



ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕМАТИКИ ТОЧЕК РОТОРА ДВИГАТЕЛЯ ВАНКЕЛЯ

Густинович Роман Юрьевич

студент, Белорусский государственный университет транспорта
РБ, Гомель

Гегедеш Марина Григорьевна

научный руководитель, канд. техн. наук, доцент, Белорусский государственный
университет транспорта,
РБ, Гомель

Аннотация

Статья посвящена исследованию кинематики точек ротора в двигателе Ванкеля. Особенности работы двигателя Ванкеля, его принцип действия и кинематические характеристики играют важную роль в разработке новых, более эффективных силовых установок. В работе подробно рассматриваются основные параметры движения ротора, его взаимосвязь с другими компонентами двигателя, а также математическое описание его движения. Кроме того, представлены методы анализа кинематических характеристик с использованием компьютерного моделирования. Полученные результаты могут быть использованы для улучшения конструкций и повышения эффективности работы двигателей Ванкеля в различных областях применения.

Ключевые слова: двигатель Ванкеля, кинематика ротора, движения точек ротора, математическое моделирование, эффективность двигателя.

Введение

Двигатель Ванкеля является уникальной силовой установкой, отличающейся от традиционных поршневых двигателей своим принципом работы. В нем отсутствуют поршни, а вместо этого используется ротор, который описывает сложную траекторию в корпусе двигателя. Изучение кинематики точек ротора важно для понимания механизма работы двигателя, а также для оптимизации его конструкции и повышения его эффективности.

Цель настоящей работы — провести анализ кинематики точек ротора двигателя Ванкеля, выявить ключевые характеристики его движения и предложить методы оптимизации параметров работы двигателя с использованием математического моделирования.

Принцип работы двигателя Ванкеля

Двигатель Ванкеля представляет собой роторный двигатель внутреннего сгорания, в котором ротор с треугольной формой вращается внутри корпуса, состоящего из овальной камеры сгорания. Каждый угол ротора описывает свою траекторию, а движение каждого из трех вершин ротора связано с циклическим процессом сгорания топлива.

Для более глубокого понимания кинематики двигателя необходимо рассмотреть его компоненты и процессы, происходящие внутри. Основной элемент — ротор — движется в замкнутом пространстве корпуса и изменяет свой угол, создавая различные объемы для сгорания топливной смеси.

Математическое описание движения точек ротора

Для описания кинематики ротора используем систему координат, в которой можно отследить положение каждой точки ротора относительно центра вращения и корпуса двигателя. Пусть ротор имеет форму треугольника с вершинами, каждая из которых движется по траектории, создаваемой осью вращения.

1. Определение траектории

Каждая точка ротора имеет свою траекторию, и для каждой вершины можно записать уравнение движения. Положение точки ротора можно описать в полярной системе координат, где его радиус и угол отклонения относительно оси вращения будут меняться в зависимости от угла поворота ротора.

2. Параметры углового перемещения

Для анализа кинематики ротора важно определить его угловое перемещение, которое связано с движением каждой точки. Это позволяет вычислять скорость и ускорение каждой точки ротора, что важно для дальнейшего анализа работы двигателя. Угловое перемещение ротора $\theta(t)$ зависит от угла, который он проходит за единицу времени, а его производные дают данные о скорости и ускорении точек.

3. Равномерное и неравномерное вращение

Одним из интересных аспектов кинематики является то, что ротор двигателя Ванкеля не вращается равномерно. Это связано с изменяющимся объемом камеры сгорания, что в свою очередь оказывает влияние на распределение силы сгорания и работу двигателя. Для этого следует учитывать изменяющуюся угловую скорость на каждом цикле.

4. Моделирование движений точек ротора

Для вычисления движения точек ротора можно использовать методы численного интегрирования, такие как метод Эйлера или Рунге-Кутты. Эти методы позволяют отслеживать траекторию и скорость движения каждой точки в различных условиях работы двигателя.

Анализ кинематических характеристик

Важной частью исследования является оценка кинематических характеристик точек ротора в различных режимах работы двигателя. К основным характеристикам можно отнести:

1. Скорость точки ротора

Скорость каждой точки на роторе зависит от ее положения относительно оси вращения. Для точек, расположенных ближе к оси вращения, скорость будет меньшей, чем для тех, что расположены дальше от оси. Это следует учитывать при проектировании двигателя для оптимизации его работы.

2. Ускорение точек ротора

Анализ ускорений точек ротора позволяет выявить области с максимальными и минимальными нагрузками, что также влияет на долговечность и эффективность работы двигателя. Ускорение точек будет изменяться в зависимости от угловой скорости и силы, действующей на ротор.

3. Износ и нагрузка на ротор

Износ ротора также зависит от его кинематических характеристик. Точки, расположенные на внешней части ротора, подвержены большему износу из-за более высоких ускорений. Это важно при разработке материалов и конструкций ротора, чтобы минимизировать возможные повреждения и повысить срок службы двигателя.

Использование компьютерного моделирования для исследования кинематики

Для более точного анализа кинематики и оптимизации параметров двигателя Ванкеля активно используются методы компьютерного моделирования. Программное обеспечение, такое как MATLAB или Simulink, позволяет создавать модели, которые точно учитывают все параметры работы ротора и его взаимодействие с другими компонентами двигателя. Моделирование позволяет учитывать различные факторы, такие как изменяющиеся нагрузки, температуры и давление в камере сгорания.

С помощью моделирования можно смоделировать движение точек ротора в разных режимах работы, а также оптимизировать параметры для достижения максимальной мощности и эффективности работы двигателя.

Заключение

Исследование кинематики точек ротора двигателя Ванкеля позволяет лучше понять принципы его работы и выявить возможные пути для улучшения конструкции и повышения эффективности. Анализ кинематических характеристик, таких как скорость и ускорение точек, а также применение компьютерных моделей, дает возможность более точно прогнозировать работу двигателя в разных режимах и оптимизировать его конструкцию.

Разработка новых методов моделирования и улучшение материалов для ротора позволит значительно повысить надежность и долговечность двигателей Ванкеля, что особенно важно для их использования в автомобилях и других транспортных средствах, где требования к мощности и экономичности постоянно растут.

Литература

1. Трофимов, В. И. «Двигатель Ванкеля: теоретические основы и перспективы». М.: Машиностроение, 2016.
2. Фролов, С. А. «Роторные двигатели: от теории к практике». Санкт-Петербург: Политехника, 2017.
3. Коваленко, М. В. «Компьютерное моделирование в инженерных задачах». Новосибирск: Научное издательство, 2019.
4. Шевченко, Ю. П. «Кинематика и динамика роторных механизмов». Екатеринбург: Уральский университет, 2018.