

ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ С УЧЁТОМ ТРЕНИЯ ДВУХ ВАРИАНТОВ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ ДВС

Косенок Б.Б., Балякин В.Б.

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

Ключевые слова: вектор, контур, модель, модули, кривошипно-ползунный механизм, двигатель внутреннего сгорания, динамические характеристики.

Появление новых беспилотных летательных аппаратов сопровождается поиском новых способов повышения эффективности их энергетических установок. Актуальность использования в этом качестве двигателей внутреннего сгорания (ДВС) по-прежнему высока, поэтому актуален поиск конструктивных схем ДВС [1], улучшение их характеристик [2,3].

Если на этапе концептуального проектирования использовать метод векторного моделирования механизмов [4] в совокупности с программным комплексом КДАМ [5], то уже на этом этапе значительно ускоряется процессы отбрасывания заведомо «тупиковых» схем, так и проведения оптимизации параметров перспективных схем.

Ранее авторами были проведены исследования [5-7], и при этом выработались следующие подходы к оценке предлагаемых схем ДВС по сравнению с прототипом:

1. Подбор массово-инерционных характеристик на основе статистических данных;
2. Выбирается идентичная индикаторная диаграмма (один термодинамический цикл, одинаковая степень сжатия, фазы газораспределения и т.д.);
3. Новая схема должна обладать меньшим приведённым моментом инерции;
4. Максимальная амплитуда уравнивающего момента с учётом инерционных нагрузок должна быть сравнима или меньше;
5. Полученный момент крутящий должен быть сравним, а циклический КПД больше.

Учёт трения в рамках векторного моделирования возможен в двух вариантах. Первый заключается в оценке факторов:

1. Количества кинематических пар и их типа (вращательного или поступательного). Это можно делать и после автоматического преобразования векторной модели в структурно-конструктивную схему;
2. Сравнение углов давления между звеньями.

Второй вариант, с использованием КДАМ:

1. Ввод коэффициентов трения и диаметров цапф для кинематических пар, что позволяет оценить более точно потери мощности от трения.
2. Оптимизация кинематических параметров, для получения меньших потерь на трение.

Например, в работе [7] проводились подобные исследования. На рис.1,а представлен вариант-прототип, а на рис.1,б полученная структурно-конструктивная схема. Обе схемы имеют сходные динамические характеристики, но во второй схеме за счёт применения скрещивания осей цилиндров получено снижение потерь на трение в кинематической паре поршень-шатун.

Полученные оценочные результаты позволяют на этапе концептуального проектирования отбирать схемы и параметры двигателя с менее нагруженной конструкцией, обладающего лучшими динамическими характеристиками, чем первоначальная схема, принятая в качестве прототипа ДВС.

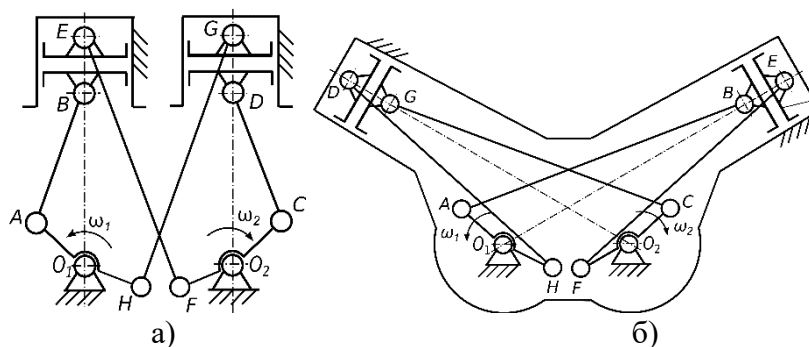


Рис. 1. Структурно-конструктивные схемы: (а) – прототипа, (б) – с учётом факторов трения

Список литературы

1. F. Wankel. Rotary Piston Machines. Filed Feb. 4, 1957, June 13, 1961, U.S. Patent 2,988,008.
2. Ding Y. Modeling of thermodynamic properties of diesel fuel and in-cylinder gas for diesel engine combustion investigation [Text] / Y. Ding, L. Xiang, J. Li, H. Cui, Y. Zhang // Energy and Fuels. 2018. V. 32. № 12. Pp. 12871-12883.
3. Yue C. Analysis of the integrated characteristics of the CPS (combined power system) of a bottoming organic [Text] / C. Yue, D. Han, W. Pu // Rankine cycle and a diesel engine. Energy, 72, 2014. Pp. 739-751.
4. 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.
5. 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.
6. Kosenok V.B. Crank-rod mechanism for an internal combustion engine [Text] / Dr. Boris V. Kosenok, Dr. Valeriy V. Balyakin // Russian Engineering Research. 2017. V. 37. № 1. Pp. 19-22.
7. Kosenok V.B. Optimization of Dynamic Characteristics of an Internal Combustion Engine with Opposing Pistons engine [Conference Paper] / V.B. Kosenok, V.B. Balyakin // 2020 International Conference on Dynamics and Vibroacoustics of Machines, DVM 2020. 2020.

Сведения об авторах:

Косенок Борис Борисович, канд. техн. наук, доцент каф. ОКМ. Область научных интересов: теория механизмов и машин, компьютерные технологии, двигатели, математическое моделирование.

Балякин Валерий Борисович, д-р техн. наук, профессор, заведующий каф. ОКМ. Область научных интересов: динамика машин, вибрация, трение и износ.

DYNAMIC CHARACTERISTICS WITH REGARD TO FRICTION TWO VARIANTS OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE DESIGN SCHEMES

B.B. Kosenok, V.B. Balyakin

Samara University, Samara, Russia; borkos@yandex.ru

Keywords: vector, contour, model, modules, slider-crank mechanism, internal combustion engine, the dynamic characteristics.

The basis of the conceptual design of the internal combustion engine is the search for new schemes and compare them with existing ones. The minimum requirements for the selection of promising schemes of internal combustion engines (ICE) were developed by the vector modeling method, taking into account friction, in order to narrow the search area.