

УДК 621.01

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЕКТОРНОЙ МОДЕЛИ ОСНОВНОГО МЕХАНИЗМА ОРБИТАЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

© 2007 Б.Б. Косенок

Самарский государственный аэрокосмический университет

Рассмотрена история создания орбитального двигателя, проведен сравнительный анализ кинематики орбитального двигателя и кривошипно-ползунного механизма “классического” двигателя внутреннего сгорания. Исследование дает основание говорить о некоторых кинематических преимуществах орбитального двигателя, таких как плоскопараллельное перемещение основного рабочего звена, в разы меньшие общие габариты механизма, при соразмерных ходах, скоростях и ускорениях основного звена, то же время, отмечены недостатки механизма орбитального двигателя – нагрузки на разделительные пластины, усложнение кинематики движения пластин, необходимость дополнительных кинематических развязок, неэффективное плечо при максимальной нагрузке в рабочей камере, контакт одной пластины с двумя плоскостями требующий компенсации зазоров.

Орбитальный двигатель – двигатель с однонаправленным плоскопараллельным перемещением в корпусе орбитона (поршня).

Попытки создания орбитальных двигателей предпринимались давно, однако, результативность их была относительно мала и по этой причине информация в научно-технической литературе, а следовательно и привлечение интереса специалистов к решению проблемы его создания может быть признана ограниченной.

Основную кинематическую идею создания орбитального двигателя можно сформулировать следующим образом:

“Пусть рабочее тело при перемещении в корпусе контактирует с последним по плоскостям”.

В 1973 году на конкурсе изобретателей в Австралии первое место занял проект двигателя 33-х летнего Ральфа Сарича (R. Sarich). Правительство Австралии выделило многомиллионную сумму на доводку этого двигателя. Была организована фирма *Orbital Engine Company*.

Рабочее звено своего двигателя, совершающее плоскопараллельное перемещение, автор назвал орбитоном, а сам двигатель – орбитальным.

Многолетняя работа по созданию орбитального двигателя не принесла ожидаемых результатов. В 1986 году работы по доводке были прекращены, несмотря на обнадеживающие результаты испытаний на малых обо-

ротах опытного образца. Можно предположить, что работоспособность этого двигателя на высокооборотном режиме ограничивало наличие высокого уровня динамических нагрузок пластин на орбитон.

В настоящее время фирма, созданная Р. Саричем, широко внедряет во всем мире оригинальные системы впрыска топлива ОСР (*Orbital Combustion Process*).

Парадокс орбитального двигателя – автор не сумел получить от своего изобретения ожидаемых технических результатов на организованной для этого фирме *Orbital Engine Company*, однако “сильная” кинематическая идея – замена линейного контакта с корпусом ротора РПД на плоскостной контакт пластин орбитального двигателя – живёт независимо от наиболее известного её автора. Множество изобретателей во всем мире предлагают интересные варианты орбитальных двигателей. Только в России известно несколько конструкций, развивающих предложенную Р. Саричем схему орбитального двигателя.

Кинематическая схема двигателя Р. Сарича (рис. 1) обеспечивает циклическое изменение объёмов рабочих камер, образованных орбитоном 1, корпусом 2, пластинами 3 и торцевыми крышками, не показанными на схеме.

Основная задача кинематического анализа этого двигателя – определение движения пластин 3 относительно сопряжённых поверхностей орбитона 1 и направляющих корпуса 2. Для решения этой задачи достаточно

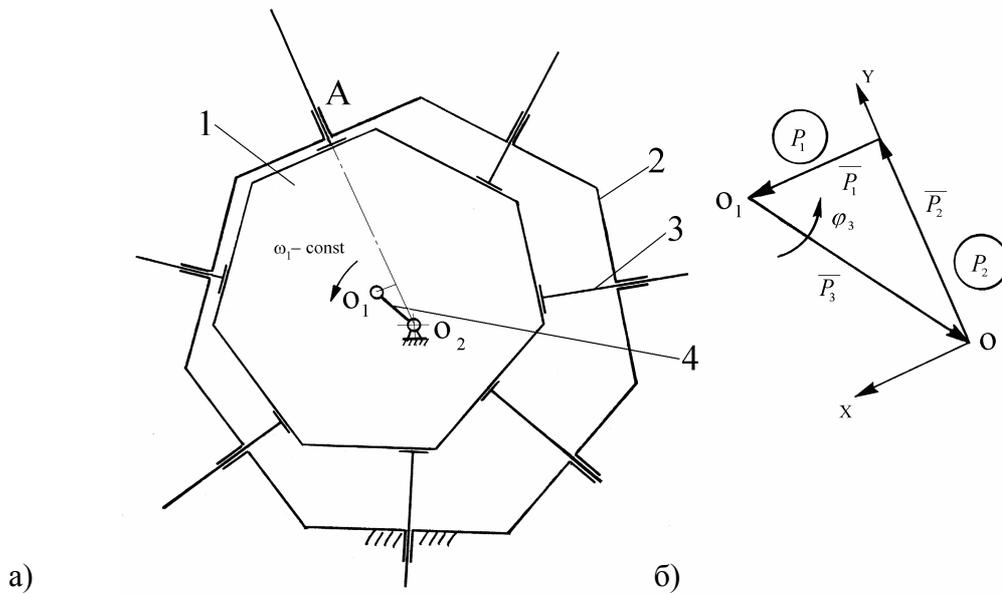


Рис. 1. Кинематическая схема двигателя Р. Сарича

исследовать контур, образованный проекцией кривошипа O_2O_1 на линию перемещения одной из пластин 3.

Контур звеньев O_1BO_2 отображаем векторным контуром $\bar{p}_1 - \bar{p}_2 - \bar{p}_3$ с функциями p_1 и p_2 , соответствующим векторному модулю Пл2 с аргументом j_3 (рис. 1б).

Параметрическая формула векторной модели, описывающей основной механизм орбитального двигателя приведена на рис. 2.

Следует также отметить, что приведённая на рис. 1а кинематическая схема является упрощённой, неполной. Оригинальный двигатель Р. Сарича имел сложную кинематическую связь пластины 3 с орбитоном 1 и дополнительные кривошипы, синхронизированные с центральным кривошипом O_2O_1 (рис. 3), для компенсации перемещения пластин относительно орбитона и обеспечения его плоскопараллельного движения.

До 1973 года подобные принципиальные схемы ДВС предлагались и другими авторами, но несомненная заслуга Р. Сарича состоит в создании удачного макета, принципиально работоспособного образца и широкая рек-

ламная компания по пропаганде двигателей данного типа.

Для проведения кинематического анализа используем программу КДАМ (кинематический и динамический анализ механизмов), созданную автором в содружестве с преподавателями кафедры основ конструирования машин СГАУ Семеновым Б.П. и Тукмаковым В.П. на основе метода векторных модульных моделей, который дает возможность анализа известных и композиции новых механизмов.

Для кинематического анализа в программе КДАМ рассчитаем значения перемещений, линейных и угловых скоростей и ускорений любых звеньев или отдельных точек механизма.

На рис. 4 приведен общий вид программы КДАМ с построенной векторной моделью орбитального двигателя и на рис. 5 увеличенный фрагмент с векторной моделью.

На рис. 6 приведены графики перемеще-

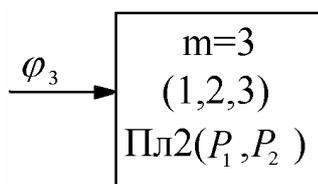


Рис. 2. Параметрическая формула векторной модели

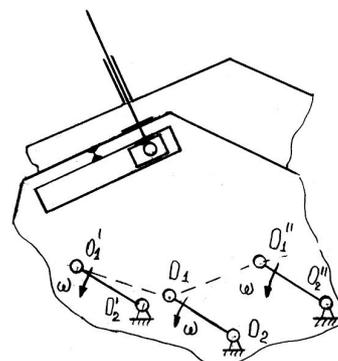


Рис. 3. Оригинальный двигатель Р. Сарича

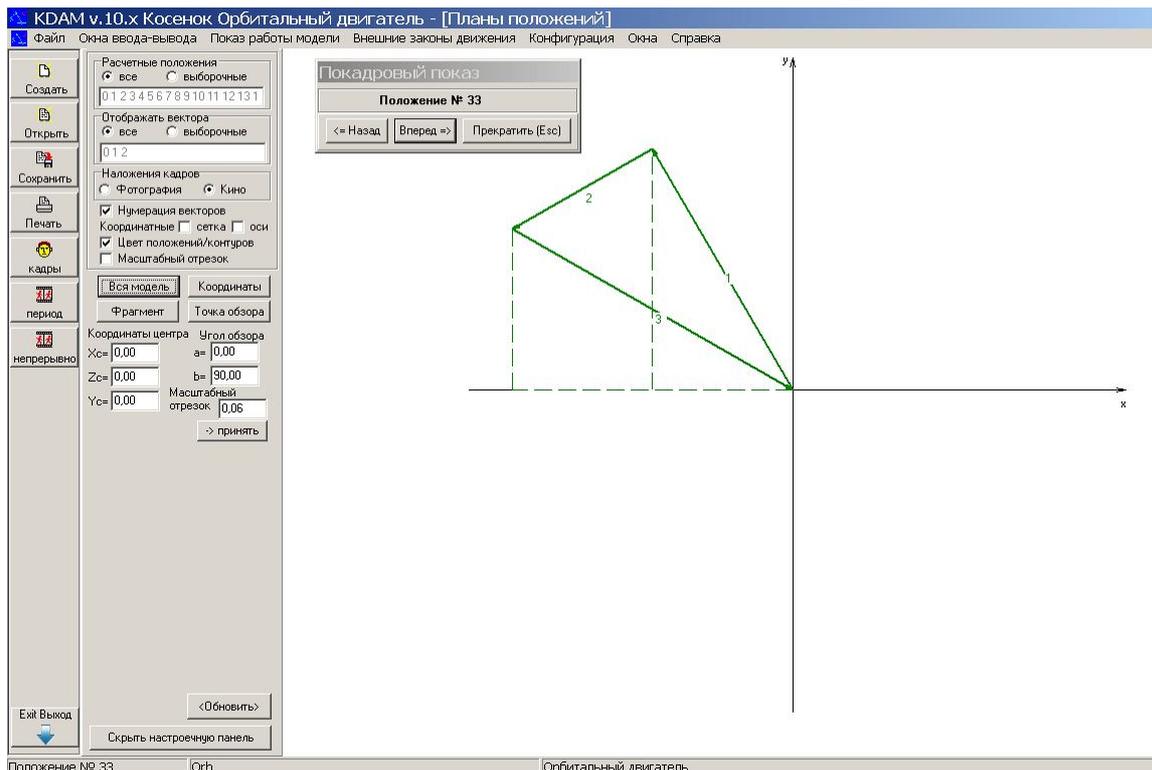


Рис.4. Общий вид программы КДАМ

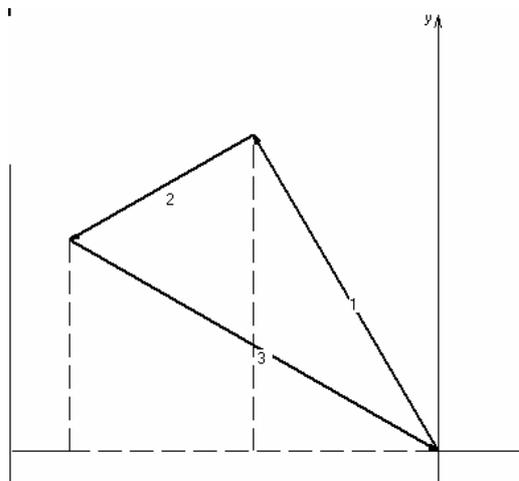


Рис. 5. Увеличенный фрагмент с векторной моделью

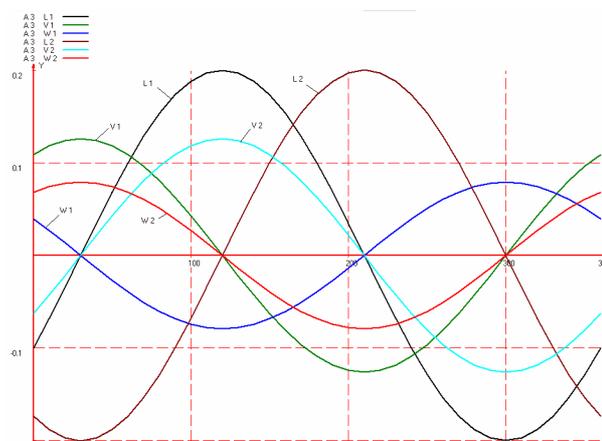


Рис. 6. Графики перемещения, скоростей и ускорений векторов

ния (S), скоростей (V) и ускорений (W) векторов 1 и 2 описывающих движение орбитона 1 (рис. 1а и б)

Рассматривая данные графики по отдельности для вектора 1 (на рис. 7) и для вектора 2 (на рис. 8) видим, что, во-первых, полезное перемещение орбитона, описываемое вектором 1 приводит к соразмерным скоростям и ускорениям от перемещений “паразитных”, описываемых вектора 2.

Сравним полученные данные с кинематическими параметрами кривошипно-ползунного механизма типового «классического»

ДВС, обеспечивающий такой же ход как поршня, как и перемещения орбитона в орбитальном двигателе. На рис. 9 приведена векторная модель, описывающая кривошипно-ползунный механизм.

На рис. 10 приведены графики перемещения (S), скоростей (V) и ускорений (W) изменения линейного параметра (длины) вектора 3 описывающего движение поршня обычного ДВС.

Сравнивая полученные модели, видим, что орбитальный двигатель обеспечивает такой же ход, что кривошипно-ползунных ме-

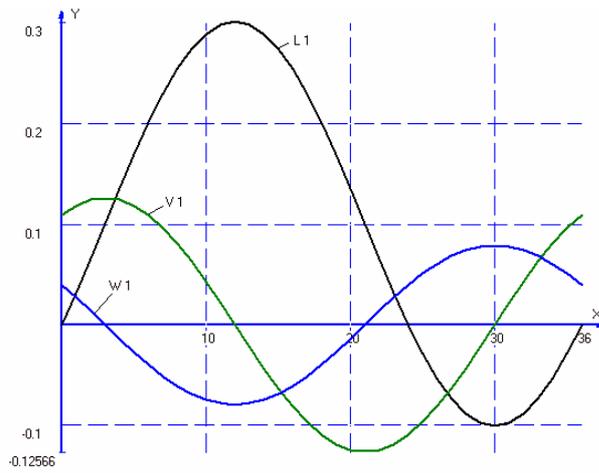


Рис. 7. Графики для вектора 1

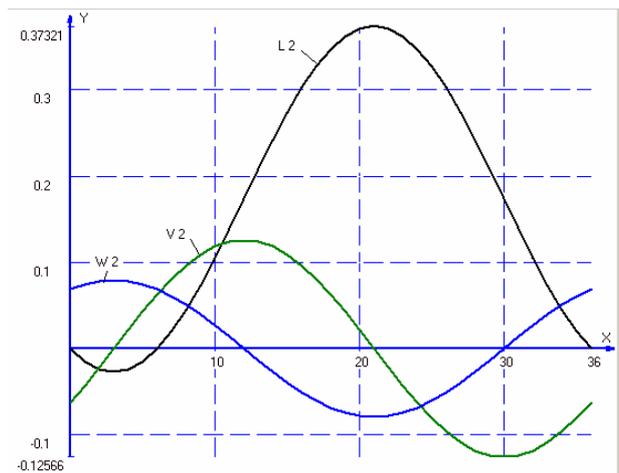


Рис. 8. Графики для вектора 2

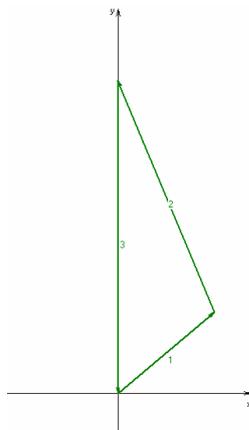


Рис. 9. Векторная модель, описывающая кривошипно-ползунный механизм.

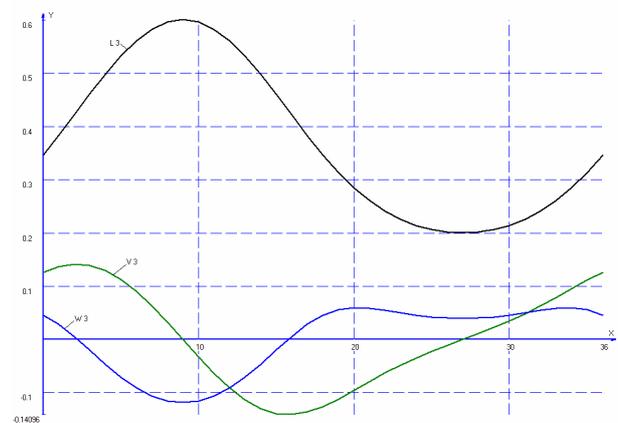


Рис. 10. Графики перемещения (S), скоростей (V) и ускорений (W) изменения линейного параметра (длины) вектора 3

ханизм, при меньших в четыре раза габаритах. Скорости и ускорения получаемые в обоих механизмах при различии кривых, в абсолютных значениях соразмерны.

И все же орбитальный двигатель, как и кривошипно-ползунный механизм классического ДВС имеет принципиальные недостатки:

1. Положение соответствующее максимальной нагрузки на поршень(орбитон) имеет нулевое эффективное плечо, а это значит что, данный механизмы не обеспечивают максимально возможный крутящий момент.

2. Нагрузка на пластины 3 (рис. 1) существенно ограничивает работоспособность и ресурс двигателя.

3. Кроме того, следует отметить еще одно "узкое" место машин объемного вытеснения с плоскостным контактом пластин с корпусом. При контакте одной пластины с двумя плоскостями необходима компенсация зазоров, возникающих при трении в этих контактах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семёнов Б.П., Тихонов А.Н., Косенок Б.Б. Модульное моделирование механизмов. Самара: СГАУ, 1996.
2. Семёнов Б.П., Косенок Б.Б. Композиция механизмов механизации крыла летательного аппарата / Известия вузов. М.: Высшая школа, 1997.
3. Семенов Б.П., Тукмаков В.П., Косенок Б.Б., Суслин А.В. Исследование двигателя внутреннего сгорания на установившемся режиме // Сб. докл. научно-техн. конф., посв. памяти ген. кон. Н.Д. Кузнецова. Часть 1. Самара: СГАУ, 2001.
4. Семенов Б.П. Кинематика двигателей внутреннего сгорания и трансмиссий. Курс лекций. 2-е изд. Самара: СГАУ, 2003.
5. Семенов Б.П. Модульное моделирование механизмов ДВС // Сб. тезисов МНПК "Автомобиль и техносфера" icats 2005 /

Казань: КГТУ, 2005.

6. Семёнов Б.П., Каргин Н.Т., Осипов М.Н.

Развитие модульных моделей механизмов

ДВС // Сб. Трудов третьей МНПК “Автомобиль и техносфера” icats 2003. / Казань: КГТУ, 2003.

KINEMATIC ANALYSIS OF RANDOMSCAN MODEL OF THE MAIN DODGE OF THE ORBITAL MOTOR ENGINE

© 2007 B.B. Kosenok

Samara State Aerospace University

The small specification statement of creation of the orbital motor engine, and also, comparative analysis of kinematics of the orbital motor engine and “classic” internal combustion engine. The given analysis gives a basis to speak about relative kinematic advantages of the orbital motor engine, such, as parallel plate move of the basic operating link, communal overall dimensions of the dodge, at identical arguments of kinematics. Deficiencies of the orbital motor engine - offloading on laminas, complicating of kinematics of movement of laminas, necessity in padding kinematic configurations, unefficient arm peak load conditions in building bag, necessity of compensation of abrasion and gaps of a lamina bisymmetric.