соответствующем управлении движением его звеньев в их “особых” положениях. В данном механизме кривошипом является звено d .

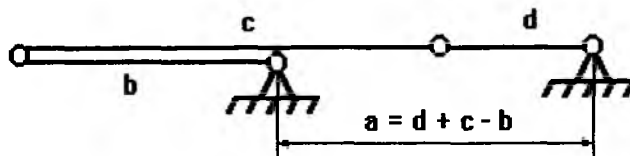


Рис. 8

При дальнейшем увеличении основания механизма, показанного на рис.8, он полностью преобразуется в кривошипно-коромысловый механизм (рис. 9), кривошипом которого является звено d .

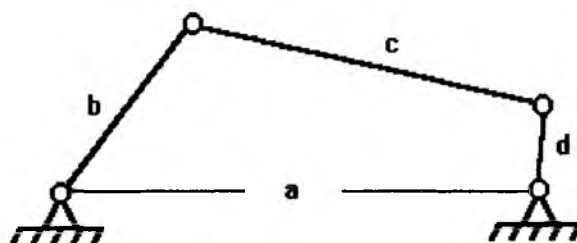


Рис. 9

Увеличивая длину основания механизма, приведенного на рис. 9, до $a = c + b - d$, получим механизм (рис. 10), параметры которого в диаграмме принадлежат плоскости $ВАА_0В_0$, который разделяет зону кривошипно-коромыслового механизма от зоны двухкоромыслового. Следовательно, этот механизм может работать в кривошипно-коромысловом или двухкоромысловом режиме при соответствующем управлении движением его звеньев в их особых положениях, когда все звенья механизма встроены в одну линию (рис. 10).

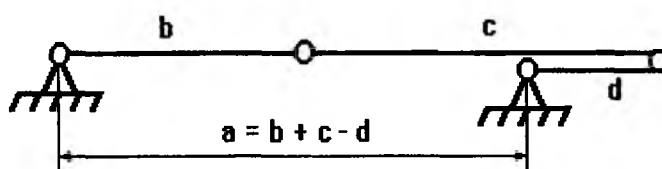


Рис. 10

Данный двухкоромысловый механизм прекращает свое существование при максимальном предельном значении основания $a = b + c + d$ (плоскость $АРР_0А_0$ на рис. 2). В этом случае все подвижные звенья встраиваются в одну линию один за другим (рис. 11).

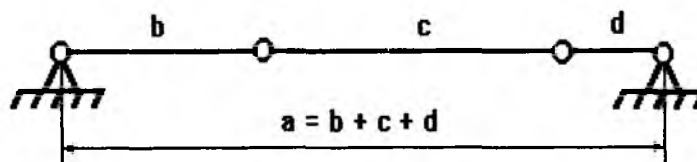


Рис. 11

В прямой MN_0 диаграммы (рис. 2), где $d = c - b$, механизм может работать в двухкривошипном режиме (рис.12) в качестве механизма первого класса, и с появлением межопорного расстояния преобразуется в двухкоромысловый механизм.

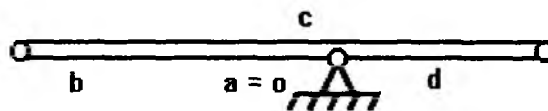


Рис. 12

При $d = c + b$ (прямая DB_0) $\Delta a = 0$, следовательно, механизм будет работать в двухкривошипном режиме в качестве механизма первого класса (рис.13).

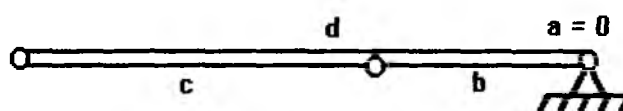


Рис. 13

В плоскости DEE_0B_0 (рис. 2) механизм также имеет предельную схему, не обеспечивающую его подвижность (рис. 14).

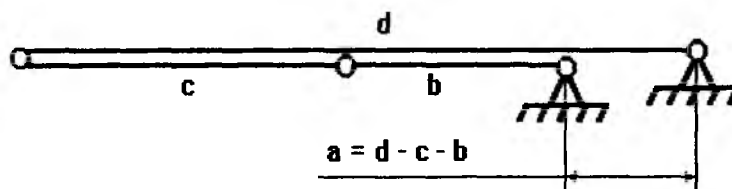


Рис. 14

В заключении можем отметить, что из всех наружных плоскостей пространственной диаграммы только плоскость N_0MDB_0 механизма обладает подвижностью в качестве механизмов первого класса. Все внутренние плоскости пространственной диаграммы соответствуют механизмам, способным работать в двух или трех режимах. Эти механизмы в настоящее время получают широкое применение в качестве исполнительных устройств ударных молотов, перфораторов и прессов, разрабатываемых в Инженерной Академии КР.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акаева М.Д., Абдраимов С., Зиялиев К. Ж. Построение пространственной диаграммы шарнирно-четырёхзвенного механизма //Материалы международной конференции «Механизмы переменной структуры и виброударные машины». –Бишкек, 1999. -С. 17-22.