верхностей. Для выполнения динамического расчёта в системе T-Flex «Динамика» формулируется задача из следующих компонентов: объект задачи – модель планетарного механизма; шарниры – кинематические пары; нагружение – вращение центрального колеса 1. Расчёт динамики производится системой на основе точной геометрии тел, что обеспечивает реалистичное моделирование контакта между телами. На таким образом созданную компьютерную модель могут быть установлены датчики, предназначенные для считывания и отображения результатов. Датчики подразделяются на нескольких типов, в зависимости от объекта измерения: датчик в шарнире; датчик на теле; датчик для измерения расстояний между двумя объектами. На основе считанных датчиками показаний создаются результаты задачи динамического анализа, которые отображаются в виде графиков и числовых значений непосредственно во время выполнения расчёта (рисунок, в). Наличие компьютерной модели механизма позволяет визуально оценить его работу и провести вычислительный эксперимент с целью получения данных по кинематическим и динамическим характеристикам объекта.

КИНЕМАТИКА ЧЕТЫРЕХЗВЕННОЙ ПЛОСКОЙ ГРУППЫ АССУРА ЧЕТВЕРТОГО КЛАССА С ПОСТУПАТЕЛЬНОЙ ПАРОЙ

Артамонов К.А., Стариков С.П.

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, e-mail: Angels-race@mail.ru

Плоские четырехзвенные группы Ассура четвертого класса широко применяется в механических системах. Эти группы содержат в своем составе по два трехпарных и двухпарных звеньев. Кинематическое исследование такой группы с шестью вращательными кинематическими парами (шарнирами) показано в работе [1]. Однако это решение не может быть автоматически перенесено на группы в которых используются кроме вращательной и поступательная пара.

Рассмотрим одну из таких групп (рис. 1), в которой внутри замкнутого контура два звена соединяются в поступательную пару. В этой группе состоящей из звеньев 1, 2, 3 и 4 известным являются скорости входных пар A и D.

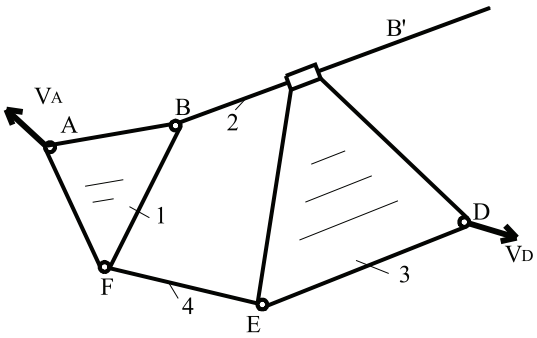


Рис. 1. Построение планов скоростей четырехзвенной плоской группы четвертого класса с поступательной парой

Ставится задача определения скоростей точек *B, F, E* и угловых скоростей всех звеньев группы.

Особенностью этой группы является совместность движения звеньев 2 и 3 при повороте в плоскости движения, т.е. они имеют одинаковую угловую скорость.

Эта особенность группы позволяет решить задачу кинематики без нахождения специальных точек Ассура, как это делалось в работе [1]. Дело в том, что скорость точки B может быть найдена из двух векторных уравнений относительно точек A и D.

Первое из уравнений скорости записывается как

$$\bar{V}_B = \bar{V}_A + \bar{V}_{BA},$$

где $\bar{V}_{BA} \perp BA$, а второе найдём по известной скорости $\bar{V}_D$ как

$$\bar{V}_B = \bar{V}_D + \bar{V}_{BD},$$
$$\bar{V}_{BD} \parallel BB'.$$

План скоростей группы показан на рис. 2.

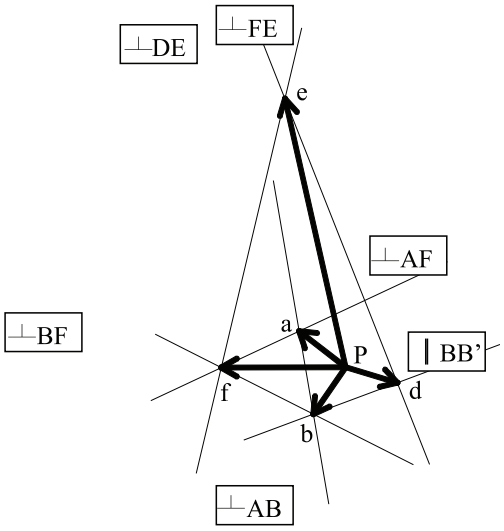


Рис. 2. Плана скоростей

Скорости точек *F* и *E* найдутся из уравнений

$$\bar{V}_F = \bar{V}_F + \bar{V}_{FA}, \quad \bar{V}_{FA} \perp FA,$$
$$\bar{V}_F = \bar{V}_B + \bar{V}_{FB}, \quad \bar{V}_{FB} \perp FB,$$
$$\bar{V}_E = \bar{V}_E + \bar{V}_{EF}, \quad \bar{V}_{EF} \perp EF,$$
$$\bar{V}_E = \bar{V}_E + \bar{V}_{ED}, \quad \bar{V}_{ED} \perp ED.$$

Угловые скорости звеньев определятся относительными скоростями $\bar{V}_{FB}$, $\bar{V}_{EF}$ и $\bar{V}_{DE}$.

Список литературы

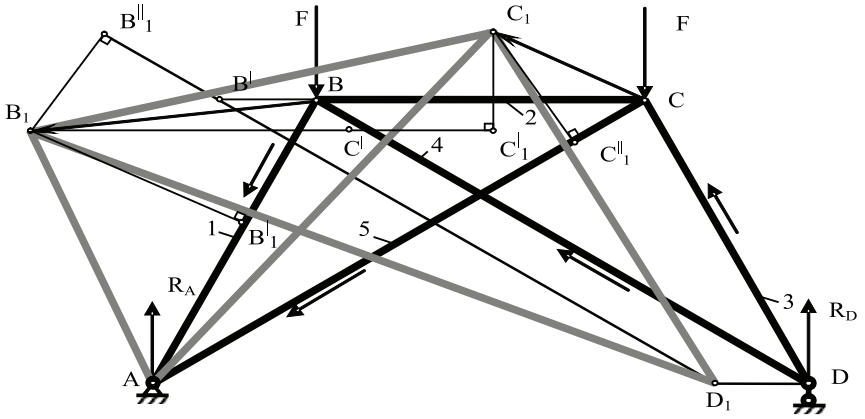
1. Дворников Л.Т. О кинематической разрешимости плоской четырехзвенной группы Ассура четвертого класса графо-аналитическим методом // Известия ВУЗов. Машиностроение. – 2004. – № 12. – С. 9-15.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ УЗЛОВ ПЯТИСТЕРЖНЕВОЙ ФЕРМЫ СЛОЖНОГО ТИПА

Беляева А.К.

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, e-mail: bak1989@mail.ru

В работе [1] была рассмотрена задача о синтезе пятистержневой плоской фермы, показанной на рисунке. Эта ферма особенна тем, что *к* ней при ее синтезе нельзя применить метод наращивания узлов с двумя стержнями. Она была построена из шестизвенной группы нулевой подвижности (группы Ассура) путем связывания нескольких кинематических пар трехпарных звеньев в узлы. В статье [2] внимание было обращено к задаче о деформациях стержней фермы, возникающих в результате её нагружения. Далее возникает задача о нахождении перемещений узлов фермы. Для её решения воспользуемся графическим методом Вильо.



Изменения длин стержней 1, 2, 3, 4 и 5 известны из [2]. Требуется найти возникающие при этом перемещения узлов B и C. Поскольку удлинения стержней и перемещения узлов весьма малы по сравнению с длинами элементов фермы, то на рисунке эти величины отложены в увеличенном масштабе.

В опоре A перемещений нет, в опоре D перемещения происходят по горизонтали, это обуславливается подвижной опорой. Параллельно перенесем стержень 4 по горизонтали на расстояние равное DD_1. Дадим противоположным концам стержней 1 и 4 перемещения $BB^{|}_1$ и $B^{|}B^{||}_1$. Эти перемещения равны найденным изменениям длин стержней. Стержень 1 испытывает удлинение, поэтому $BB^{|}_1$ откладывается в направлении от A к B. Стержень 4 подвергается сжатию, поэтому $B^{|}B^{||}_1$ откладывается в направлении от B к D. Поскольку мы имеем дело с малыми деформациями и малыми углами поворота дуги окружностей, по которым перемещаются точки $B^{|}_1$ и $B^{||}_1$ при поворотах стержней, они могут быть заменены перпендикулярами $B_1B^{|}_1$ и $B_1B^{||}_1$, пересечение которых и даст новое положение B_1 узла B. Таким образом вектор BB_1 представляет собой искомое перемещение узла B. Теперь, зная перемещение узла B, можем найти перемещение узла C. Построения для узла C проводятся аналогично и находим вектор CC_1, определяется перемещени узла C.

Список литературы

1. Беляева А.К., Дворников Л.Т. Пятистержневая ферма сложного типа // Успехи современного естествознания. – М., 2011. – №7. – С. 79.

2. Беляева А.К., Дворников Л.Т. Расчет пятистержневой фермы сложного типа // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. – Новокузнецк: СибГИУ: 2010. – С. 34.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПОВОРОТА ЗАГОТОВКИ С ПОМОЩЬЮ РОЛИКОВОГО КАНТОВАТЕЛЯ

Бородин В.Г., Тутынин А.В.

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, e-mail: alexv1667@rambler.ru

В прокатном производстве получили широкое применение роликовые кантователи, с помощью которых производится поворот (кантовка) металлических заготовок [1]. Наиболее широко применяемая кинематическая схема кантователя приведена на рисунке, а. Кантователь состоит из двух линейных гидравлических приводов (1-2) и (5-6) с подвижными гидроцилиндрами и двух роликов – кантующего 3 и прижимного 4. Система обладает двумя степенями подвижности.

Представляет особый интерес кинематическое исследование кантователя. Рассмотрим, прежде всего, работу кантователя в режиме захвата заготовки. В этом случае гидроцилиндр 1-2 отключен, и звенья 1, 2 и 3 образуют неподвижную систему.

Путем подачи рабочей жидкости в штоковую полость гидроцилиндра 5-6 появится относительное поступательное движение поршня со штоком 6 со скоростью $\bar{v}_{B_6B_5}$.

Отметим, что в точке B кантователя одномоментно находятся три точки – B_5, B_6 и B_4 звеньев 5, 6 и 4 соответственно. Точка B_5, принадлежащая гидроцилиндру 5, совершает относительно точки O_2 поворот со скоростью $\bar{v}_{B_5O_2}$, при этом скорость $\bar{v}_{B_6}$ точки B_6 определится как сумма скоростей $\bar{v}_{B_5O_2}$ и $\bar{v}_{B_6B_5}$:

$$\bar{v}_{B_6} = \bar{v}_{B_5O_2} + \bar{v}_{B_6B_5},$$

где $\bar{v}_{B_5O_2} \perp O_2B$, а заданная скорость $\bar{v}_{B_6B_5} \parallel O_2B$.

С другой стороны, ту же скорость $\bar{v}_{B_6}$ точки B_6, равную скорости $\bar{v}_{B_4}$ точки B_4, можно определить, рассматривая ее в составе звена 4 относительно точки A

$$\bar{v}_{B_6} = \bar{v}_{B_4} = \bar{v}_A + \bar{v}_{B_6A}.$$

Поскольку для рассматриваемого случая, $\bar{v}_A = 0$, то

$$\bar{v}_{B_6} = \bar{v}_{B_6A}, \quad \bar{v}_{B_6A} \perp AB.$$

Построим план скоростей кантователя (рисунок, б). Из полюса *p* плана отложим штрихами вектор заданной скорости $\bar{v}_{B_6B_5}$ и определим по нему масштаб построения

$$\mu_v = \frac{v_{B_6B_5}}{pb_6^{'}}.$$

Далее, из конца этого вектора также штрихами проведем линию, параллельную направлению скорости $\bar{v}_{B_5O_2}$, т.е. перпендикулярно O_2B, а из полюса линию, перпендикулярную AB, т.е. линию скорости $\bar{v}_{B_6A}$. Пересечение проведенных линий определит истинное положение точки B_6 на плане. При этом, вполне определятся также скорости $\bar{v}_{B_5O_2}$ и $\bar{v}_{B_6}$.

Что касается скорости точки *C* прижимного ролика, то она определится из подобия треугольников ΔABC на схеме механизма и Δab_6c на плане скоростей, т.е. в виде отрезка

$$b_6c = {ab_6 \cdot BC}/{AB},$$

который построен на плане скоростей перпендикулярно линии *BC*. Соединяя эту точку с полюсом *p*, найдем величину и направление скорости $\bar{v}_C$ точки *C*.

Угловые скорости звеньев 4 и 5-6 определятся из соотношений

$$\omega_4 = \frac{v_{B_6A}}{l_{AB}} \text{ и } \omega_5 = \frac{v_{B_5O_2}}{l_{O_2B}}.$$