

СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА

Ахпашев А.Ю.

научный руководитель канд. техн. наук Павлов В.П.

Сибирский федеральный университет

Для оптимального проектирования рабочего оборудования одноковшового экскаватора необходимо провести анализ и синтез большого количества конструктивных схем в виде плоских рычажных механизмов. Рычажные механизмы широко применяются в конструкциях рабочего оборудования экскаватора. Выбор рациональной структуры проектируемого механизма является одной из важнейших задач на ранних стадиях проектирования. Зачастую этот выбор осуществлен на основе знания потенциальных возможностей рычажных механизмов различных структурных схем.

Проектирование таких механизмов рассматривается как система взаимосвязанных этапов:



Рис.1. Этапы проектирование рычажных механизмов

На этих этапах необходимо выбрать рациональную схему, определить параметры и исследовать кинематическую схему механизма.

Системный подход к проектированию рабочего оборудования ОЭ заключается в следующем:

- 1) При выборе структурной схемы механизма заранее учитывается его потенциальные функциональные возможности, которые затем реализуются на этапе кинематического синтеза;
- 2) Кинематический синтез механизма осуществляется с учетом всего комплекса условий технического задания на его проектирование;
- 3) Кинематический анализ рассматривается не только как этап исследования синтезированного механизма, но и как процедура, многократно используемая в процессе оптимизационного синтеза механизма.

Системный подход к проектированию заключается еще в том, что для всех трех указанных этапов разработаны соответствующие системы алгоритмов.

На этапе структурного синтеза решается задача выбора различных структурных схем плоских подвижных механизмов. Предполагается, что задано число звеньев механизма n ($n=4,6,8,\dots$), каждый шарнир соединяет два звена. Требуется разработать алгоритм и соответствующую программу для ЭВМ, с помощью которой можно было бы получить все неповторяющиеся структурные схемы плоских рычажных механизмов. Предполагаемый метод получения всех структурных схем n -звенных механизмов основывается на теории графов.

В результате реализации алгоритма получаем следующую информацию:

- 1) Общее число N_n неповторяющихся структурных схем n -звенных механизмов;
- 2) Кортж графа, устанавливающий последовательность присоединения групп Ассура;
- 3) Число двух-, трех-парных звеньев в структуре механизма;

По указанной числовой информации можно однозначно изобразить структурную схему механизма.

Основным методом классификации плоских рычажных механизмов можно считать принцип Ассура и заключается в следующем:

К входному звену и стойке присоединяются группы звеньев с нулевой степенью относительной подвижности. Для рассмотренных механизмов группы Ассура содержат кинематические пары пятого класса и поэтому число звеньев n и число кинематических пар p связано соотношением: $3n=2p$. Принцип построения механизмов Ассура создает благоприятные для разработки рациональных алгоритмов кинематического анализа.

Как уже было сказано выше, предполагаемый метод основан на теории графов. Как правило, все рассматриваемые графы помеченные, т.е. их вершины пронумерованы последовательными числами (начиная с 1). На рисунках вершины графов изображены точками: ребро, инцидентное двум смежным вершинам, изображается линией, соединяющие точки. Всякий помеченный граф G однозначно задается своей матрицей смежности $A(G)$: элемент a_{ij} стоящий в i -й строке j -м столбце матрицы $A(G)$, равен 1, если вершины i, j смежны (соединены ребром), и $a_{ij} = 0$ в противном случае.

Графом кинематической цепи называют граф, вершины которого находятся во взаимно однозначном соответствии со звеньями кинематической цепи, причем две вершины графа смежны тогда и только тогда, когда соответствующие звенья кинематические цепи образуют кинематическую пару (рис.1).

Граф механизма является помеченным графом, нумерацию вершин графа производим следующим образом: 1 – стойка, 2 – входное звено, 3,4,5,6 – подвижные звенья.

Целью исследования является перечисление (и построение) всех различных структурных схем одноподвижных механизмов второго класса с данным количеством звеньев.

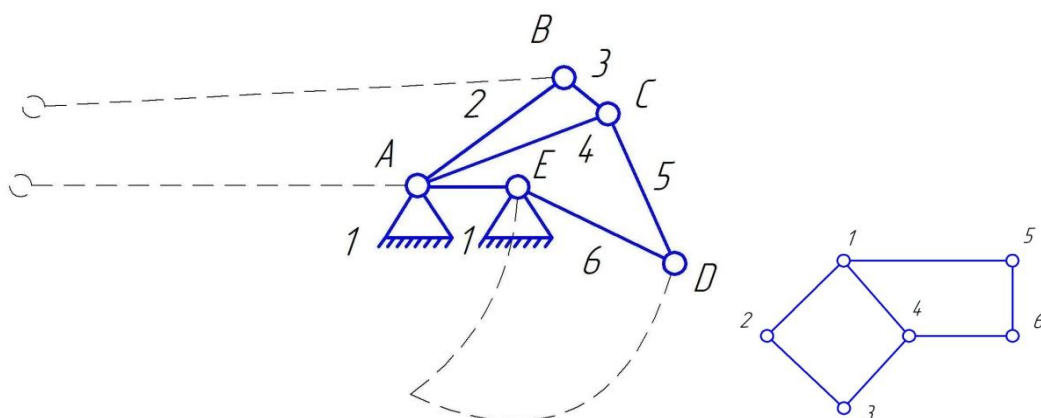


Рис.1. Кинематическая схема рабочего оборудования и соответствующий граф

Структурные схемы двух таких механизмов будут разными в том случае, когда соответствующие этим механизмам графы типа 1 – II неизоморфны. Два механизма имеют одинаковые структуры лишь тогда, когда они имеют одинаковую высоту и получаются однотипным присоединением одинакового количества одинаковых групп Ассура к механизмам меньшей высоты с одинаковыми структурными схемами.

На языке теории графов это формулируется следующим образом. Рассматривается множество $M(n)$ всех графов с n -вершинами; это множество представляется в виде объединения непересекающихся подмножеств N_1, N_2, \dots, N_m , каждое из которых содержит все изоморфные между собой графы с n -вершинами. Требуется выбрать по одному представителю из каждого множества $N_i (i=1, 2, \dots, m)$, т.е. последовательность графов.

Далее перечисляются неизоморфные графы по некоторому алгоритму с одновременным вычислением групп их автоморфизмов [1].

Для автоматизированного структурного синтеза необходимо разработать программу на ЭВМ в качестве исходных данных, для которой, вводится только одно число n – число звеньев механизма, для которого нужно определить количество N_n его возможных неповторяющихся структурных схем. Одновременно n – число вершин графа, соответствующего n -звенному механизму.

На выходе получается полный список числовых показателей для каждой структурной схемы n -звенных механизмов. В составе этих числовых показателей содержатся: кортеж графа и число i -парных звеньев, где $i=2, 3, 4$, и т.д. Можно сказать, что выходными параметрами являются неизоморфные графы в матричном или графическом представлении типа 1-II высоты h с числом вершин, не превосходящим n .

Выбор рациональной структуры проектируемого механизма является одной из важнейших задач на ранних стадиях проектирования, когда необходимо обосновать критерии предварительной оценки функциональных возможностей рычажных механизмов.

Список литературы

1. Пейсах Э.Е., Нестеров В.А. Система проектирования плоских рычажных механизмов. – М.: Машиностроение, 1988. – 232с.