

ВЛОЖЕННЫЕ ГРУППЫ

При геометрическом исследовании обычно изучаются структурные и функциональные особенности механизмов, решаются задачи анализа и синтеза. В данной работе ставится задача получения простейшего алгоритма составления геометрических уравнений механизмов со статически определяемыми кинематическими цепями. При геометрическом исследовании *неизменяемую конфигурацию точек* удобно называть звеном или фермой. Если взаимное расположение точек изменяется по известному закону, то их совокупность можно называть приводом или приводной кинематической цепью. Геометрические параметры, характеризующие взаимное расположение точек на звеньях и приводах, будем называть входными. *Переменные входные* параметры иногда называют входами.

Из курса теории механизмов и машин известно, что статически определяемая конструкция формируется следующим образом (см. [1, стр.32], [4, стр.12]): выбирается *базовое* звено, к которому присоединяется группа первого структурного слоя. Полученная кинематическая цепь называется фермой Баранова или основной структурной группой (см.[2], [5]). К ней могут последовательно присоединяться структурные группы, образуя следующие структурные слои соответствующего *базового* звена, создавая ферму низшего уровня (рис. 1). Из таких конструкций, как из звеньев, могут собираться структурные группы

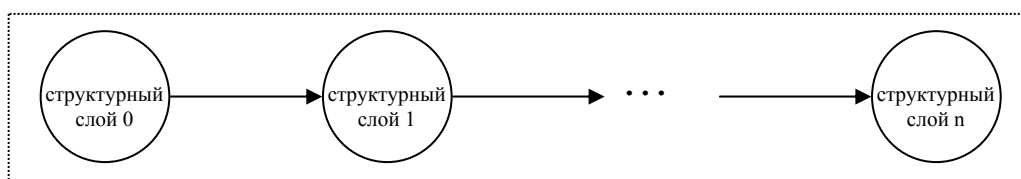


Рис. 1. Структурное агрегирование фермы низшего уровня

ферм следующего уровня и так далее. На рис. 2 показан пример фермы низшего (нулевого)

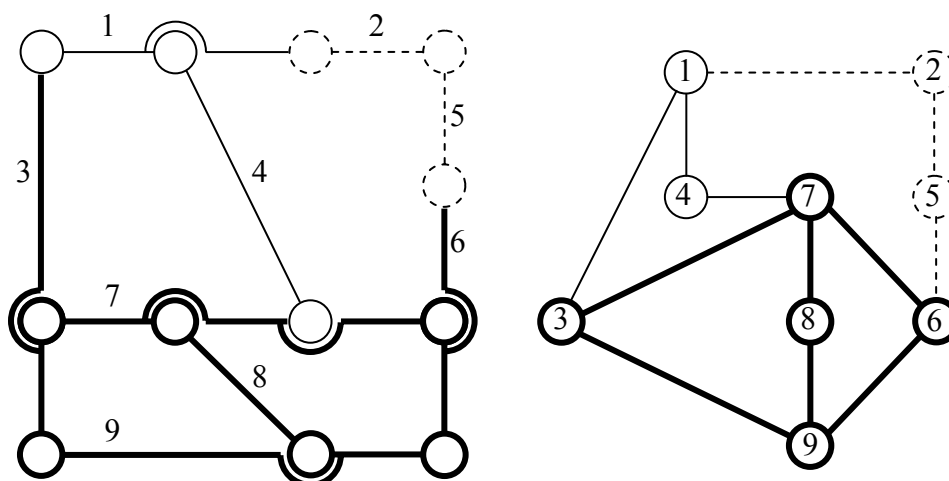


Рис. 2. Кинематическая схема фермы, состоящей из трех структурных слоев, и ее граф

уровня. На рис. 3 изображена ферма первого уровня, состоящая из простейшей фермы Баранова (из трех звеньев AB , AC и BC) и диады DKE . Все звенья этой фермы AB , AC , BC , DK и KE в свою очередь являются фермами нулевого уровня, изображенными на рис. 2. Для опре-

деления геометрических параметров треугольника ABC по известным размерам всех 27 звеньев первоначально надо сосчитать длины его сторон. Их наиболее рационально считать

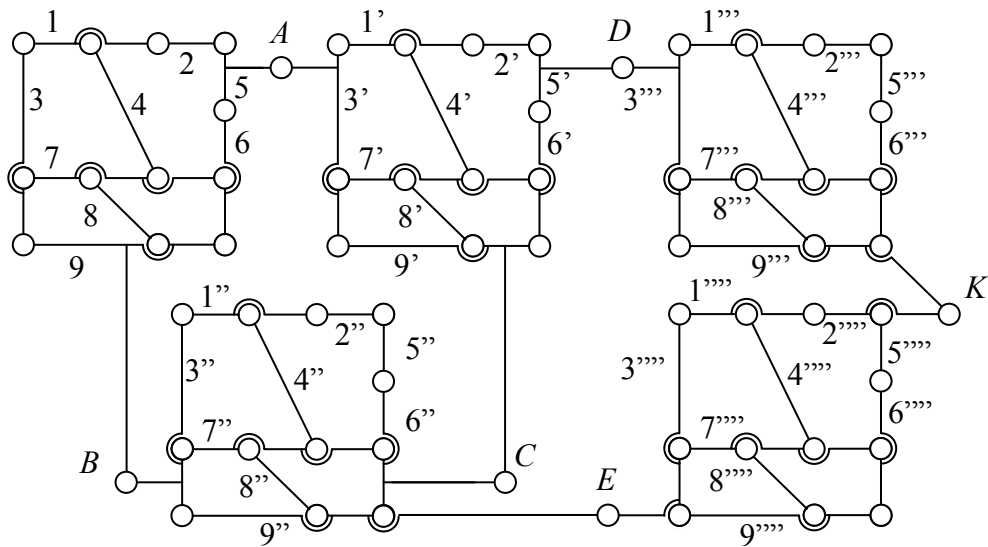


Рис. 3. Ферма с вложенными структурными группами Ассура

в соответствии со структурным графом (рис. 1), который для данного случая представлен на рис. 4. В этом примере каждый структурный слой содержит одну группу с номерами звеньев, указанными в вершинах.

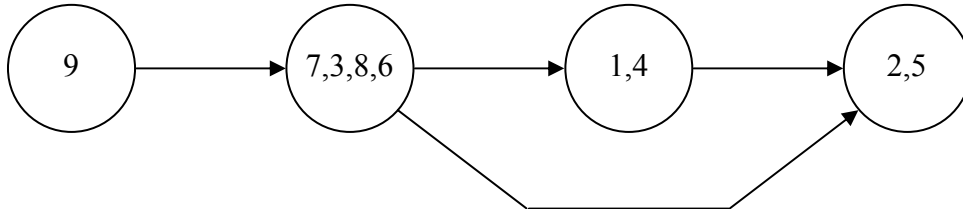


Рис. 4. Структурный граф звена (фермы) AB

Здесь следует отметить, что при анализе не удастся однозначно определить базовые звенья, а вот фермы Баранова – удастся. Поэтому на рис. 4 цифра 9 в левой вершине может быть обменена на любую из цифр 7, 3, 8, 6, записанную во второй вершине. Это ни на что не влияет, так как уравнения любой группы из одной фермы Баранова идентичны. Из сказанного следует, что нулевым структурным слоем правильнее называть не базовое звено, а ферму Баранова. Впрочем, в силу нашего определения звена после решения геометрической задачи любой структурный слой может называться первым, а совокупность всех предыдущих – нулевым. При изображении кинематической схемы иногда приходится иметь дело с ее неоднозначностью, которая обусловлена неоднозначностью традиционного понятия звена как совокупности неподвижных относительно друг друга деталей, возможно соединенных кинематическими парами (см. [1, стр.12]). Под это определение попадают и фермы. В любом случае кинематические схемы должны изображаться как можно проще с единственной целью: способствовать решению геометрической задачи.

Все группы, формирующие фермы (звенья) групп следующего более высокого уровня являются вложенными в них (см.[5]). Так, группы (7, 3, 8, 6), (1, 4), (2, 5) и другие с теми же номерами звеньев и с апострофами являются вложенными в структурные группы фермы $ABCDKE$. Указанный алгоритм полностью формализуется с помощью графа фермы (см.[1],

[4]). На рис. 5 показан такой граф для конструкции, изображенной на рис. 3. Этот граф может быть представлен в гибридном виде и в виде обычного графа фермы первого уровня (см. рис. 6). Фермы (звенья) групп первого уровня обозначены на рис. 6, а вершинами с изображенными внутри них структурными графами. Очевидно, что ферма $ABCDKE$ может оказаться звеном в более сложной конструкции.

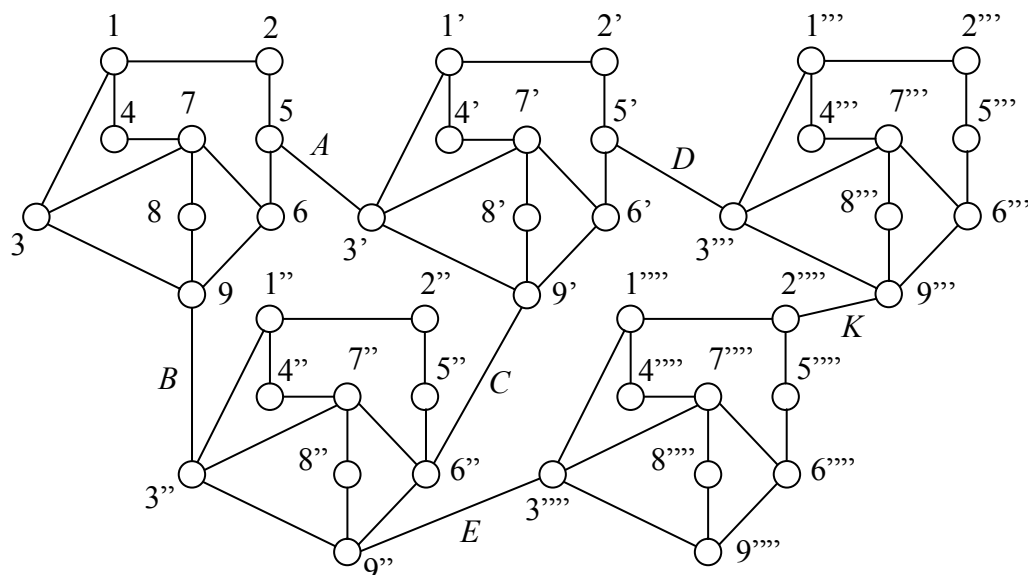


Рис. 5. Граф фермы $ABCDKE$ с вложенными структурными группами Ассура

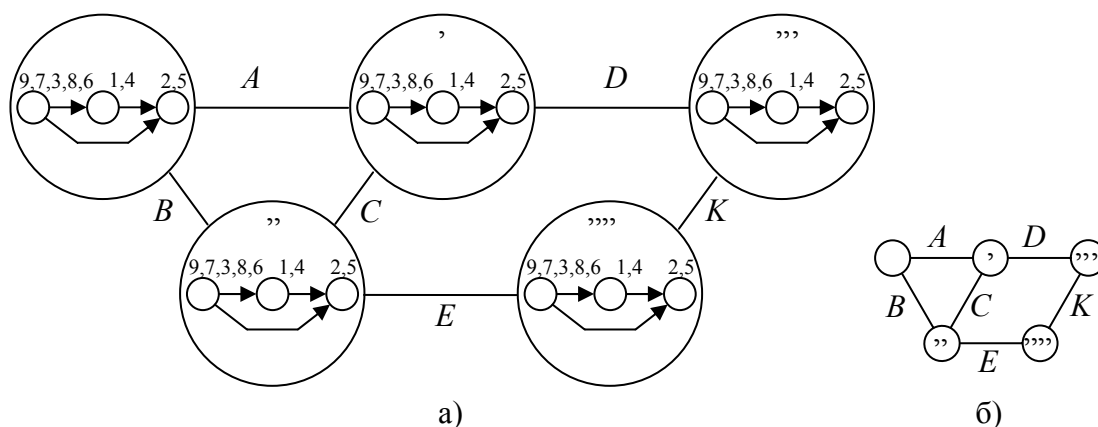


Рис. 6. Гибридный граф (а) и граф фермы первого уровня (без указания вложенных структурных групп) (б)

Статически определяемая ферма уровня n образуется одной фермой Баранова с возможно присоединенными к ней структурными слоями. Все звенья фермы уровня n могут содержать вложенные группы любого меньшего уровня, но хотя бы одно звено должно являться фермой уровня $n-1$. Ферма нулевого уровня состоит только из простых звеньев и не содержит вложенных групп. Напомним, что под простым звеном или звеном нулевого уровня

ня мы понимаем совокупность точек с известным их взаимным расположением, то есть объект с решенной геометрической задачей.

Как видно, *оптимальный алгоритм геометрического расчета не связан с понятием «стойка», а всецело определяется свойствами фермы.* Геометрический расчет выполняется независимо, начиная с ферм Баранова нижнего уровня последовательно *по структурным слоям*, состоящим из групп Ассура, и так же последовательно *по уровням* от низших к более высоким.

Полностью аналогично обстоит дело и с механизмами. Записывать и *исследовать геометрические соотношения следует с вложенных структурных групп Коловского*¹ (имеющих «внутренние» входы [3]) *самых нижних слоев нижнего уровня*, решая собственно групповые уравнения, а затем и уравнения для выходных координат групп. В сущности, при решении геометрической задачи механизмы отличаются от ферм лишь переменностью входных параметров. Если размеры какого-либо фрагмента фермы известны, то его принимают за звено. Аналогично и в механизмах, если известно относительное перемещение звеньев какой-либо кинематической цепи, то, как уже говорилось выше, ее целиком можно называть *приводной цепью* или приводом и глубже не детализировать. Соответственно и на кинематических схемах при изображении приводов следует использовать наиболее простые обозначения, *строго* характеризующие только геометрию относительного движения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Теория механизмов и машин** / Коловский М.З., Евграфов А.Н., Семенов Ю.А., Слоущ А.В. – М.: Академия, 2006. – 560 с.
2. **Пейсах Э.Е.** Атлас структурных схем восьмизвенных плоских шарнирных механизмов.// Теория механизмов и машин. №1(7). 2006. С. 3-17.
3. **Семенов Ю.А.** Применение машин и механизмов с внутренними входами.// Теория механизмов и машин. №1. 2003. С. 30-49.
4. **Семенов Ю.А., Семенова Н.С.** Структурный анализ механизмов.// Теория механизмов и машин. №2. 2003. С. 3-14.
5. **Тершин В.А.** Основные группы при анализе механизмов со сложной структурой.// Теория механизмов и машин. №1. 2003. С. 50-54.

*Поступила в редакцию 12.12.2006
После доработки 14.01.2007*

¹ Проф. СПбГПУ М.З. Коловским предложено новое определение структурных групп, см. [1], с. 14.