

Динамическая модель привода двигателя Стирлинга типа качающаяся шайба

И.А.Турсунбаев, М.И.Носиров

Возобновляемые источники энергии и гелиоматериаловедение, их прикладные аспекты.
Физико-технический институт НПО "Физика-Солнце", Академии наук Республики Узбекистан, тел:
(99871)235-76-17, E-mail: nosirov83@mail.ru

В последние годы возрастает научно-практический интерес к двигателям с нетрадиционными конструктивными схемами. К их числу относятся двигатели: с бесшатунным силовым механизмом, с косой или качающейся шайбой и т.д.

Одной из схем для создания ряда перспективных конструкций является схема двигателей барабанного типа. В этом случае становятся необходимыми разработки методик динамических и прочностных расчетов таких двигателей, в том числе обоснование адекватных динамических моделей их пространственных механизмов и деталей [1].

Основное отличие ДБТ от других конструктивных схем двигателей заключается в том, что он содержит пространственный приводной механизм, одно из звеньев которого – качающаяся шайба – совершает сферическое движение. В ранее опубликованных работах качающаяся шайба ДБТ уподоблялась тяжелой круглой пластине, расположенной под центром масс механизма [3]. Такое представление модели механизма условно, а адекватность последней требует доказательств. Кроме того, возможности такой модели при выполнении различных динамических расчетов ограничены. Известны и многомассовые дискретные модели качающихся шайб, составленные на основе метода замещающих точек для некоторых частных случаев геометрии последних. Ниже рассматривается задача разработки динамической модели качающейся шайбы механизма ДБТ в общем случае.

Рассмотрим сферический приводной механизм n -цилиндрового ДБТ, в котором качающаяся шайба аппроксимируется массами m_B, m_0 (рис. 1). Последние располагаются в точках B сочленения с шайбой шатунов, центре масс шайбы и неподвижной точке O сочленения шайбы и коленчатого вала. При этом условия метода замещающих точек примут вид:

$$\left. \begin{aligned} m_0 + nm_B &= M_S \\ nm_B \zeta_i &= 0 \\ nm_B R^2 &= I_{\xi\xi} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Здесь M_S масса шайбы; $I_{\zeta\zeta}, I_{\xi\xi} = I_{\eta\eta}$ – моменты инерции шайбы относительно осей системы координат, жестко связанной с шайбой; R – радиус окружности на которой располагаются точки сочленения шатунов с шайбой.

Формальное решение системы (1) дает:

$$\left. \begin{aligned} m_B &= I_{\xi\xi} / nR^2 \\ m_O &= M_S - m_B n \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

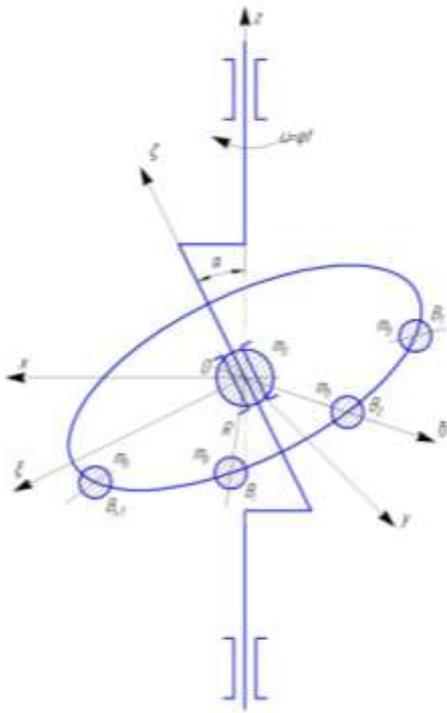


Рис 1. Схема качающейся шайбы ДБТ и ее первоначальная дискретная модель

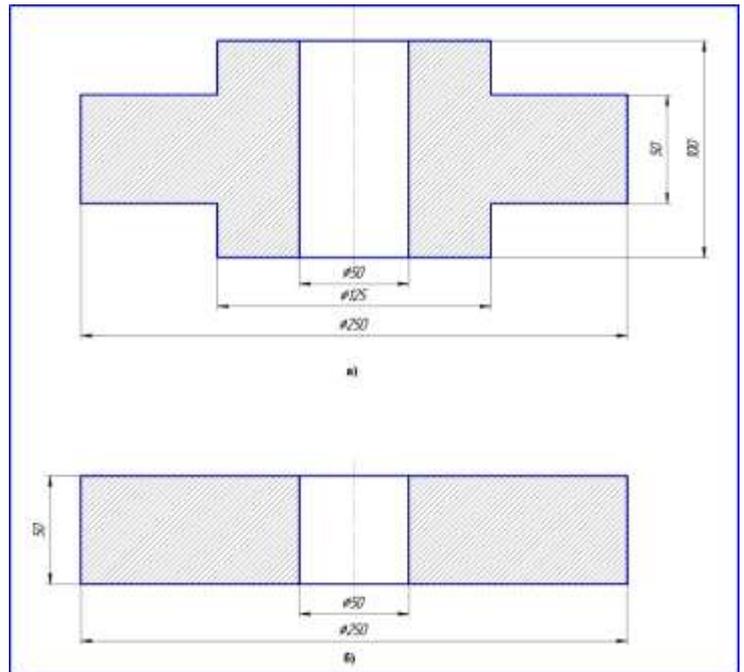


Рис 2. К решению численного примера:
а), Широкий форма б) узкий форма

Расчеты показывают, что при малых значениях координаты центра масс шайбы, характерных для реализованных конструкций ДБТ, величина центробежных моментов инерции шайбы, возникающих при рассматриваемых конечных вращениях последней, в 15-20 раз меньше осевых моментов инерции, вследствие чего при расчётах ими можно пренебречь.

Литература

1. Турсунбаев И.А., Орунов Б.Б., Семянников А.И., Орда Е.П. Исследования и разработки двигателей Стирлинга в Узбекистане. Материалы международной конференции, посвященной 70-летию Физико-технического института. Ташкент 2013 г., с. 290-293.
2. Яманин А. И., Жаров А.В. Динамика поршневых двигателей. М.: Машиностроение. 2003.
3. Динамическая модель качающейся шайбы барабанного двигателя/А. И. Яманин.- Двигателестроение, 1988, №4, с. 40-45.