

УДК 621.833.65

А.С. Кассихин (асп., каф. КГМ), В.Б. Шеломов, к.т.н., доц.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЗАИМНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ПЛАНЕТАРНЫХ МЕХАНИЗМОВ И ЗВЕНЬЕВ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ В ПРОСТРАНСТВЕ

Известны различные алгоритмы решения задачи синтеза кинематических схем планетарных коробок передач (ПКП) по заданным передаточным числам. Вопрос о возможности размещения планетарных зубчатых механизмов и их звеньев в пространстве, а также получение всех возможных вариантов такого размещения – вариантов планарности, был освещен в таких работах как [1, 2]. Но способов, позволяющих получить непосредственно графические изображения найденных схем, представлено не было.

В ходе работы был разработан компьютерный алгоритм, предоставляющий возможность получения графических изображений кинематических схем ПКП в инженерном виде, пригодном для решения дальнейших компоновочных задач – постановка подшипников, подвод масла к элементам управления и т.д.

Сам алгоритм базируется на применении структур механизмов [1] и подразумевает следующие входные данные:

- совокупность трехзвенных планетарных механизмов, для каждого из которых указаны звенья, являющиеся солнцем, водилом и эпициклом;
- совокупность муфт, записанных в виде пары соединяемых звеньев и номера муфты;
- характеристики планарности структуры.

В общем случае одна и та же структура планетарного механизма может иметь несколько вариантов планарности. Информацию о каждом таком варианте удобно хранить перечислением граней – двумерных замкнутых элементов, однозначно определяемых своим контуром. Контур грани задается последовательностью механизмов и звеньев, составленной при обходе вдоль этого контура, например, по часовой стрелке (см. табл. 1). Варианту планарности, приведенному в таблице 1, соответствует графическое изображение (рис. 1), где механизмы обозначены латинскими буквами, а звенья – цифрами. На рисунке звенья и механизмы нарочито изображены двумерными областями. Этим подчёркивается

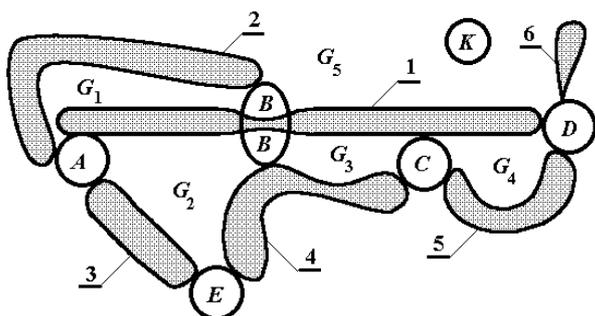


Рис. 1 Структурная схема

Таблица 1

Контурные грани структуры

Имя	Механизмы	Звенья
G_1	<i>AB</i>	21
G_2	<i>ABE</i>	143
G_3	<i>BC</i>	14
G_4	<i>CD</i>	14
G_5	<i>AECDB</i>	34512

цикличность порядка звеньев в механизме и цикличность порядка механизмов на звене. Грани имеют имена от G_1 до G_5 . Важным является знание грани, в которой расположен картер, т.е. в которую будут выводиться все тормозные, а также ведомое и ведущее звенья. В данном случае картер K расположен на грани G_5 .

Так как звено – это фактически некоторая фигура произвольной формы, которая имеет какой-то определенный порядок следования механизмов, то представляется возможным изобразить звено просто в виде отрезков (ребер), каждый из которых соединяет собой два механизма, и все отрезки вместе обеспечивают тот же порядок механизмов на звене. В результате получаем так называемую графовую схему ПКП (рис. 2). Здесь каждый планетарный механизм имеет вид столбца из трех элементов (сверху находится эпицикл, снизу – солнце).

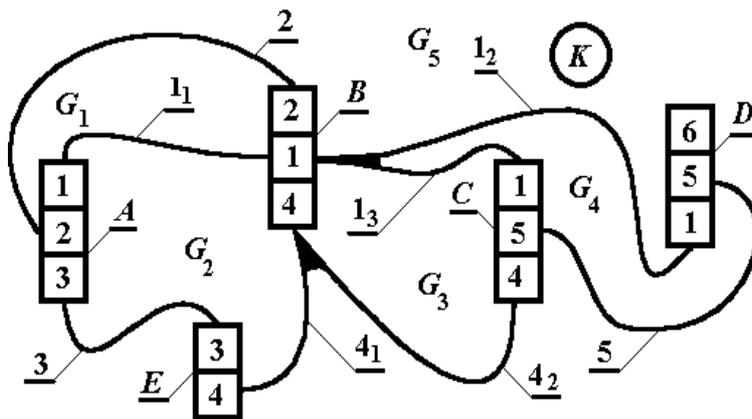


Рис. 2 Графовая схема ПКП

Механизм *E* является механизмом муфты, поэтому он изображен в виде столбца из двух элементов. Закрашенный угол около какого-либо механизма обозначает, что данный механизм не имеет выхода к грани, соответствующей этому углу. Таким образом, при замене звеньев ребрами, контуры всех граней остаются неизменными.

На рис. 2 приведен только один из вариантов замены звеньев ребрами. В общем случае задача нахождения множества вариантов замены звена ребрами была решена. Число вариантов замены является функцией степени звена *S*, т.е. количества механизмов, в которых взаимодействует это звено (табл. 2).

Таблица 2

Число вариантов замены звена ребрами

<i>S</i>	2	3	4	5	6
Число вариантов	1	3	12	55	273

Далее, задав для механизмов некоторые позиции в коробке передач, например, *E*, *A*, *B*, *D*, *C*, возможно выписать между любыми двумя смежными механизмами все промежуточные ребра (рис. 3), причем порядок следования ребер по вертикали будет определен однозначно.

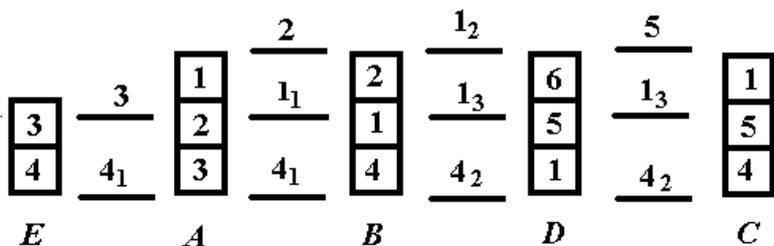


Рис. 3 Порядок промежуточных ребер

число наиболее простых из них и, соответственно, приемлемых для практического использования, не превышает двух.

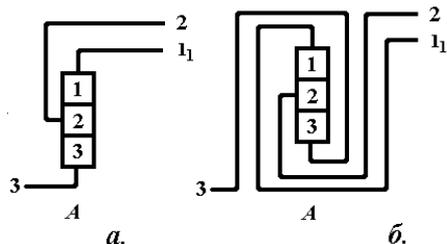


Рис. 4 Соединение механизма с ребрами

Таким образом, задача соединения одноименных звеньев, входящих в состав различных механизмов, сводится к простому соединению каждого механизма с соседними ребрами слева и справа. Хотя само такое соединение не единственно, а имеет период в 360° (рис. 4),

По вышеописанному алгоритму была составлена программа и опробована на ЭВМ. Пример получаемых результатов представлен на рис. 5. Данное графическое изображение ещё требует доработки. В частности, следует устранить параллельное прохождение ребер одноименных звеньев. Кроме того, предстоит вывести ведущее 4 и ведомое 5 звенья на картер. Недостаёт графического изображения выхода на картер звеньев, связанных с тормозами.

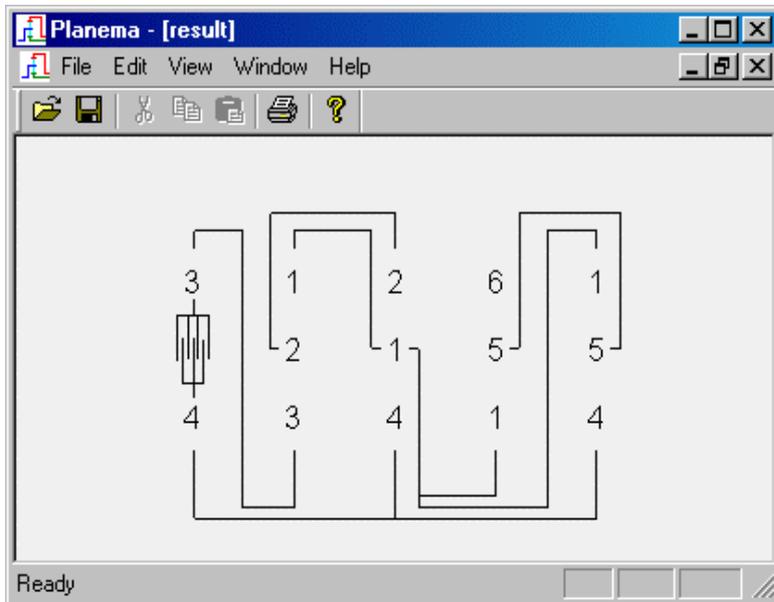


Рис. 5 Изображение схемы ПКП, созданное программой Planema

Разработанная по данной методике программа расчёта позволит полностью автоматизировать обработку результатов, полученных в результате синтеза планетарных коробок передач с тремя и четырьмя степенями свободы. Создаст предпосылки для автоматизированной оценки коробок передач не только по эксплуатационным показателям (нагрузки и частоты вращения звеньев, КПД), но и по компоновочным характеристикам. Имеется в виду число вложенных друг в друга труб, барабанов, стоек; удобство постановки подшипников и подвода рабочей

управляющей жидкости к механизмам муфт. Последнее становится особенно важным, если в результате работы программы синтеза было найдено несколько десятков, а то и сотен кинематических схем, для которых общее число графических изображений может быть еще на порядок больше.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крейнес М.А., Розовский М.С. Зубчатые механизмы (выбор оптимальных схем). – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. – 1972. – С. 112 – 210.
2. Сушков Ю.А. Графы зубчатых механизмов. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние. – 1983.