

УДК: 531.8

Абдраимов Э.

Бишкек

О СТРУКТУРНОМ АНАЛИЗЕ МЕХАНИЗМОВ АБДРАИМОВА С.

Исследуя свойства шарнирно-рычажных четырёхзвенных механизмов с целью поиска оптимальных схем для импульсных виброударных машин, академиком МИА С. Абдраимовым были сформулированы теоремы [1] позволившие построить диаграмму плоскостей в пространстве на которых указаны области существования возможных видов шарнирно-рычажных четырёхзвенных схем. В этой диаграмме следует выделить пространственную область в виде тетраэдра (рис. 1) на трёх плоскостях которого расположены схемы с так называемым особым положением в котором все три подвижных звена шарнирно-рычажного четырёхзвенника выстраиваются в линию. Механизмы с особым положением лежащие на трёх плоскостях тетраэдра носят имя Самудина Абдраимова.

Механизмы С. Абдраимова

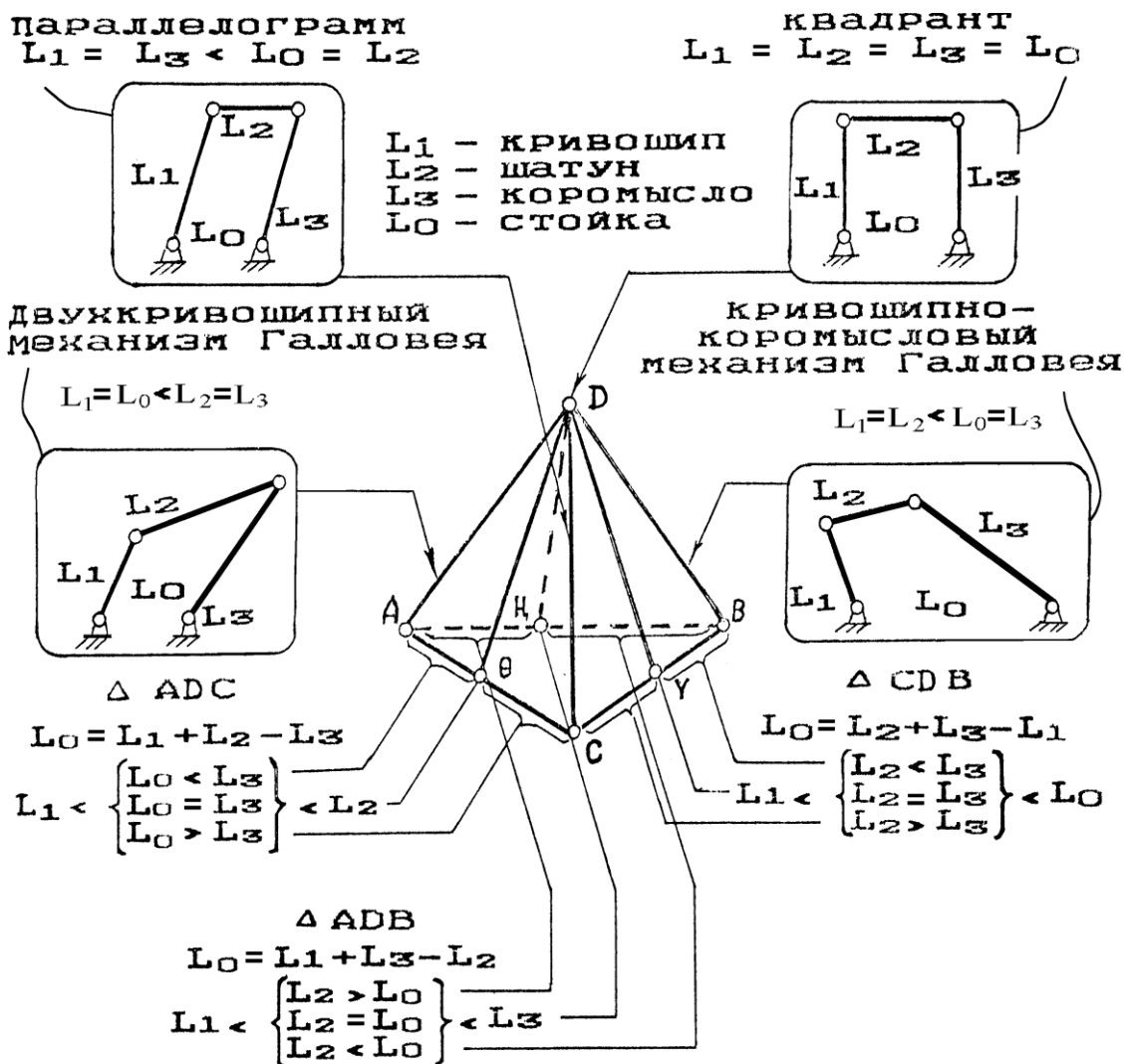


Рис. 1

ΔADB ; ΔADC ; ΔCDB – Области существования механизмов С.Абдраимова

ЁЦУ - Точки характеризующие качественное изменение параметров механизмов С.Абдраимова

ΔABC - Область существования шарнирно-рычажных четырёхзвенных схем, исследованных учёными мира, начиная с XIX века, для которых $L_0 = F(L_1; L_2; L_3)$

Механизмы С. Абдраимова находящиеся на плоскостях ΔADB ; ΔADC ; ΔCDB , условно по наибольшему звену, разделены на схемы соответственно: с наибольшим коромыслом; с наибольшим шатуном и наибольшим основанием. В качестве примера рассмотрим следующую схему с наибольшим шатуном (рис. 2).

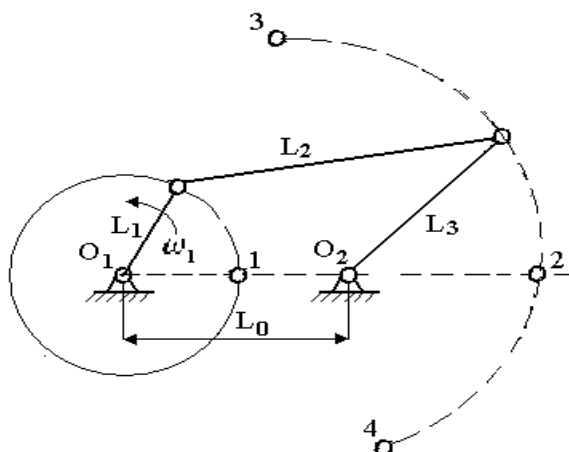


Рис. 2. Кинематическая схема шарнирно-четырёхзвенного механизма

Ведущее звено - кривошип L_1 , шатун L_2 , коромысло L_3 и стойка L_0 .

Принцип работы данного кривошипно-коромыслового механизма заключается в следующем. Ведущее звено - кривошип L_1 вращаясь вокруг оси O_1 по направлению ω_1 , посредством шатуна L_2 приводит к качению ведомое звено - коромысло L_3 . Так как, для длин звеньев выполнено условие $L_0 = L_1 + L_2 - L_3$, то при достижении кривошипом точки 1, а коромыслом точки 2, звенья механизма выстраиваются в одну линию (на рисунке показано пунктирной линией), и в данном механизме это происходит при каждом обороте кривошипа. Выстраивание звеньев в одну линию иначе называют особым положением механизма. В особом положении, механизм находится в состоянии кинематической неопределенности. В этом состоянии, не изменяя направления вращения кривошипа, оказывается возможным менять направление движения ведомого звена – коромысла: коромысло в точке 2 может, как продолжить движение по своей траектории до точки 4, так может и вернуться к точке 3.

Таким образом, механизмы Абдраимова С. с точки зрения структурной теории статически неопределимы и требуют задания дополнительных обобщённых координат в момент нахождения звеньев в особом положении.

Особенность рассмотренной схемы (рис. 2) легла в основу рычажного ударного механизма молота типа М100, и она наводит на рассуждения о поиске методов структурного анализа и синтеза, поиска структурной формулы адекватно отражающей особенности механизмов С.Абдраимова.

В конструкции молота в точке 2 установлен инструмент – пика, по которому коромысло, перемещаясь вперёд, наносит удар. Инструмент передаёт волну деформации в обрабатываемую среду, а коромысло перемещается обратно. Одно качение коромысла происходит за один оборот кривошипа.

В последнее время ведутся интенсивные и плодотворные исследования в области теории структуры механизмов, как следствие которых развитие новых подходов и методов структурного анализа и синтеза оригинальных механизмов с новыми свойствами [2, 3, 4, 5]. Но авторы данной работы рассматривают особые положения свойственные механизмам С. Абдраимова в которых возникает мгновенная статическая неопределимость.

С точки зрения структуры рычажного молота пика, являясь промежуточным элементом между коромыслом и обрабатываемой средой, входит в геометрическую связь с коромыслом. В то же время данная связь является упругим взаимодействием тел. Не смотря на то, что в работах некоторыми авторами учитываются упругие связи, в частности в работе [2, 4], эти связи, увеличивая подвижность, всё же рассматриваются в качестве предохранительных или компенсационных устройств исключающих вредные избыточные

связи. Но в механизме молота упругая связь между коромыслом и пикой вносит дополнительную подвижность, выполняя функцию дополнительного привода в момент нахождения механизма С.Абдраимова в особом положении.

В работе, [2] выполненной под руководством академика МИА, д.т.н., проф. Джураева А.Д. предложен подход; позволяющий исключить влияние избыточных связей в конструкции рычажного карданного механизма муфты. Сущность подхода заключается в том, чтобы количеству избыточных связей соответствовало количество упругих связей (элементов). Формула, предложенная на основе классической записи формулы Сомова-Малышева, имеет вид:

$$W = 6n - \sum k_p + n_y \quad (1)$$

где W – подвижность механизма; n – число подвижных звеньев; k – класс кинематической пары, определяющий число связей (ограничений), накладываемых данной кинематической парой;

n_y – количество упругих связей между звеньями и кинематическими парами, а так же упругих элементов в составных кинематических парах.

Следует отметить, что формула Сомова-Малышева получила широкое развитие в свете исследований связанных с поиском методов исключения вредных избыточных связей в механизмах. В основу метода легли работы Решетова Л.Н. по конструированию рациональных механизмов. Но шарнирно-рычажный четырёхзвенный механизм С.Абдраимова является плоским механизмом, у которого в особом положении необходима дополнительная подвижность, возникающая в молоте М100, в результате упругой связи коромысла с пикой.

Исходя из изложенного, можно утверждать, что включение упругой связи в качестве слагаемого, возможно в обобщённой структурной формуле Чебышева П.Л. для плоских механизмов С.Абдраимова и запись будет аналогичная (1) предложенной, в классическом популярном виде:

$$W = 3n - 2p_5 - p_4 + n_y \quad (2)$$

где p_5 одноподвижные кинематические пары; p_4 двухподвижные пары.

Формула (2) является корректной по отношению к определению степени подвижности механизмов С. Абдраимова в особом положении.

Литература:

1. Абдраимова Н.С. Шарнирно-рычажные механизмы с двумя особыми положениями. - Бишкек: Илим, 2009. -148 с.
2. Джураев А.Д., Давидбаев Б.Н., Зулпиев С.М., Давидбаева Н.Б. Структурный кинематический и динамический анализ рычажно-шарнирных муфт с упругими элементами карданного механизма. -Фергана: Изд-во “Фаргона”, 2013. -116 с.
3. Дворников Л.Т. Начала теории структуры механизмов. Учеб.пособие, Сибирская Государственная горно-металлургическая академия. – Новокузнецк, 1994, 102 с.
4. Пожбелко В.И., Лившиц В.А. Теория механизмов и машин в вопросах и ответах. Учеб. пособие. -Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004, 439 с.
5. Смелягин А.И. Структура механизмов и машин. Учеб. пособие. -Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002, 308 с.