УДК 621.01

А.П. Давыдов, С.В. Стрыгин

АНАЛИЗ И СИНТЕЗ ПРОСТРАНСТВЕННОГО КУЛАЧКОВОГО МЕХАНИЗМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПР T-FLEX CAD

Использование современных систем автоматизированного проектирования (САПР) позволяет реализовать расчетные методики на основе графоаналитических решений, аналитические аналоги которых являются неоправданно громоздкими и могут быть связаны с определенными математическими трудностями. Так точное профилирование боковой поверхности паза барабана (цилиндрического кулачка) пространственного кулачкового механизма представляет большие затруднения и практически может быть выполнено только путем вычисления координат отдельных точек искомой поверхности паза [1]. Для аналитического определения профиля кулачка используют следующий путь. Обращают механизм и поворачивают неподвижное звено на некоторый угол φ относительно оси O кулачка (рис. 1). Затем поворачивают толкатель на угол ψ, определяемый заданным законом движения, точнее, зависимостью $\psi = f(\varphi)$. Для найденного таким образом положения толкателя и ролика надо составить уравнение поверхности ролика (цилиндрической поверхности), в которое в качестве параметра войдет угол φ. Чтобы получить уравнение поверхности паза барабана, надо еще взять частную производную от уравнения поверхности ролика по параметру (углу) φ и приравнять ее нулю. Исключив затем параметр φ из уравнения поверхности ролика и уравнения производной, получим уравнение поверхности паза барабана. Такое исключение почти никогда не удается выполнить, но координаты отдельных точек искомой поверхности удается в ряде случаев вычислить. При этом следует иметь в виду, что в каждом положении ролик будет касаться поверхности паза не в одной точке, а по линии.

Решение аналогичной задачи требуется при анализе и синтезе торцевого кулачкового механизма вибродвижителя (рис. 2) с преобразованием вращательного движения в поступательное [2].

Предложена графоаналитическая методика кинематического анализа и динамического синтеза пространственного кулачкового механизма на примере торцевого кулачкового механизма вибродвижителя, реализуемая с использованием САПР T-Flex CAD - российской системы трехмерного моделирования и параметрического проектирования, входящей в программный комплекс T-FLEX (www.tflex.ru) фирмы «Топ Системы» (www.topsystems.ru).

Кинематический анализ обращенного кулачкового механизма вибродвижителя проводится для одного толкателя либо по известному закону движения толкателя, либо по принятому профилю кулачка. При этом, если задан профиль, то для получения таблицы значений функции положения толкателя используется твердотельное моделирование пространственного кулачкового механизма с программным измерением угла поворота толкателя в каждом из его положений, последовательно рассматриваемых с заданным шагом изменения обобщенной координаты. При известном законе движения толкателя задана одна из его кинематических диаграмм, а оставшиеся могут быть получены на основании известной дифференциальной связи между кинематическими диаграммами. Применяются методы кинематических диаграмм; планов положений, скоростей и ускорений, реализуемые с использованием САПР T-Flex CAD.

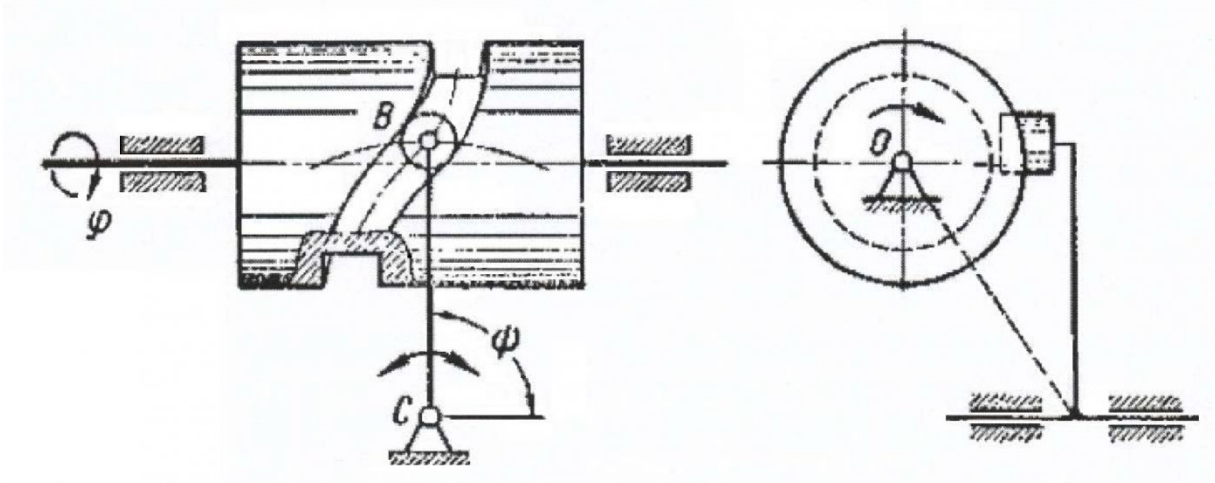

Рис. 1. Пространственный кулачковый механизм [1]

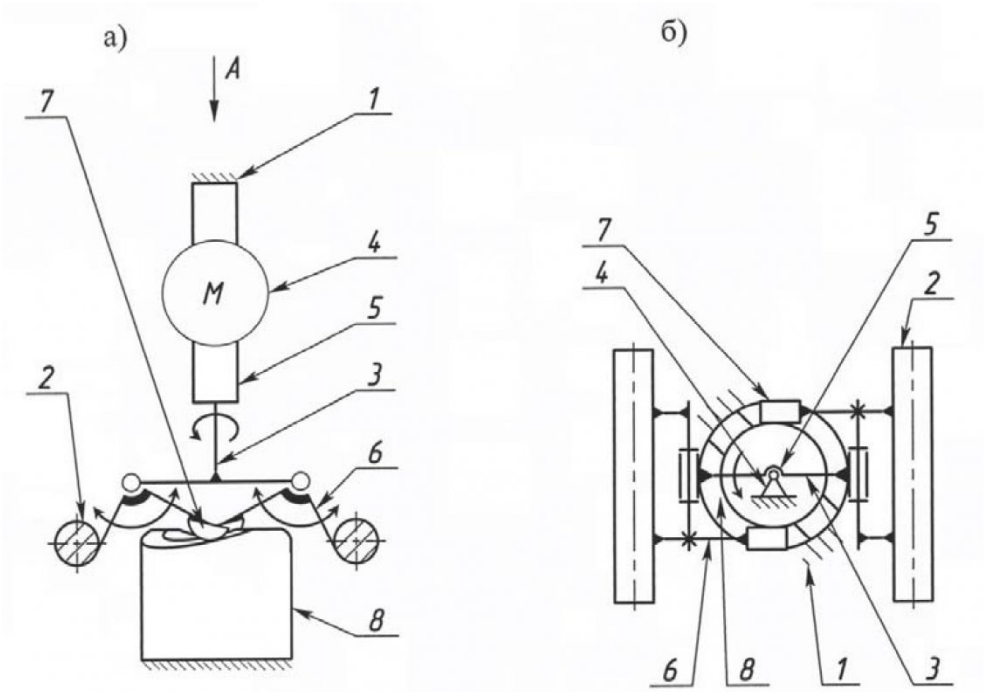

Рис. 2. Торцевой кулачковый механизм вибродвижителя с преобразованием вращательного движения в поступательное [2]: а) общий вид; б) вид по стрелке А на а); 1 - стойка; 2 - инерционные массы; 3 - приводной вал; 4 - двигатель; 5 - подшипниковая опора; 6 - двуплечие рычаги с инерционной массой на одном плече и дуговым или роликовым (для уменьшения силы трения) толкателем 7 на другом: 8 - торцевой кулачок, жестко связанный со стойкой (платформой транспортного средства)

Определенные с помощью двойного интегрирования по обобщенной координате передаточной функции углового ускорения коромыслового толкателя (рычага с инерционной массой) с последующими преобразованиями, учитывающим фиксированные размеры звеньев кулачкового механизма координаты профиля цилиндрического торцевого кулачка использовались для генерации поверхности профиля средствами 3D моделирования T-Flex CAD 3D. Способ аналогичен известному плоскостному профилированию кулачков, но расширен с двух до трех координат за счет функциональных возможностей программного 3D моделирования («По параметрам»). Проверка обеспечения достаточной выпуклости профиля кулачка из условия качения ролика толкателя выполнялась методом анализа кривизны развертки профиля, с помощью функциональных возможностей программного 3D моделирования («Кривизна кривых»). Угол давления анализируется при использовании результатов программных измерений в каждом из положений толкателя, последовательно рассматриваемых с заданным шагом изменения обобщенной координаты.

Предложенная методика позволяет выполнять кинематический анализ и динамический синтез пространственных кулачковых механизмов графоаналитическими методами, реализуемыми без потерь в точности за счет применения средств компьютерного моделирования - САПР T -Flex CAD 3D.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Баранов Г. Г.* Курс теории механизмов и машин: Учеб. для втузов -4-е издание, перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1967 - 508 с.

2. Патент РФ № 2387567, МПК B62 57/00, F03G3/00. Вибродвижитель с преобразованием вращательного движения в поступательное / Плахтин В.Д., Панков И.Г., Давыдов А.П., Стрыгин СВ., Акиньшина М.А. Заявл. 10.12.2008, опубл. 27.04.2010.

Авторы статьи:

Давыдов
Анатолий Павлович
– канд. техн. наук, доцент каф. теоретической и прикладной механики (Рязанский институт (филиал) Московского гос. открытого унив-та).
Email: dap@rimsou.ryazan.ru

Стрыгин
Сергей Васильевич
– старший преподаватель каф. теоретической и прикладной механики (Рязанский институт (филиал) Московского гос. открытого унив-та) .
Email: strsw@rambler.ru.