

МАШИНОВЕДЕНИЕ

УДК 621.01/03

С. Абдраимов, Ж.Ш. Токтакунов

ГРАНИЧНЫЕ (КРАЙНИЕ) ПОЛОЖЕНИЯ ЗВЕНЬЕВ КУЛИСНЫХ МЕХАНИЗМОВ

В работе проведен геометрический анализ кулисного механизма, в результате чего выявлены механизмы с неопределенными положениями звеньев, что можно использовать при создании механизмов переменной структуры.

При рассмотрении принципов работы кулисных механизмов [1,2] выявились некоторые особенности положений звеньев.

В кулисном механизме с качающейся кулисой ($L_4 > L_1$) граничными (крайними) положениями звеньев являются положения, когда входное и выходное звенья располагаются перпендикулярно друг другу (рис. 1) и угол качания кулисы определяется по формуле

$$\varphi_{\text{кач}} = 2 \arcsin L_1 / L_4$$

Для механизма с соотношением $L_4 < L_1$ (рис.2) звенья 1 и 3 не могут располагаться перпендикулярно, т.е. угол между этими звеньями колеблется в пределах $0 \leq \psi < 90^\circ$

При равенстве $L_4 = L_1$ (рис. 3) перпендикулярное положение звеньев 1 и 3 механизм имеет в положении $0_1 10_2 1'$. Но в этом положении прямой угол между звеньями 1 и 3 может не сохраняться, т. е. звенья 3 и 2 могут вращаться вокруг оси O_2 независимо от звена 1, т. к. точка 1 совпадает с осью вращения кулисы O_2 . Это означает, что в таком положении кулисный механизм переходит в механизм первого класса. В остальных случаях этот угол всегда меньше 90° .

Поэтому для механизмов с соотношениями $L_4 < L_1$, и $L_4 = L_1$ крайние положения звеньев не определяются, т. е. механизм имеет вращающиеся звенья. Причем, механизм с соотношением длин звеньев $L_4 = L_1$ является граничным между механизмами с качательно-вращательными и вращательно-вращательными движениями звеньев.

Механизмы, имеющие длину камня, отличаются от рассмотренных механизмов тем, что крайними положениями качания кулисы являются положения, когда: 1) звенья 1 и 2 располагаются в одну линию; 2) точка соединения камня с кулисой совпадает с осью вращения кулисы. Во втором случае возникают особые положения звеньев.

В особых положениях звеньев механизма имеется неопределенность дальнейшего движения звеньев. Используя неопределенность движений (положений) звеньев можно создавать различные механизмы переменной структуры. Рассмотрим примеры создания механизмов переменной структуры.

I. Первый пример. На рис. 4. представлена схема кулисного механизма с соотношением $L_4 = L_1 - L_2$ где $L_1 > L_2$. При работе этого механизма, когда точка соединения камня с кулисой совпадает с осью вращения кулисы (положения $0_1 11'' 0_2 1'$) в механизме возникает неопределенность движений звеньев. Рассмотрим первый режим работы механизма. В правом горизонтальном положении кривошипа 0_1 кривошип и кулисный камень лежат в одной линии, и соответствуют положению кулисы $0_2 1'$. При повороте кривошипа против часовой стрелки камень может перемещаться вниз относительно кулисы и положение $0_1 2$ кривошипа соответствует положению кулисы $0_2 2'$ и т.д. За полный оборот кривошипа кулиса занимает исходное положение. При дальнейшем

повороте этот режим повторяется, если мы не допускаем переход камня в другую часть кулисы через ее ось вращения. Таким образом, исключается неопределенность движений звеньев.

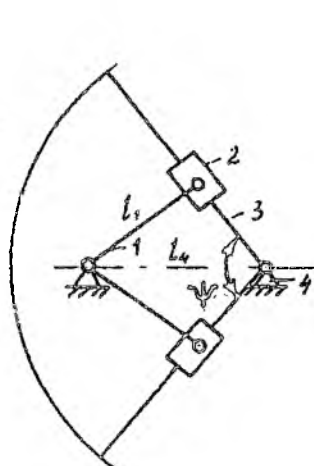


Рис. 1

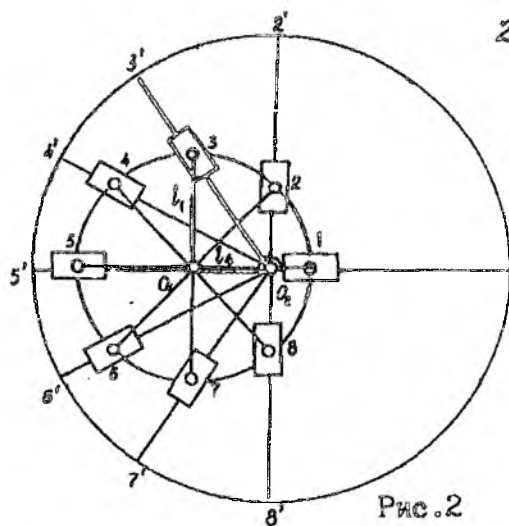


Рис. 2

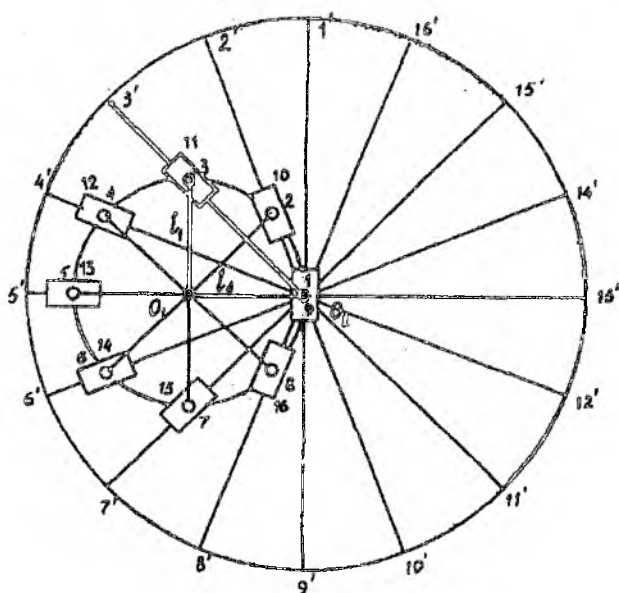


Рис. 3

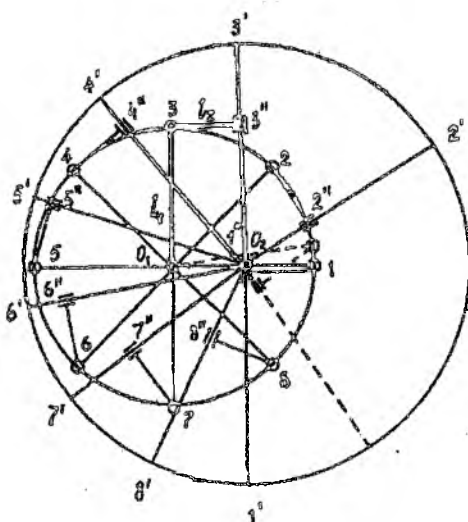


Рис. 4

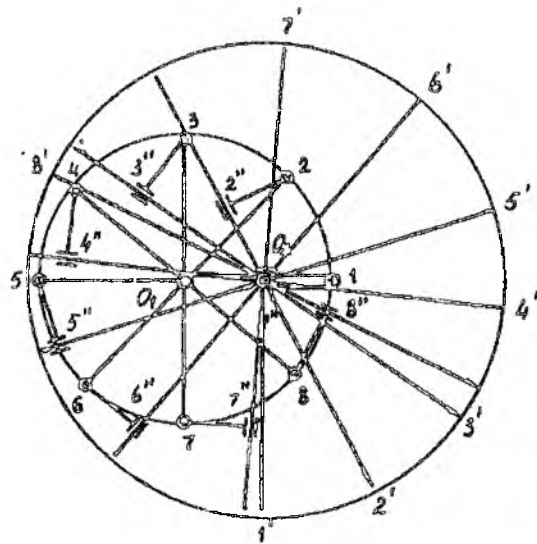


Рис. 5

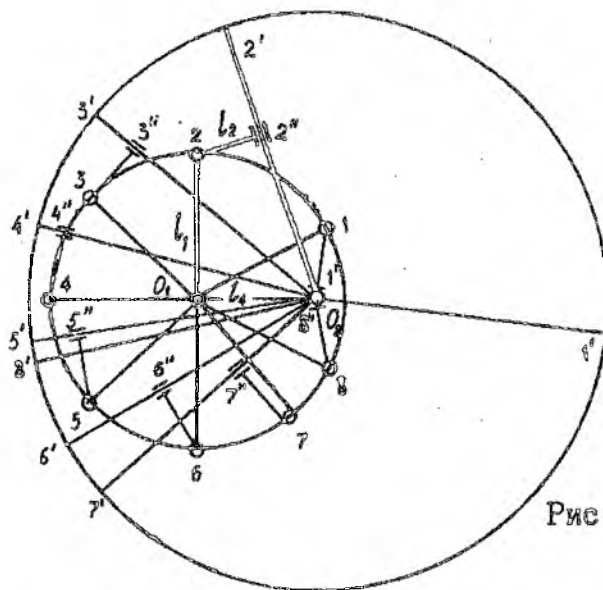


Рис. 6

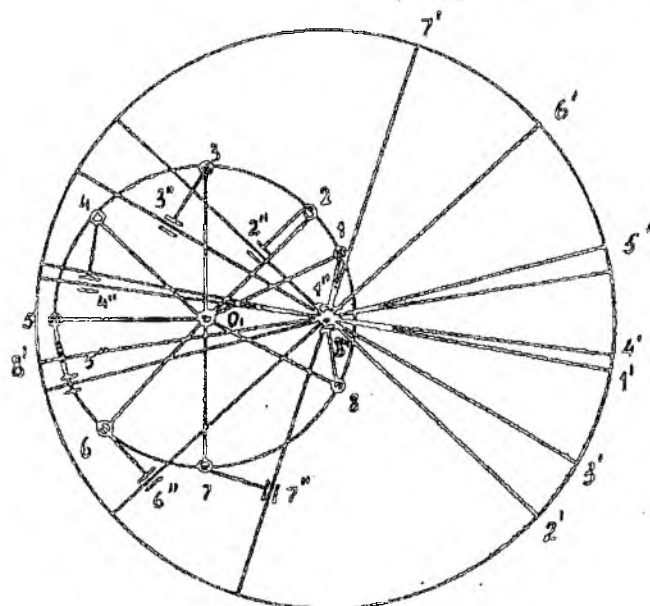


Рис. 7

Во втором режиме работы (рис. 5) положения $0_1 1$, $0_1 2$, $0_1 3, \dots$ кривошипа соответствуют положениям $0_2 1'$, $0_2 2'$, $0_2 3', \dots$ кулисы.

Совместная работа двух режимов показывает, что за два оборота кривошипа с постоянной скоростью кулиса совершает два оборота с переменной скоростью.

Второй пример. В механизме с режимом К-К (качательно-качательный) (рис. 6) начальными положениями являются положения $0_1 11'' 0_2 1'$ и $0_1 77'' 0_2 7'$. В этих положениях возникает неопределенность движений звеньев, т. к. точка соединения камня с кулисой совпадает с осью вращения кулисы. Звено 2 (камень) при движении кривошипа может перемещаться либо в одном, либо в другом направлении.

Рассмотрим первый режим работы (рис. 6). Пусть при повороте кривошипа от положения $0_1 1$ против часовой стрелки пусть камень перемещается в правую сторону от опоры кулисы. Тем самым кулиса начинает перемещаться от положения $0_2 1'$ против часовой стрелки. Вторым конечным положением кулисы в этой схеме будет положение, когда кривошип и камень располагаются в одну линию (положение $0_1 77'' 0_2$). При этом кулиса останавливается. В дальнейшем повороте кривошипа кулиса начинает поворачиваться по часовой стрелке. В положении $0_1 88'' 0_2 8'$ все звенья останавливаются и начинают совершать обратный ход. При этом камень перемещается по кулисе в левую сторону от опоры.

Второй режим работы механизма. При вращении кривошипа от положения $0_1 1$ против часовой стрелки камень перемещается влево от опоры кулисы, и кулиса начинает поворачиваться по часовой стрелке (рис. 7). В положении $0_1 22'' 0_2 2'$ кулиса останавливается. В дальнейшем повороте кривошипа кулиса начинает поворачиваться против часовой стрелки.

Итак, одним конечным положением качания кулисы является положение $0_1 22'' 0_2 2'$. В положении $0_1 88'' 0_2 8'$ все звенья механизма останавливаются. При вращении кривошипа по часовой стрелке кулисный камень перемещается вправо от опоры кулисы.

Рассмотрим последовательность работы механизма в двух режимах. Пусть механизм начинает работать в первом режиме (рис. 6). В положении $0_1 88'' 0_2 8'$, где кривошип останавливается и начинает поворачиваться по часовой стрелке, кулиса продолжает свое направление движения под действием силы инерции, и тем самым кулисный камень переходит через ось качания кулисы в ее другую сторону. Таким образом, механизм переходит во второй режим работы (рис. 7). В положении $0_1 11'' 0_2 1'$ механизм переходит в первый режим работы, так как кулисный камень может переходить в другую часть кулисы.

В результате совместной работы двух режимов увеличивается угол качания кулисы.

Рассмотрев режимы работы кулисного механизма, имеющего длину камня и проанализировав движения звеньев механизма, можно сделать вывод, что кулисный механизм имеет широкий диапазон возможностей в плане создания механизмов переменной структуры и использования его в машиностроительной промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдраимов С., Турсунов К.Д. Механизмы переменной структуры и переменного класса в кузнечно-прессовом машиностроении. – Бишкек, 1993.
2. Токтакунов Ж.Ш. Кулисный механизм переменной структуры // Материалы Международной конференции "Механизм переменной структуры и виброударные машины". – Бишкек: Кыргызстан, 1999.