

## ФОРМИРОВАНИЕ ВЕКТОРНЫХ МОДЕЛЕЙ УПРУГОДЕМПФЕРНЫХ ОПОР ДВИГАТЕЛЕЙ В СРЕДЕ КДАМ

Косенок Б.Б.

Самарский национальный исследовательский университет им. акад. С.П. Королёва,  
г. Самара, Россия; borkos@yandex.ru

*Ключевые слова:* вектор, контур, модель, модули, механизм, упругость, демпфирование, опоры, двигатель, кинематика, динамика, упругий элемент, жёсткость, деформация.

Широкое распространение двигателей внутреннего сгорания (ДВС) в летательных аппаратах (ЛА) беспилотной и малой авиации, требует не только повышения эффективности энергетических установок летательных аппаратов, но улучшения вибрационных характеристик опор данных двигателей [1-3], также известны работы [4,5], исследующие вопросы теории и проектирования опор роторов ГТД.

В то же время, на этапе концептуального проектирования двигателей, желательно получать характеристики упругости и демпфирования опор, для возможности рассмотрения влияние различных вариантов двигателей на вибрационные характеристики корпуса ЛА.

В рамках этой задачи особенное внимание уделяется получению реакций в опорах двигателя, которые можно получить на базе, созданной на кафедре основ конструирования машин Самарского университета, программы «Кинематический и динамический анализ механизмов» (КДАМ) [6]. КДАМ позволяет формировать кинематический и динамический облик механизмов, в том числе и ДВС методом модульного векторного моделирования [7], моделируя механизмы стандартными векторными замкнутыми контурами - модулями, позволяющими получать однозначные решения нахождения неизвестных параметров.

В работе, были выделены этапы формирования подобной векторной модели для простейшего одноцилиндрового ДВС:

1. Создается векторная модель из двух контуров, первый описывает основной механизм двигателя внутреннего сгорания, а второй контур моделирует опоры двигателя (рис. 1,а). Параметрическая формула векторной модели приведена на рис. 1,б.

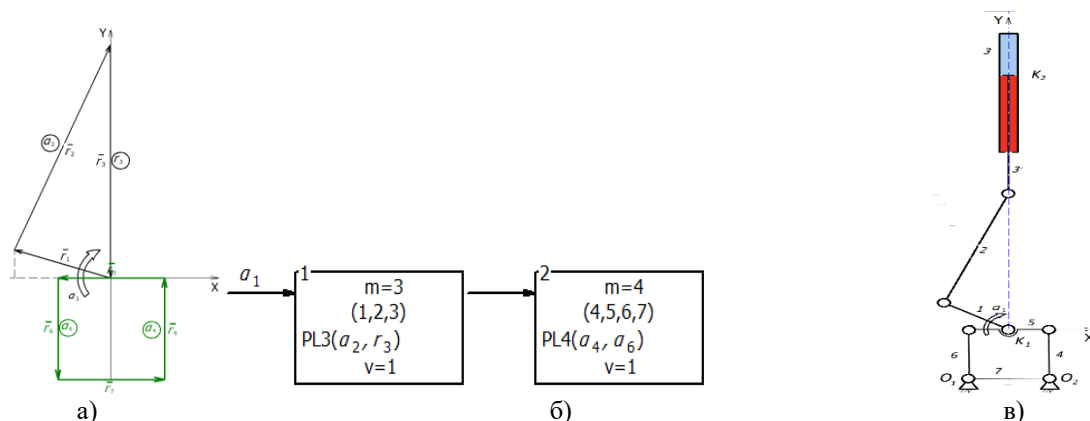


Рисунок 1 – векторная схема(а), параметрическая формула(б) и структурная схема(в) ДВС

2. Модель дополняется массовыми характеристиками и активной нагрузкой (с индикаторной диаграммы двигателя).

3. Рассчитываются реакции первого контура.

4. Реакции первого контура в точках  $K_1$  и  $K_2$  преобразуются в активные силы для второго контура (рис. 1,в).

5. Рассчитываются реакции для второго контура.

6. Принимая, что реакции в точках  $O_1$  и  $O_2$  полностью компенсируются силами упругости и демпфирования, при заданных коэффициентах жесткости и демпфирования, получим величины изменения длины пружины и скорость изменения демпфирования.

7. Максимальные полученные значения используются для формирования облика упругодемпферных опор.

Полученная методика позволяет на стадии концептуального проектирования увеличить уровень проработки и отбора оптимальных вариантов двигателя, удовлетворяющего динамическим и вибрационным характеристикам, заданным в техническом задании на изделие.

### **Список литературы**

1. Falcone P. Torque generation model for Diesel Engine [Text] / P. Falcone // 42nd IEEE Conference on Decision and Control 2003, Hawaii, USA, December 2003.
2. Guzzella L. Introduction to Modeling and Control of Internal, Combustion Engine Systems [Text] / L. Guzzella, C. Onder // Berlin; Heidelberg, Springer-Verlag, 2010. 354 p.
3. Grabovskiy A.A. Progressive thermodynamic cycle of internal combustion engine based on crank a rod the mechanism with dual kinematic communications [Text] / A.A. Grabovskiy // Bulletin SSAU, № 3 (27), Samara, 2011. PP.75-82 (in Russian).
4. Theorie and design of squeeze film damper rotor supports / A.I. Belousov, V.B. Baliakin, D.K. Novikov. Samara: Samara science centre RAC, 2002. 335 p.
5. Theorie and design of GTE rotor supports in aviation / V.B. Baliakin, E.P. Zhilnikov, V.N. Samsonov, V.V. Makarchuk. Samara: SSAU, 2007, 254 p.
6. Косенок Б.Б. Программа КДАМ (Кинематический и динамический анализ механизмов) / Б.Б. Косенок, В.П. Тукмаков // Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2010616342 по заявке № 2010614593 от 29 июля 2010 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 24 сентября 2010 г.
7. Семенов Б.П. Методы и средства динамического синтеза механизмов авиационных энергоустановок [Текст] / Б.П. Семенов, Б.Б. Косенок // Самара: Самарский научный центр РАН, 2010. 281 с.

### **Сведения об авторе**

Косенок Борис Борисович, к.т.н., доцент каф. ОКМ. Область научных интересов: теория механизмов и машин, компьютерные технологии, двигатели, математическое моделирование, динамика машин.

## **FORMATION OF VECTOR MODELS OF DAMPED RESILIENT ENGINE SUPPORTS IN THE K DAM**

Kosenok B.B.

Samara National Research University named after acad. S.P. Koroleva,  
Samara, Russia; borkos@yandex.ru

*Keywords: vector, contour, model, modules, mechanism, rocket engine, nozzle, kinematics, dynamics, flexible element, stiffness, deformation.*

The widespread use of internal combustion engines (ICE) in aircraft (LA) of unmanned and small aircraft requires an increase in the efficiency of aircraft power plants. At the same time, at the stage of conceptual design of engines, it is desirable to be able to take into account the influence of various engine options on the vibration characteristics of the aircraft body. The paper reveals the stages of formation of a vector model of the simplest single-cylinder internal combustion engine to take into account such an influence. The obtained technique allows, at the stage of conceptual design, to increase the level of study and selection of optimal engine options that meet the dynamic and vibration characteristics specified in the technical specifications for the product.