УДК 621.01

ШАРНИРНО-РЫЧАЖНЫЕ МЕХАНИЗМЫ НА ОСНОВЕ МЕХАНИЗМА ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ

Аканов Д.К., Такырбашев А.Б., Чинбаев О.К.
Иссык-Кульский государственный университет, Каракол, Кыргызстан

Аннотация: *Рассмотрен шарнирно-рычажный механизм переменной структуры.*
Ключевые слова: *шарнир, шатун, коромысло, кривошип, амплитуда.*

HINGE AND LEVER MECHANISMS ON THE BASED ON THE VARIABLE STRUCTURE MECHANISM

Akanov D.K., Takyrbashev A.B., Chinbaev O.K.
Issyk-Kul state University, Karakol, Kyrgyzstan, Akanov@mail.ru

Annotation: *A variable-structure hinge-lever mechanism is considered.*
Key words: *hinge, connecting rod, rocker, crank, amplitude.*

Шарнирно - рычажный механизм переменной структуры содержит стойку 1, где установлен кривошип 2 с возможностью вращения, связанный с шатуном 3. Шатун 3 и ведущее коромысло 4 шарнирно связаны с шатуном 5. Шатун 5 шарнирно связан с ведомым коромыслом 6 (рис.1). Эффективность рассматриваемого механизма увеличивается за счет того, что ведущее звено двух коромыслового механизма посредством шатуна связано с кривошипом.

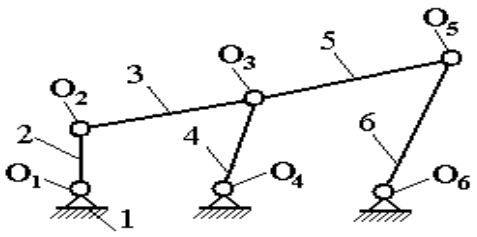

Рис.1. Шарнирно - рычажный шестизвенный механизм.

Длины звеньев механизма удовлетворяют следующим условиям:

$$\ell_2 < \ell_4 < \ell_1 < \ell_3 < \ell_6 < \ell_1^1 < \ell_5 \begin{cases} \ell_1 = \ell_2 + \ell_3 - \ell_4 \\ \ell_1^1 = \ell_4 + \ell_5 - \ell_6 \end{cases} \qquad (1)$$

где $\ell_1 = O_1O_4$, $\ell_1^I = O_4O_6$ – расстояния между опорами кривошипа и ведущего коромысла и между опорами ведущего коромысла и ведомого коромысла, соответственно; O_1-опора (шарнир) кривошипа, O_4 – опора ведущего коромысла, O_6 - опора ведомого коромысла, ℓ_2 - длина кривошипа 2, ℓ_3 - длина шатуна 3, ℓ_4 - длина ведущего коромысла 4, ℓ_5 - длина шатуна 5, ℓ_6 - длина ведомого коромысла 6.

Это позволяет выстраивать в одну линию кривошип, шатуны, ведущее и ведомое коромысла. Соответствие длин звеньев механизма предлагаемому соотношению позволяет расширить кинематические возможности за счет возможности выстраивания всех подвижных звеньев в одну линию. Кинематическая цепь рассматриваемого механизма не имеет разрыва в рабочих и холостых ходах, что снижает динамические нагрузки в опорах.

Механизм содержит также шарниры O_1,O_2,O_3,O_4,O_5,O_6. Шарниры O_1,O_4, и O_6 служат в качестве опоры кривошипа 2, ведущего коромысла 4 и ведомого коромысла 6 соответственно. Шарнир O_2 соединяет кривошип 2 и шатун 3. В шарнире O_3 (рис.1) две кинематические пары или двойной шарнир. Шарнир O_5 соединяет шатун 5 и ведомое

коромысло 6.

Механизм работает следующим образом.

При вращении кривошипа 2 против часовой стрелки коромысла 4 и 6 качаются под воздействиями шатунов 3 и 5 до максимальных своих углов разворота влево. Затем качательные движения коромысел 4 и 6 продолжаются в обратную сторону вправо до тех пор, пока не произойдет выстраивание всех звеньев в одну линию. Данное положение механизма, когда кривошип 2, шатуны 3 и 5 и коромысла 4 и 6 выстраиваются в одну линию (рис.2), называется особым положением.

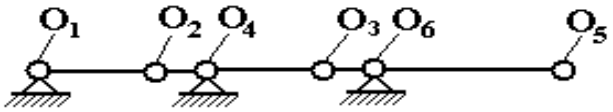

Рис 2.

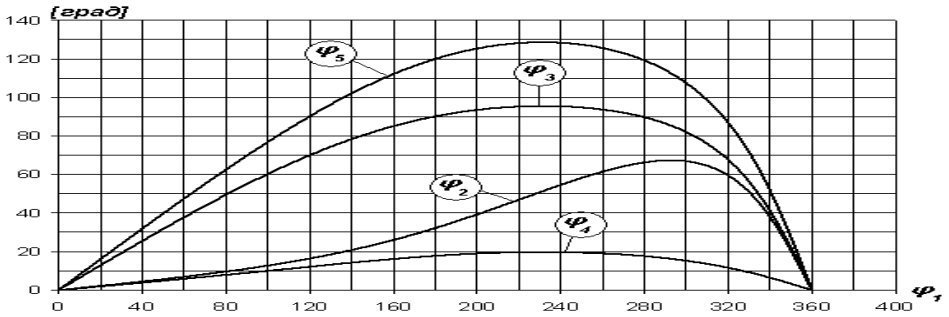

Рис.3.Графики зависимостей угловых координат звеньев 2,3,4 и 5 от угла поворота кривошипа 1.

При дальнейшем вращении кривошипа 2 все звенья механизма продолжают движения, в обратную сторону и цикл повторяется.

Предлагаемый шарнирно-рычажный механизм переменной структуры, позволит расширить его кинематические возможности, так как по графику (рис. 3) выходное звено 5 совершает рабочий ход с большой амплитудой по сравнению с другими эвеньями. Исходя из этого, с увеличением амплитуды качения выходного звена позволит генерировать энергию большой мощности, необходимую для разрушения горных пород, строительных конструкций, уплотнения насыпных грунтов и т.д. На рис.4 схематично изображен шарнирно – рычажный механизм переменной структуры. Шарнирно-рычажный механизм переменной структуры содержит основание 1, где установлены ведущий и ведомый кривошипы 2 и 4 с возможностью вращения, связанные с шатунами 3 и 5. Ведомый кривошип 4 шарнирно связан с шатунами 3 и 5. Шатун 5 шарнирно соединен с коромыслом 6 (рис.4).

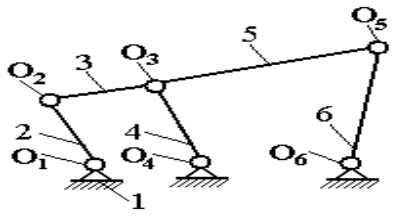

Рис.4. Длины звеньев механизма удовлетворяют следующим условиям:

$$\ell_1 = \ell_3 < \ell_2 = \ell_4 < \ell_6 < \ell_1^1 < \ell_5 \qquad (3)$$

где ℓ_1=O1O4, ℓ_1^I=O4,O6 – расстояния между опорами ведущего и ведомого кривошипов и между опорами ведомого кривошипа и коромысла, соответственно; O1-опора (шарнир) ведущего кривошипа, O4-опора ведомого кривошипа, O6-опора коромысла, ℓ_2-длина ведущего кривошипа 2, ℓ_3-длина шатуна 3, ℓ_4-длина ведомого кривошипа 4, ℓ_5-длина шатуна 5, ℓ_6-длина коромысла 6.

Соответствие длин звеньев предлагаемому соотношению позволяет расширить кинематические возможности за счет выстраивания всех подвижных звеньев в одну линию. Кинематическая цепь рассматриваемого механизма не имеет разрыва в рабочих и холостых ходах, что снижает динамические нагрузки в опорах. Механизм содержит также шарниры O_1,O_2,O_3,O_4,O_5,O_6. Шарниры O_1,O_4, и O_6 служат в качестве опоры ведущего кривошипа 2, ведомого кривошипа 4, и коромысла 6 соответственно. Шарнир O_2 соединяет ведущий кривошип 2 и шатун 3. В шарнире O_3 (Рис.4) две кинематические пары или двойной шарнир. Шарнир O_5 соединяет шатун 5 и коромысло 6.

Механизм работает следующим образом.

При вращении ведущего кривошипа 2 против часовой стрелки движение через шатун 3 передается на ведомый кривошип 4 и через шатун 5 далее передается к коромыслу 6. При этом движение ведущего кривошипа 2 и ведомого кривошипа 4 будет неодинаковым. В случае, когда ведомый кривошип 4 достигает крайнего левого положения, ведущий кривошип 2 значительно опережает ведомый кривошип 4. При этом движение коромысла 6 на мгновение останавливается. Качательное движение коромысла 6 в обратную сторону происходит до тех пор, пока все звенья не выстраются в одну линию. Данное положение механизма, т.е когда кривошипы 2 и 4, шатуны 3 и 5 и коромысло 4 выстраиваются в одну линию (рис.5), называется особым положением. При дальнейшем вращении ведущего кривошипа 2 все звенья механизма продолжают, движения в обратную сторону и цикл повторяется. Рассматриваемый шарнирно-рычажный механизм переменной структуры, позволяет увеличить функциональные возможности механизма и повысить срок службы таких механизмов, что существенно улучшит их качество, и надежность, а также имеется возможность генерировать энергию большой мощности, необходимую для разрушения горных пород строительных конструкций, уплотнения насыпных грунтов и т.д.

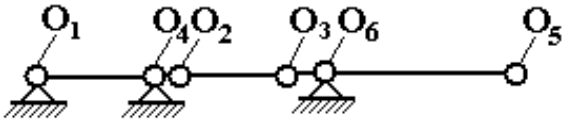

Рис.5.

Шестизвенный механизм переменной структуры (рис.6), состоит из корпуса 1, двухплечного кривошипа 2, верхнего 3 и нижнего 5 шатунов, коромысла 4 с ударной массой 7 и ползуна 6. Двухплечный кривошип 2, вращающийся вокруг неподвижной оси O_1, входит во вращательную пару O_2 с верхним шатуном 3, и во вращательную пару O_5 с нижним шатуном 5. Верхний шатун 3 входит во вращательную пару O_3 с коромыслом 4, которое в свою очередь входит во вращательную пару O_4 с ползуном 6. Нижний шатун 5 входит во вращательную пару O_4 с ползуном 6, скользящим по неподвижной направляющей 1. Шарниры O_1 и O_4 служат в качестве опоры кривошипа 2 и шатуна 5 соответственно. Опора коромысла выполнена подвижной на прямолинейных направляющих, с установленным в них ползуном 6. Регулировка длины основания 1 производится в процессе работы.

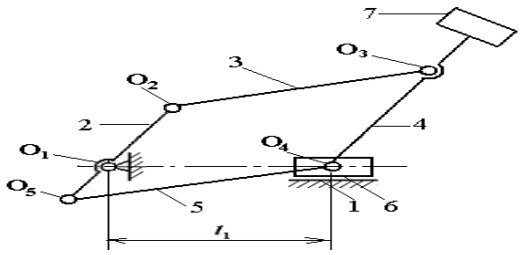

Рис. 6.

Поставленная задача достигается тем, что шестизвенный механизм переменной структуры, содержащий корпус, двухплечный кривошип, два шатуна, коромысло, и ползун, который как выходное звено кривошипно-ползунного механизма соединено шарнирно выходным звеном-коромыслом кривошипно-коромыслового механизма, причем длины звеньев шестизвенного механизма выполнены с возможностью выстраивания в одну линию в крайнем положении ползуна со стороны опоры кривошипа. Наличие в предлагаемом механизме ползуна с установленной на нем опорой коромысла O_4 позволяет шестизвенному механизму сочетать в себе одновременно кривошипно-коромысловый и кривошипно-ползунный механизмы переменной структуры, что позволяет исключить дополнительные

динамические нагрузки в опорах до минимума и передачу реактивных сил на кривошип. Двухплечный кривошип установлен на стойке и кинематически связан с коромыслом через верхний шатун, а с ползуном через нижний шатун.

Механизм работает следующим образом.

При вращении двухплечного кривошипа 2 относительно стойки 1 движение через верхний шатун 3 передается коромыслу 4, которое совершает качательное движение относительно оси, закрепленной на ползуне 6. При этом изменяется угол качания коромысла 4. Другой конец двухплечного кривошипа 2, через нижний шатун 5 воздействует на ползун 6 и приводит его в возвратно-поступательное движение. Тем самым одновременно выполняется два режима движений. Первое-это качательное движение коромысла 4 с ударной массой 7, и второе - возвратно-поступательное движение ползуна 6.

При вращении кривошипа 2 в направлении против часовой стрелки, коромысло 4 с ударной массой 7 вращается в том же направлении, т.е. направления вращений кривошипа 2 и коромысла 4 с ударной массой 7 совпадают. Когда, кривошип 2 достигает крайнего левого положения, длина основания механизма составляет максимальное значение и ползун занимает крайнее правое положение (рис. 7). В случае, когда кривошип 2 и верхний шатун 3 располагаются, на одной линии движение коромысла 4 с ударной массой 7 мгновенно останавливается.

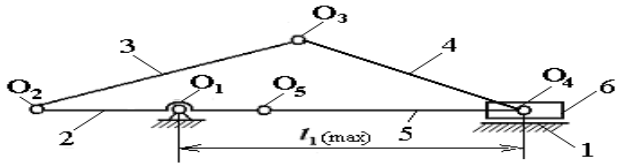

Рис.7.

При дальнейшем вращении кривошипа 2 коромысло 4 с ударной массой 7 продолжает движение в обратную сторону, при этом изменяется угол качания коромысла 4 с ударной массой 7 и нижний шатун 5 перемещает опору коромысла 6 влево. Минимальное значение длины основания механизма соответствует особому положению, когда все звенья выстраиваются в одну линию (рис.8). При дальнейшем вращении кривошипа 2 коромысло 4 с ударной массой 7 качается под воздействием шатуна 3. Опора коромысла 6 возвращается в исходное положение, и механизм переходит в холостой режим. Как показывают приведенные положения звеньев механизма, полный цикл работы ударного механизма состоит из двух периодов: обратного и рабочего хода коромысла 4. В особом положении механизма кривошип 2, шатуны 3 и 5 и коромысло 4 выстраиваются в одну линию. Следует отметить, что длина основания саморегулируемая. Таким образом, в предлагаемой конструкции исключено дополнительное преобразование подводимой энергии, что позволяет увеличить КПД механизма, а установка ударной массы на коромысле позволяет увеличить энергию удара за счет увеличения скорости и массы ударной массы.

По сравнению с известными устройствами использование предлагаемого механизма дает существенный экономический эффект, так как увеличивается подводимая мощность к обрабатываемой среде, которая обуславливается повышенной энергией и частотой ударов бойка. Повышение подводимой мощности к обрабатываемой среде осуществляется при увеличенном КПД предлагаемого механизма, что увеличивает эффективность при существенном уменьшении потери энергии системы. Применение предлагаемого механизма повышает надежность и долговечность исполнительных органов ударных машин, так как переход из холостого режима в рабочий производится без дополнительных устройств.

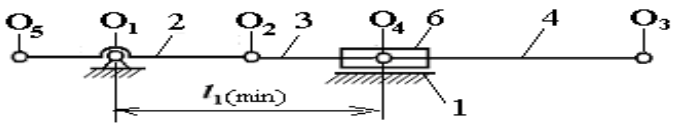

Рис.8.

Использованная литература

1. Артоболевский И.И. Механизмы в современной технике. – М., 1979.
2. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. – М.: Наука, 1988. – 638 с.