

УДК 621.865(075.8)

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВНУТРЕННИХ УСИЛИЙ
В ЗВЕНЬЯХ ПЛОСКИХ МЕХАНИЗМОВ И МАНИПУЛЯТОРОВ,
НАХОДЯЩИХСЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ
ИНЕРЦИОННЫХ И ВНЕШНИХ НАГРУЗОК В СИСТЕМЕ MAPLE**

М.У. Утенов, д.т.н., профессор, **Н.М. Утенов**, магистрант
*Казахский национальный университет им. Аль-Фараби
Казахстан, Алматы, umu53@mail.ru*

В статье разработана методика определения внутренних усилий в звеньях плоских стержневых механизмов и манипуляторов. Созданы программы в системе Maple, позволяющие определять внутренние усилия в звеньях и создавать анимации движения механизма, в которых на звеньях строятся изменяющиеся эпюры внутренних усилий в зависимости от кинематических параметров механизма.

Ключевые слова: *манипуляторы, механизмы, внутренние усилия, программирование, кинематические параметры, анимация.*

**RESEARCH OF INTERNAL EFFORTS IN LINKS OF THE FLAT
MECHANISMS AND MANIPULATORS WHICH ARE UNDER THE
INFLUENCE OF THE DISTRIBUTED INERTIAL AND EXTERNAL
LOADINGS IN MAPLE SYSTEM**

M.U. Utenov, Dr. Sc. Engineering, Prof.
N.M. Utenov, undergraduate
*Al-Farabi Kazakh National University
Kazakhstan, Almaty, umu53@mail.ru*

In article the technique of definition of internal efforts in links of flat rod mechanisms and manipulators is developed. The programs in Maple system allowing to define internal efforts in links and to create animations of the movement of the mechanism in which on links the changing regularities of internal efforts depending on kinematic parameters of the mechanism are under construction are created.

Key words: *manipulators, mechanisms, internal efforts, programming, kinematic parameters, animation.*

При проектировании стержневых манипуляторов и механизмов одной из важных задач является определение внутренних усилий в звеньях этих систем, от возникающих распределенных динамических нагрузок и от действующих внешних сил. С помощью найденных внутренних усилий и по соответствующим теориям прочности определяются формы сечений звеньев и их линейные размеры, которые могут обеспечить прочность и жесткость этих систем в полном рабочем процессе. Определения внутренних усилий рассмотрим на примере в звеньях шестизвенного механизма второго класса с одним ведущим звеном показанного на рисунке 1.

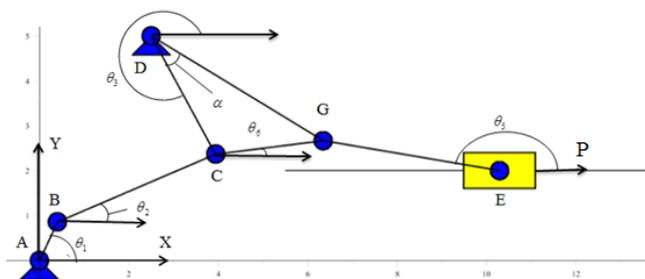


Рис. 1. Шестизвенный механизм второго класса с одним ведущим звеном

Для получения анимационной картины движения механизма в системе Maple были разработаны компьютерные программы. Определены законы распределения инерционных сил и сил от собственного веса, зависящие от кинематических характеристик звеньев [1]. Для упругого расчета на основе принципа Даламбера, механизм приводится к конструкции, степень подвижности которой равна нулю. Для определения внутренних усилий в звеньях (в элементах) расчетной схемы механизма, конструкция делится на элементы и узлы.

Элементами могут быть звено или часть звена, а узлами - шарниры, соединяющие смежные звенья и сечения, где приложены сосредоточенные внешние силы. Построена дискретная модель механизма [2].

Объединив уравнения равновесия элементов и узлов в одну систему, получим уравнения равновесия для всей дискретной модели механизма. Их можно записать в общем виде:

$$[A]\{S\} = \{F\}.$$

Такие системы уравнений достаточны для определения внутренних усилий в звеньях механизмов и манипуляторов, структура которых содержат статические определимые группы Ассур.

Матрица уравнений равновесия для дискретной модели механизмов состоит из матриц уравнений равновесия отдельных их элементов, а также из уравнения равновесия их узлов [3]. Матрица уравнений равновесия дискретных моделей механизмов выглядит следующим образом:

$$[A] = \begin{bmatrix} [A_1] & 0 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & [A_2] & \dots & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & [A_n] \\ \text{Уравн. равновесия узлов} \end{bmatrix}$$

Силовой вектор и вектор усилий в расчетных сечениях для дискретных моделей механизмов формируются от силовых векторов и векторов усилий в расчетных сечениях отдельных их элементов. Эти вектора в векторной форме соответственно имеют следующие виды: следующие виды:

$$\{F\} = \{\{F_1\}, \{F_2\}, \dots, \{F_n\}\}^T; \quad \{S\} = \{\{S_1\}, \{S_2\}, \dots, \{S_n\}\}^T.$$

Разработаны компьютерные программы в системе Maple для определения и построения на звеньях внутренних усилий. Результаты полученных внутренних усилий для некоторых положений механизма показаны на рисунках 1-4.

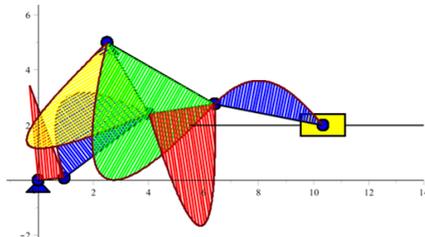


Рис. 2. Исследуемый механизм, на звеньях которого построены

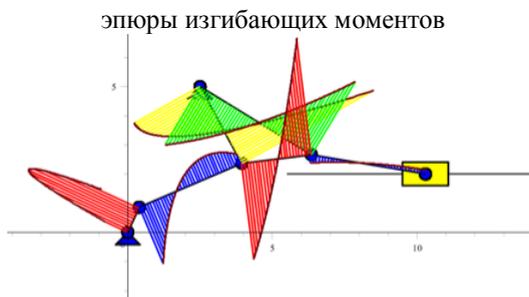


Рис. 3. Исследуемый механизм, на звеньях которого построены эпюры поперечных сил

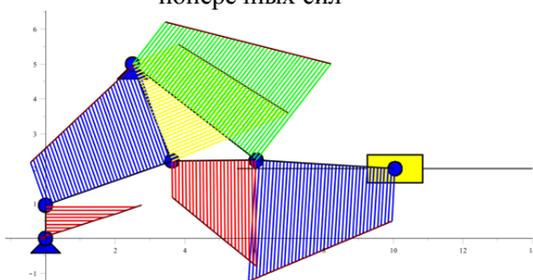


Рис. 4. Исследуемый механизм, на звеньях которого построены эпюры продольных сил

Закключение. Разработана методика определения внутренних усилий в звеньях плоских стержневых механизмов и манипуляторов. Созданы программы в системе Maple, позволяющие определять внутренние усилия в звеньях и создавать анимации движения механизма, в которых на звеньях строятся изменяющиеся эпюры внутренних усилий в зависимости от кинематических параметров механизма.

Библиография

1. Утенов М.У. Исследования сил, возникающих от собственных масс звеньев с постоянными и переменными сечениями при их плоскопараллельном движении: материалы первой международной научно-практической конференции. Транспорт Евразии: взгляд XXI век. 18-19 октября 2000г. -Т.2., Алматы: Издательство «БАСТАУ». - 2000.-С.30-34.

2. Утепов М.У. Построения дискретных моделей плоских стержневых механизмов при упругом расчете //ВЕСТНИК Казахской Академии Транспорта и Коммуникаций.-2001.-№6 [12].-С.61-64.

3. Утепов М.У. Уравнения равновесия звена при плоскопараллельном движении //ВЕСТНИК Казахской Академии Транспорта и Коммуникаций. - 2002.-№2 [14].-С.28-33.

Bibliography

1. *Utenov M.U.* Investigations forces arising from the proper-masses units with constant and variable cross-section when the plane-parallel motion: proceedings of the first international scientific conference. Transport Eurasia look XXI century. October 18-19, 2000. – Т.2., Almaty: Publishing "Bastan". - 2000.-С.30-34.

2. *Utenov M.U.* Constructing discrete models of flat rod mechanisms in the calculation of the elastic // Herald-tion Kazakh Academy of Transport and Kommunikatsiy.-2001.-№6 [12].- С.61-64.

3. *Utenov M.U.* The equilibrium equations in the plane-link-allel movement // Bulletin of the Kazakh Academy of Transport and Communications. -2002.-№2 [14]. – С.28–33.