

Математическое описание движения элементов гидробионического движителя плавникового типа

УДК 551.46:629.12

Авторы: Блинцов В.С., д.т.н., проф., Ольшевский С.И., к.т.н., Бойко Ю.В., Симзиков А.В.
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, г. Николаев, Украина

Гидробионический движитель плавникового типа позволяет обеспечить подвижному объекту как тягу так и манёвренность с помощью одного движителя [1-3].

Схематическое изображение взаимного размещения элементов движителя представлено на рисунке 1.

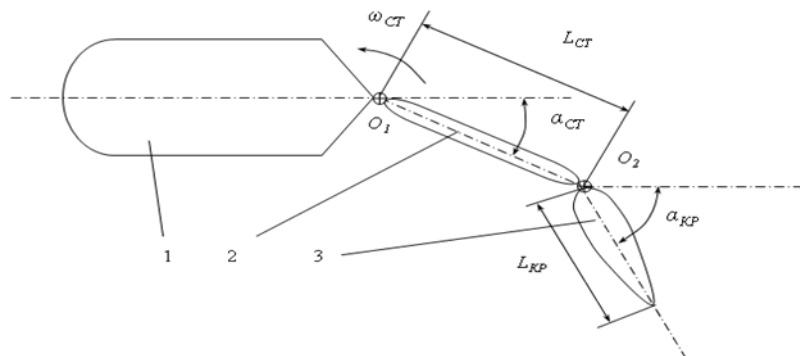


Рис. 1. Элементы плавникового движителя.

Упрощенно конструкцию можно считать состоящей из трех основных элементов – корпуса ПА (1), стержня движителя (2) длиной L_{CT} и плавника (3) с хордой L_{KP} . Вся система имеет два сочленения O_1 и O_2 [4,5].

Конструктивно привод движителя состоит из двух узлов преобразования движения – из вращательного в колебательное и из колебательного в поворот стержня и перекидку плавника. Первый узел состоит из кривошипа R_1 , кулисы R_2 и соединяющей их тяги L_1 . Кривошип R_1 приводится во вращение моторредуктором, передает движение через тягу L_1 на кулису R_2 . Геометрические размеры кривошипа и коромысла выбраны таким образом, чтобы вращательное движение преобразовывалось в колебательное. Нижняя часть модели обеспечивает преобразование одного колебательного в два – поворот стержня и перекидку плавника в крайних позициях стержня. На рисунках 2 и 3 приведены кинематические схемы, соответствующие верхней и нижней частям модели соответственно. На рисунке 3 показано положение стержня и плавника движителя в двух крайних положениях. При постоянной частоте вращения кривошипа движение плавника не будет ни симметричным ни равномерным. Это обусловлено нелинейностями, вносимыми механизмом привода движителя.

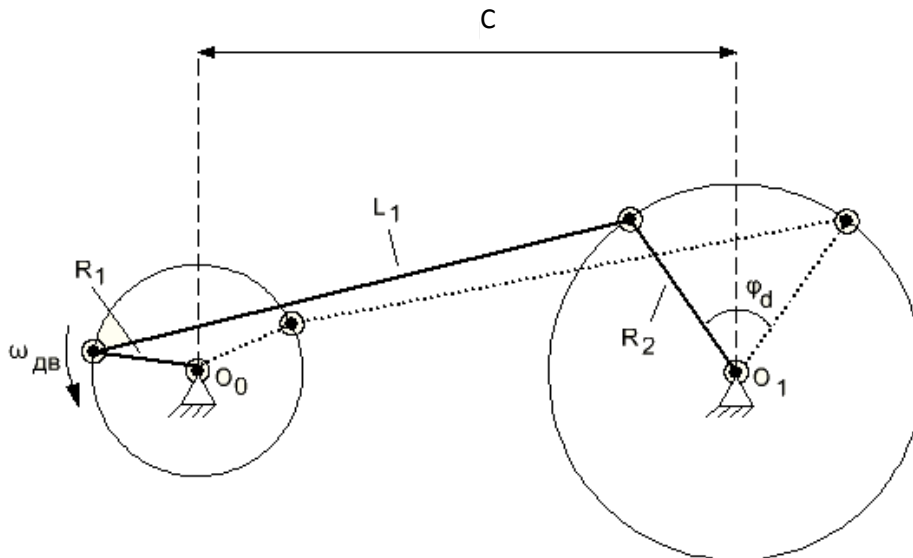


Рис. 2. Кинематическая схема верхней части модели

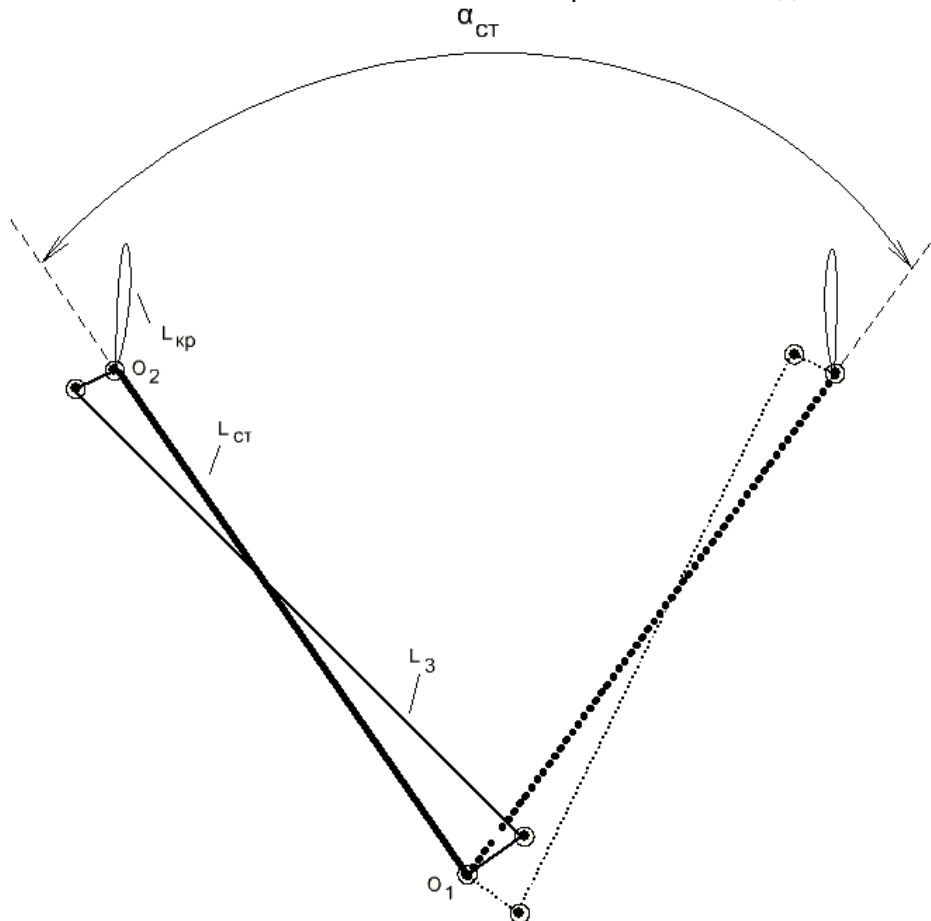


Рис. 3. Кинематическая схема нижней части модели

Был проведен математический анализ системы с целью получения зависимости угла поворота кулисы R_2 от мгновенного положения кривошипа R_1 . Для этого верхняя часть кинематической схемы представим в виде системы векторов и решены векторные уравнения. Определены характерные положения элементов движителя. Контроль параметров движителя в этих положениях позволит обеспечить реализацию необходимого закона управления.

Было выполнено математическое описание движения элементов движителя и получены зависимости углов поворота (в радианах) кулисы и стебля от времени – рисунки 4 и 5 соответственно.

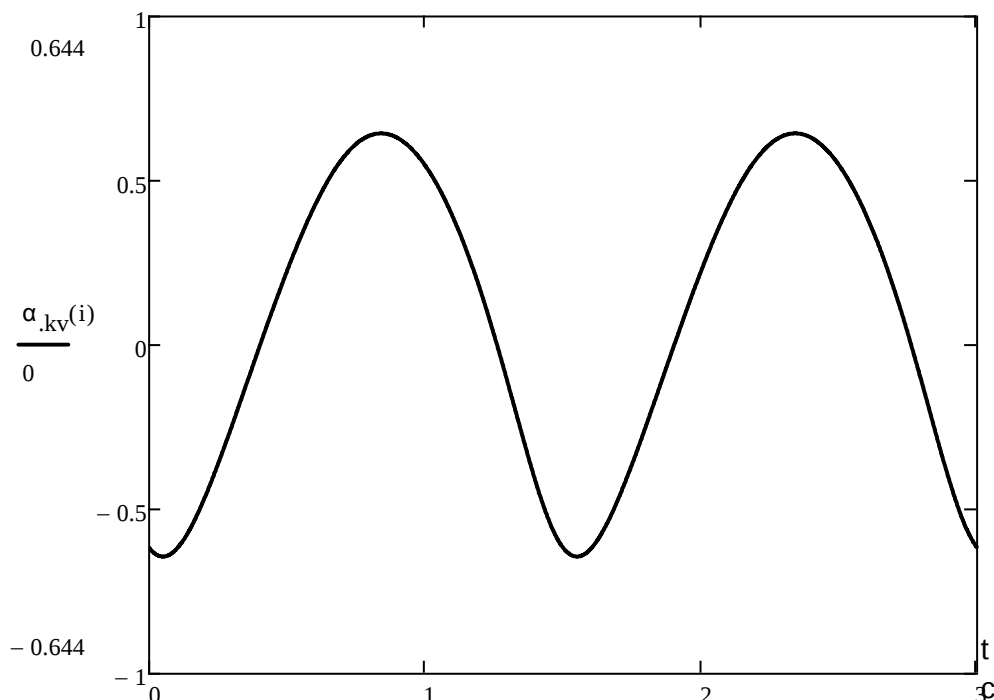


Рис. 4. Зависимость угла поворота $\alpha R2$ от времени

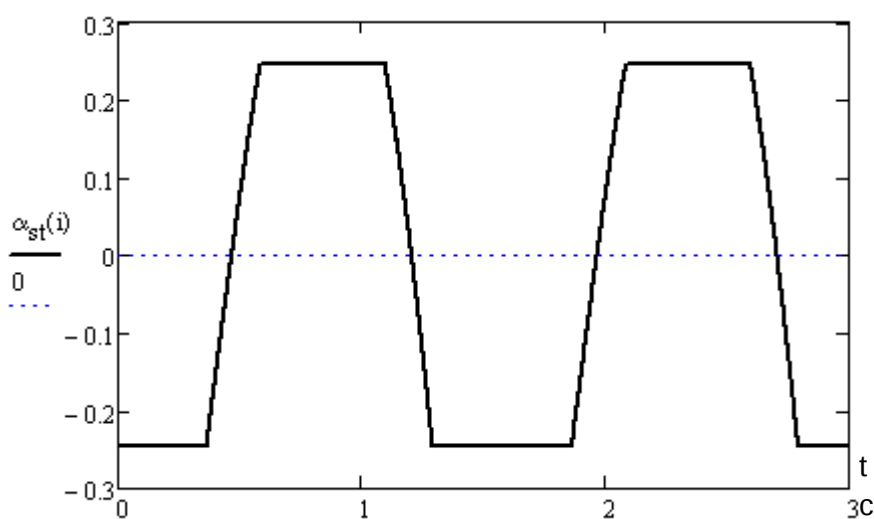


Рис. 5. Зависимость угла поворота стебля от времени

Литература: 1. K. A. Harper, M. D. Berkemeier and S. Grace. Modeling the dynamics of spring-driven oscillating-foil propulsion. IEEE Journal of Oceanic Engineering, 23(3):285–296, 1998. 2. S. D. Kelly, R. J. Mason, C. T. Anhalt, R. M. Murray, J. W. Burdick. Modeling and experimental investigation of carangiform locomotion for control. In Proceedings of the American Control Conference, pages 1271–1276, June 1998. 3. S. D. Kelly and R. M. Murray. Modelling efficient pisciform swimming for control. International Journal of Robust and Nonlinear Control, 10:217–241, 2000. 4. Hirata K. Development of Experimental Fish Robot. Proceeding of the 6th International Symposium on Marine Engineering. Volume 2, p. 711-714. Tokyo, Japan, 2000. 5. Блинцов В.С., Ольшевский С.И. Моделирование движения необитаемого подводного аппарата // 36. наук. пр. УДМТУ. – Миколаїв: УДМТУ, 1998. – № 12. – С. 109-118.