

РАЗРАБОТКА ШЕСТИЗВЕННОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА С КРУГОВЫМИ ЗВЕНЬЯМИ ДЛЯ ВИБРОУДАРНЫХ МАШИН

Зиялиев К.Ж., Чинбаев О.К., Дюшембаев Ж.Ж.

Иссык-Кульский государственный университет им. К. Тыныстанова, Каракол

Ключевые слова: шестизвенный исполнительный механизм, виброударные машины, шарнирно-четырёхзвенные механизмы, механизм с круговыми звеньями.

Аннотация. Статья рассматривает проблемы и перспективы использования механизмов с круговыми звеньями в исполнительных органах виброударных машин. Авторы обсуждают существующие шарнирно-четырёхзвенные механизмы, выделяя их преимущества, такие как простота изготовления и технического обслуживания, а также их недостатки, связанные с излишними вибрациями и перегрузками. Для решения этих проблем предлагается новый подход с использованием механизмов с круговыми звеньями. Описывается конструкция такого механизма и его принцип работы. Особое внимание уделяется регулировке хода и скорости ползуна, что делает механизм более гибким и эффективным.

DEVELOPMENT OF A SIX-LINK ACTUATOR WITH CIRCULAR LINKS FOR VIBRATION-IMPACT MACHINES

Ziialiev K.Zh., Chinbaev O.K., Diushembaev Zh.Zh.

Issykkul State University named after K. Tynystanov, Karakol

Keywords: six-bar actuator, vibration-impact machines, four-bar hinged mechanisms, mechanism with circular links.

Abstract. The article examines the problems and prospects of using mechanisms with circular links in the executive bodies of vibration-impact machines. The author discusses existing four-bar hinge mechanisms, highlighting their advantages, such as ease of manufacture and maintenance, as well as their disadvantages associated with excessive vibrations and overloads. To solve these problems, a new approach is proposed using mechanisms with circular links. The design of such a mechanism and its operating principle are described. Particular attention is paid to adjusting the stroke and speed of the slide, which makes the mechanism more flexible and efficient.

В Кыргызской Республике на базе Института машиноведения и автоматики НАН КР и Инженерной академии КР созданы экспериментальные образцы различных виброударных машин, таких как отбойные молоты, молотки, перфораторы, уплотнительные машины и др., исполнительным органом которых является шарнирно-четырёхзвенные механизмы с особыми положениями. Эти машины по сравнению с традиционными машинами ударного действия обладают несколькими преимуществами, такими как простота в изготовлении и техническом обслуживании, малая себестоимость, надёжность и долговечность в работе. Но, в то же время, недостатком этих машин можно считать, что в исполнительных механизмах удары по инструменту наносятся массивным коромыслом, центр тяжести которого значительно смещен от оси вращения коромысла, что генерирует вибрации корпуса ударной машины за счет центробежной силы качающегося массивного коромысла. (На рисунке 1 представлена схема шарнирно-четырёхзвенного ударного механизма с

наибольшим коромыслом с соотношением длин звеньев $l_1 < l_2 < l_3$; $l_3 - l_2 < l_1$ при $l_4 = l_3 - l_2 + l_1$. Существуют также шарнирно-четырёхзвенные ударные механизмы с наибольшим шатуном и с наибольшим основанием.) Такие вибрации сложного характера приводят к излишним перегрузкам машины и поломке ее отдельных узлов [1].

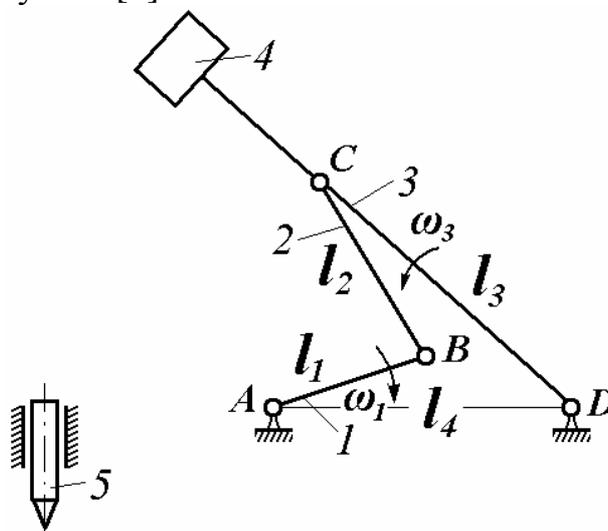


Рис. 1. Структурная схема шарнирно-четырёхзвенного ударного механизма с наибольшим коромыслом с соотношением длин звеньев $l_1 < l_2 < l_3$; $l_3 - l_2 < l_1$ при $l_4 = l_3 - l_2 + l_1$

Для решения данной задачи необходимо создание исполнительного механизма для ручных виброударных машин с применением рычажных механизмов с круговыми звеньями, что позволяет исключить излишние вибрации машины и значительно увеличивать срок ее службы. В данном механизме удары по инструменту будут наноситься ползуном, совершающим прямолинейное возвратно-поступательное движение, и все другие круговые звенья будут располагаться внутри ползуна, как одно целое звено. В этом случае ударные импульсы и вибрации будут направлены только в одном направлении, в направлении движения ползуна. Это позволяет значительно увеличивать эффективность ударной машины, т.к. при ударе используется не только масса ползуна, но и массы всех остальных звеньев.

Для создания ударного механизма с круговыми звеньями используем шестизвенный шарнирно-рычажный механизм, полученный присоединением к механизму, представленному на рисунке 1, группу Ассур второго класса вида ПВВ (рис. 2), где ударная масса перенесена с коромысла 3 на ползун 5.

Рассмотрим принцип работы шестизвенного ударного механизма, представленного на рисунке 1. Механизм состоит из кривошипа 1, шатуна 2, коромысла 3, шатуна 4, ползуна 5, направляющей 6 и инструмента 7. При вращении кривошипа 1 по часовой стрелке шатун 2 и коромысло 3 вращаются против часовой стрелки. По мере приближения кривошипа 1 к «особому положению» передаточное число, т.е. отношение угловой скорости коромысла 3 к угловой скорости кривошипа 1 возрастает, и достигает своего максимального значения в «особом положении», когда кривошип 1, шатун 2 и коромысло 3 располагаются на линии межопорного расстояния кривошипа и

коромысла. Именно в этом положении происходит удар ползуна 5 по инструменту 7. После удара передаточное число угловых скоростей коромысла и кривошипа изменяется скачкообразно по величине и направлению, т.е. коромысло начинает вращаться в обратном направлении (почасовой стрелке) с наименьшей скоростью, соответственно ползун также отскакивая после удара по инструменту, движется в обратном направлении.

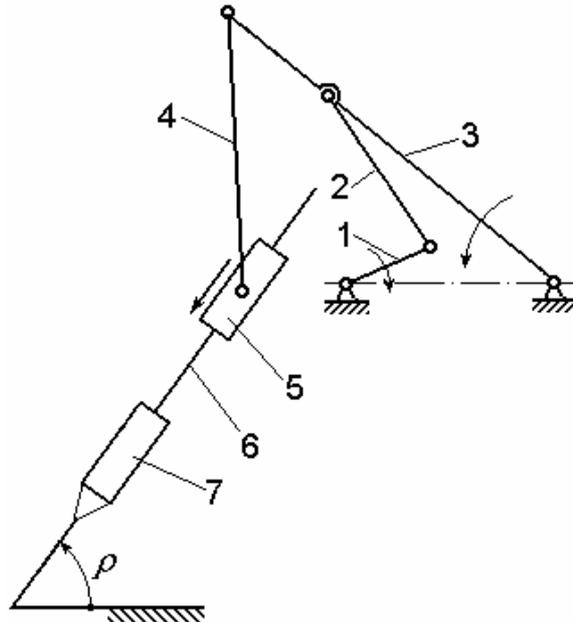


Рис. 2. Шестизвенный шарнирно-рычажный ударный механизм:

1 – кривошип; 2 – шатун; 3 – коромысло; 4 – шатун; 5 – ползун; 6 – направляющая ползуна (стойка); 7 – инструмент; ρ – угол наклона направляющей относительно основания (межопорной линии кривошипа и коромысла)

Регулируя угол ρ – угол наклона направляющей относительно основания (межопорной линии кривошипа и коромысла), можно регулировать скорость и ход ползуна. На практике этого можно достичь изменением положения направляющей относительно стойки (корпуса) механизма, либо изменением положения опоры коромысла относительно стойки (рис. 3) [2].

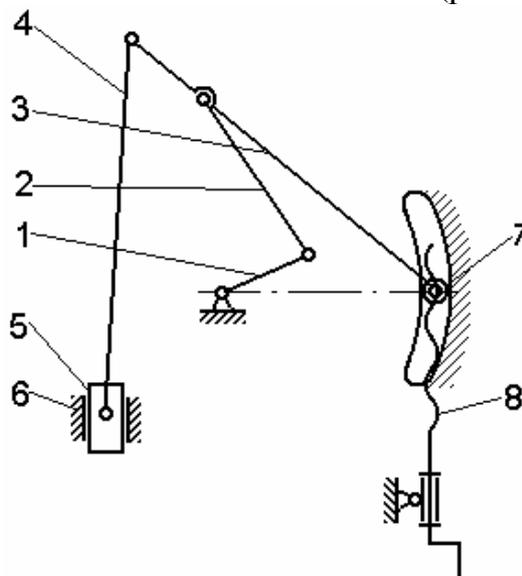


Рис. 3. Кинематическая схема шестизвенного ударного механизма с регулируемым положением опоры коромысла

В практике машиностроения широкое развитие получили механизмы с круговыми звеньями, которые используются в качестве главных исполнительных механизмов машин [2]. Это обусловлено их компактностью, жесткостью и минимальными контактными напряжениями в шарнирах за счет значительного увеличения площадей, по которым контактируются звенья между собой. Ударный механизм с круговым исполнением звеньев кроме перечисленных выше преимуществ перед традиционной схемой исполнения (рис. 3) может приобрести еще такие положительные свойства, такие как использование при ударе не только кинетическую энергию ползуна, но и всех подвижных звеньев механизма, которые будут расположены внутри ползуна. Во-вторых, общий (суммарный) центр всех масс подвижных звеньев будет неподвижным относительно ползуна (примерно там же, где центр тяжести ползуна), в результате этого генерируются инерционные силы и колебания только в том направлении, по которому совершаются возвратно-поступательное движение ползуна. Это значительно повышает надежность и долговечность работы машины.

На рисунке 4 представлена конструктивная схема шестизвенного ударного механизма с круговыми звеньями.

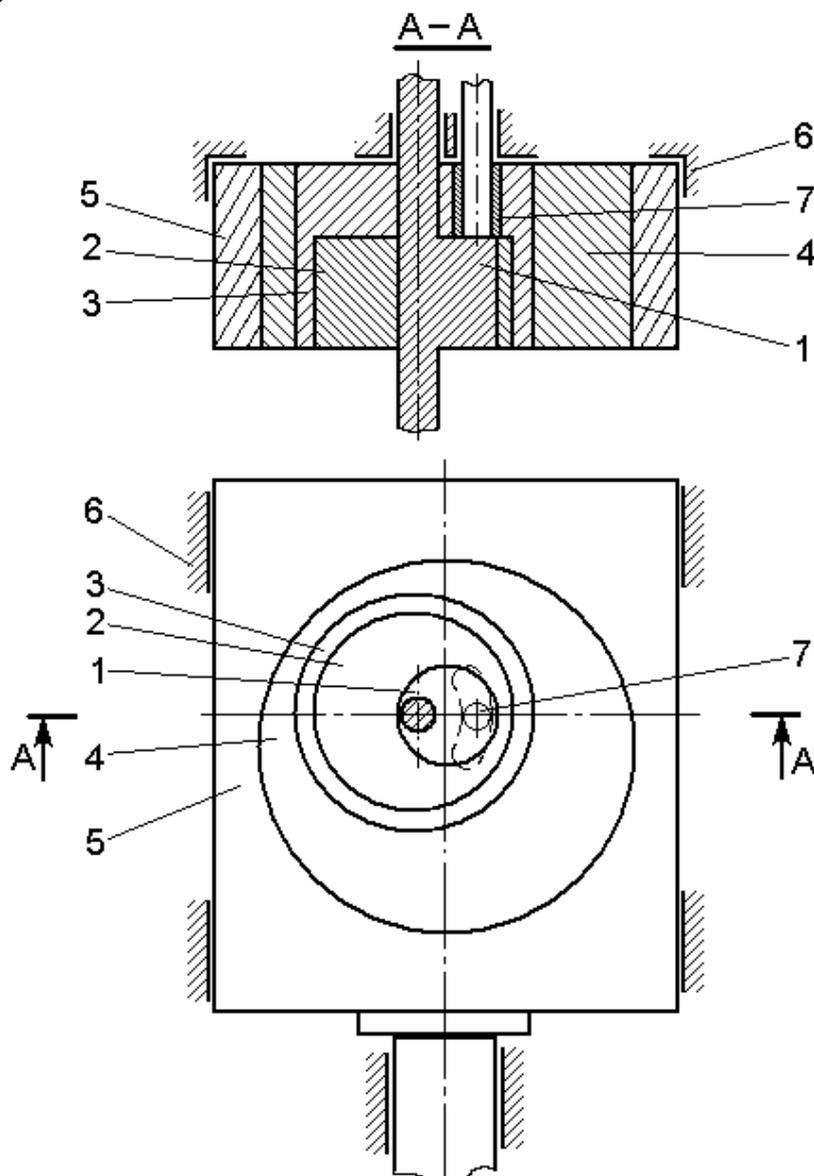


Рис. 4. Конструктивная схема шестизвенного механизма с круговыми звеньями.

В приведенной схеме ползун 5 выполнен в виде прямоугольника, а внутри ползуна 5 расположен шатун 4, внутри шатуна размещено коромысло 3, внутри коромысла шатун 2 и внутри него кривошип 1 в виде эксцентрикового вала. Для регулировки хода и скорости движения ползуна 5, на стойке 6 вырезан дугообразный паз, в котором установлен ролик 7, служащий регулируемой опорой коромысла 3. Радиус оси дугообразного паза равен межопорному расстоянию шарнирно-четырёхзвенного механизма.

Механизм работает следующим образом. Вращательное движение эксцентрикового вала 1 через шатун 2 преобразуется в качательное движение коромысла 3, расположенного внутри шатуна 4. При этом шатун 4 совершает плоско-параллельное движение, которое преобразуется в возвратно-поступательное движение ползуна 5. Во время работы механизма опорный ролик 7 жестко соединен со стойкой 6. С перемещением опорного ролика 7, изменяется угол между направляющей ползуна 5 и основанием шарнирно-четырёхзвенного механизма, что приводит к изменению скорости движения и хода ползуна 5 [2].

В заключении можем отметить, что использование механизмов с круговыми звеньями в качестве исполнительного механизма в виброударных машинах позволяет открыть новое направление создания подобных машин, которые будут отличаться низкой себестоимостью, надежностью, долговечностью.

Список литературы

1. Зиялиев К.Ж. Кинематический и динамический анализ шарнирно-четырёхзвенных механизмов переменной структуры с созданием машин высокой мощности. – Бишкек: Илим, 2005. – 195 с.
2. Зиялиев К.Ж., Чинбаев О.К., Такырбашев А.Б., Дюшембаев Ж.Ж. Шестизвенный ударный механизм с круговыми звеньями // Современные проблемы теории машин. – 2019. – №7. – С. 38-41.
3. Зиялиев К.Ж., Такырбашев А.Б., Токтакунов Ж.Ш. Особенности шестизвенного механизма с круговыми звеньями // Вестник Иссык-Кульского университета. – 2021. – №50, I часть. – С. 69-74.

Сведения об авторах:

Зиялиев Кадырбек Жанузакович – д.т.н., профессор;

Чинбаев Омурбек Конопияевич – научный сотрудник;

Дюшембаев Жээнбек Жакшылыкович – научный сотрудник.