

Моделирование движения клиновидного виброробота в вязкой жидкости при гармонических осцилляциях внутренней массы

Юнусова Альбина Иноятовна¹, Нуриев Артём Наилевич²

1 - Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия; 2 - Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

E-mail: yunusova24@rambler.ru

Вибрационный принцип движения тел вызывает интерес у инженеров уже многие годы. Описания многочисленных устройств с вибрационным движителем появлялись в технической литературе еще с первой половины 20 века. В настоящее время вибрационное движение – это динамично развивающийся раздел прикладной механики и робототехники (см. работы [1-3]).

В данной работе исследуется поступательное движение двухмассовой механической системы в вязкой несжимаемой жидкости. Система состоит из замкнутого клиновидного корпуса, помещенного в жидкость, и подвижной внутренней массы, совершающей гармонические колебания внутри корпуса. Колебания внутренней массы приводят всю систему в движение. Несимметричная форма корпуса вызывает различную реакцию внешней среды на разных фазах движения (в прямом и обратном направлении), обеспечивая поступательное направленное перемещение системы в жидкости. Описанная механическая система моделирует виброробот – мобильное устройство способное перемещаться в жидкости без подвижных внешних частей. Задача взаимодействия робота с вязкой жидкостью решается с помощью прямого численного моделирования. Исследования проводятся в диапазоне низких чисел Рейнольдса, где применима гипотеза о плоском ламинарном течении. Вычислительная схема конструируется на базе открытого пакета OpenFOAM [4].

Результаты работы показывают, что взаимодействие жидкости с корпусом имеет комплексный характер, связанный в первую очередь с переключением между режимами течения жидкости. Структура течения создаваемая движением робота кардинальным образом влияет на характеристики движения, в том числе определяет направление перемещения системы. Это приводит к появлению существенно различных режимов движения робота при одинаковых параметрах колебания внутренней массы.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 14-01-31230.

Источники и литература

- 1) Черноушко Ф.Л. Оптимальные периодические движения двухмассовой системы в сопротивляющейся среде // ПММ. 2008. Т. 72. Вып. 2. С. 202–215.
- 2) Егоров А.Г., Захарова О.С. Оптимальное по энергетическим затратам движение виброробота в среде с сопротивлением // ПММ. 2010. Т. 74. Вып. 4. С. 620–632.
- 3) Болотник Н.Н., Фигурин Т.Ю., Черноушко Ф.Л. Оптимальное управление прямолинейным движением системы двух тел в сопротивляющейся среде // ПММ. 2012. Т. 76. Вып. 1. С. 3–22.
- 4) Нуриев А.Н., Зайцева О.Н. Решение задачи об осциллирующем движении цилиндра в вязкой жидкости в пакете OpenFOAM. // Вестн. Каз. технологического ун-та. 2013. Том 8. С. 116–123.