

НЕКОТОРЫЕ ДОБАВЛЕНИЯ К ВОПРОСУ О ПОСТРОЕНИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ТЕХНИКЕ ИНВЕРСОРА ПОСЕЛЬЕ – ЛИПКИНА

Дворников Л.Т., Каекбердин Д.Р.

Сибирский государственный индустриальный университет, г.Новокузнецк

Ключевые слова: механизм, подвижность механизмов, инверсор, шарнир, группы Ассура, подобие, кулисный рычаг.

Аннотация. В теории механизмов существенное внимание уделяют особому классу механизмов, называемых инверсорами, классическим среди них является инверсор Поселье – Липкина. В настоящем исследовании рассматривается задача о создании инверсоров, спроектированных методами Чебышева П.Л. и Ассура Л.В.

SOME ADDITIONS TO THE QUESTION ABOUT HOW TO BUILD AND USE TECHNOLOGY INVERTOR PEAUCELLIER – LIPKIN

Dvornikov L.T., Kaekberdin D.R.

Siberian state industrial university, Novokuznetsk

Keywords: mechanism, mobility of mechanisms, inverter, hinge, Assur groups, similarity, rocker arm.

Abstract. In the theory of mechanisms, considerable attention is paid to a special class of mechanisms called inversors, the classic among them is the Peaucellier – Lipkin inverter. In this study, we consider the problem of creating inversors designed by Chebyshev P. L. and Assur L. V. methods.

В истории создания механизмов, способных обеспечивать наиболее точные требуемые движения звеньев, важную роль сыграло учение о создании механических инверсоров [1], первым из которых принято считать инверсор Поселье – Липкина. Такой механизм был построен в 1864 году французским ученым Поселье и независимо от него в 1871 году россиянином Липкиным.

Схема инверсора Поселье – Липкина приведена на рисунке 1.

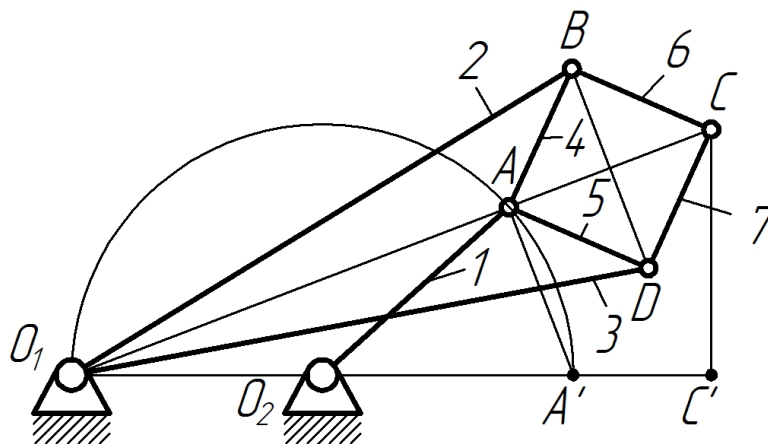


Рис. 1. Инверсор Поселье – Липкина

Инверсор состоит из семи звеньев-двух рычагов 2 и 3 равной длины, исходящих из одной точки O_1 и соединённых между собой стержневым ромбом $ABCD$. Шарнир A ромба соединяется с опорой O_2 через звено 1. Уникальность

этого механизма заключается в том, что шарнир C имеет строго прямолинейное движение, перпендикулярное оси O_1O_2 .

Отметим, что автор монографии [1], посвящённой проектированию механизмов точными методами, нашел важным указать на возможность построения этого механизма иным образом. Он записал, «Нельзя конечно утверждать, что без знания законов инверсии механизм Поселье – Липкина не мог быть построен. Однако достаточно очевидно, что в этом случае открытие явилось бы результатом значительно более кропотливого творческого труда, либо, может быть, следствием гениальной догадки». По нашему мнению, возможен и третий путь, а именно, провести анализ инверсора с точки зрения методов Чебышева П.Л. и найти условия, при которых построенный по Чебышеву механизм удовлетворял бы требованиям инверсора.

Проанализируем инверсор, определив его подвижность. Как указано выше, он состоит (рисунок 1) из семи звеньев – рычагов (1, 2, 3, 4, 5, 6 и 7), соединённых в десять кинематических пар – шарниров (O_1-2 , O_1-3 , $2-3$, $2-4$, O_1-1 , $1-5$, $4-5$, $4-6$, $5-7$ и $6-7$). В соответствии с формулой подвижности механизмов Чебышева П.Л. [2]

$$W = 3n - 2p_5,$$

где n – число звеньев, p_5 – число шарниров.

Подвижность цепи инверсора равна единице. Это означает, что, задавая движение любому из соединённых с неподвижным звеном – стойкой звеньев (1, 2 или 3), можно найти законы движения всех остальных входящих в механизм звеньев.

Структурно анализируемый механизм состоит из ведущего звена, за которое может быть принято любое из трех звеньев, соединяющихся со стойкой в шарнир, т.е. 1, 2 или 3. Если принять в этом механизме за ведущее звено 1, то станет возможным выделить в нём три присоединяемых к нему двухзвенных группы Ассура – диады, а именно ABO_1 , ADO_1 и BCD , то есть в самом общем виде эта цепь может быть построена обычным ассуровым методом. При ведущем звене O_1B цепь образуется присоединением к нему диад BAO_2 , ADO_1 и BCD , а при ведущем звене 3 механизм образуется, присоединением диад DAO_2 , ABO_1 и BCD .

Инверсор (рисунок 1) обладает свойством подобия, в нём подобны треугольники O_1AA' и O_1CC' , как имеющие три одинаковых угла.

Таким образом, рассматриваемый инверсор может быть построен, с использованием следующих условий: совмещения опор O_1 и O_2 , равенством длин звеньев O_1B и O_1D , равенством сторон ромба $AB=BC=CD=AD$ и подобия треугольников O_1AA' и O_1CC' .

Обратим внимание на то, что ни одному из звеньев инверсора (рисунок 1) нельзя задать полного вращательного движения относительно точек их закрепления. В 2013г. «Роспатентом» был выдан патент РФ №2527642 [2] на изобретение «механизм Поселье – Липкина с кулисным рычагом». Схема этого механизма показана на рисунке 2.

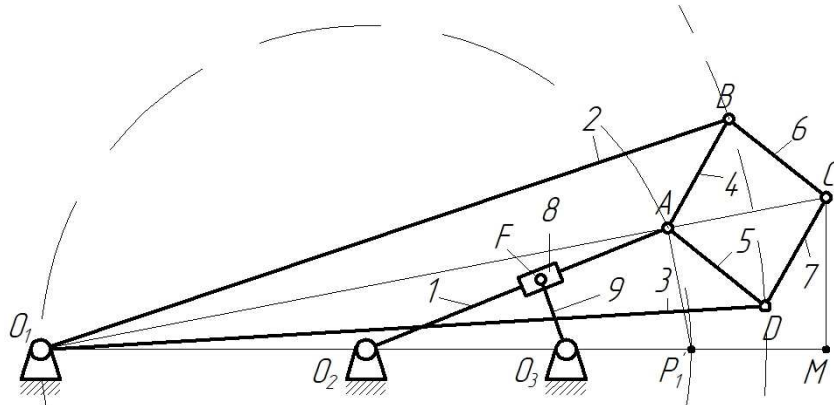
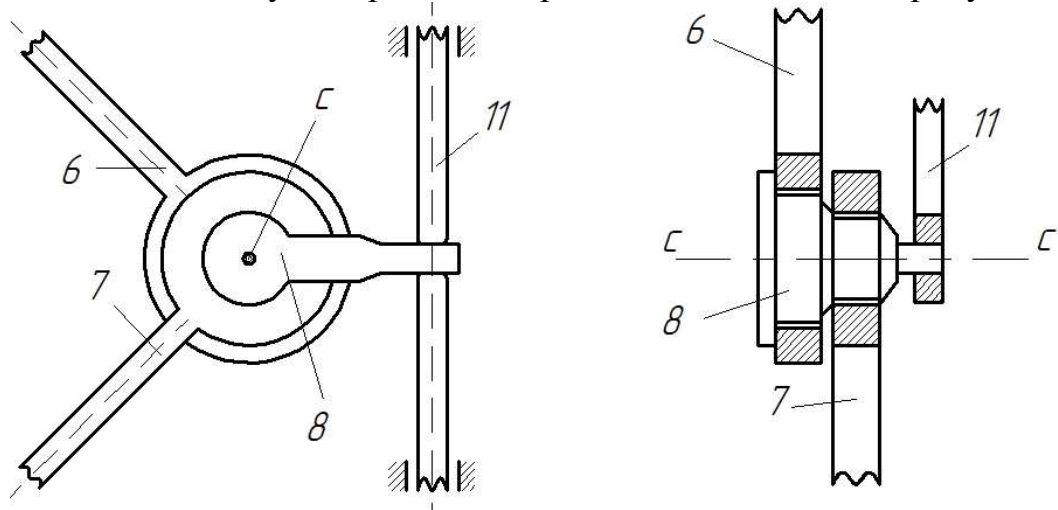


Рис. 2. Механизм Поселье – Липкина с кулисным рычагом

Принципиальная особенность механизма заключается в том, что в его состав дополнительно вводятся ползун 8 и кривошип 9, позволяющие приводить механизм в движение, обеспечивающее возвратно-качательные смещения всем его звеньям и строго линейное перемещение точке C .

Отметим, что ни в пионерских решениях Поселье и Липкина, ни в монографии [1] Рузинова Л.Д. не дается никаких пояснений, как именно прямолинейное движение точки C инверсора может быть реализовано на практике. Дело в том, что в этой точке C пересекаются геометрические оси звеньев 6 и 7, то есть эта точка имеет лишь геометрический смысл, реального материального тела в этой точке не существует, и когда речь заходит о движении точки C , как некоторого объекта, то делается логическая ошибка. Точка C принадлежит одновременно звеньям 6 и 7 – то есть это разные точки и между ними существует относительное движение. Они-точки, как бы, проворачиваются друг относительно друга. Если теперь ввести вовнутрь свободного пространства между звеньями 6 и 7 (рисунок 3) еще одно звено 8 с осью $c-c$, то именно оно станет реально, существующим подвижным звеном, получающим закон движения точки C . Внутреннее строение шарнира C показано на рисунке 3. Если хвостовик звена 8 ввести в поступательную кинематическую пару с выходным рабочим звеном 11, то именно это звено получит возвратно-поступательное движение по закону точки C . Полностью собранный механизм Поселье – Липкина способный получить реальное применение, показан на рисунке 4.

Рис. 3. Внутреннее строение шарнира C

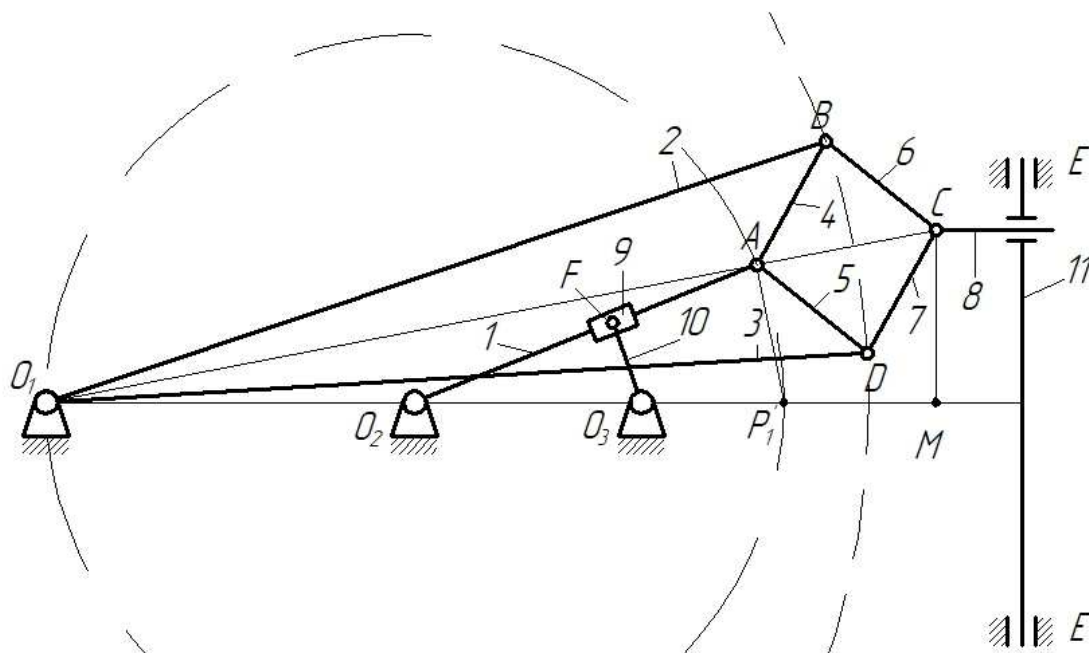


Рис. 4. Механизм Поселье – Липкина с выходным рабочим звеном

Существенный интерес представляет собой возможность использования в рассмотренном механизме неравностороннего ромба. Точка C его может быть удалена или приближена к точке A при равных размерах BC и CD . Не исключено, что с увеличением BC и CD точка C может производить движения по дуге окружности, или формировать сложные плоские кривые, пригодные для выполнения специальных функций.

Список литературы

1. Рузинов Л.Д. Проектирование механизмов точными методами. – М.: Машиностроение, 1972. – 192с.
2. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. – М.: Наука, 1975. – 640с.
3. Патент РФ №2527642 РФ. Механизм Поселье – Липкина с кулисным рычагом / Дворников Л.Т. Гафиятов М.В. – Опубл. 10.09.2014, Бюл. №25.

Сведения об авторах:

Дворников Леонид Трофимович – д.т.н., профессор, профессор кафедры механики и машиностроения, СибГИУ, г.Новокузнецк;

Каекбердин Данияр Рашитович – студент, СибГИУ, г.Новокузнецк.