

Гидродинамика пропульсивного движения цилиндрического виброробота

Научный руководитель – Нуриев Артем Наильевич

Анисимов Вадим Дмитриевич

Аспирант

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского, Казань, Россия

E-mail: anvad96@bk.ru

В последние десятилетия возрос интерес к разработке колебательных движителей для микро-устройств. Их перемещение происходит за счет движения внутренних масс, управляя которым можно обеспечить движение в заданном направлении с регулируемой скоростью. Впервые вопрос об оптимальном движении системы посредством перемещения внутренней массы (ВМ) был поставлен Ф.Л. Черноусько [1,2], рассмотревшим прямолинейное движение виброробота (ВР) по горизонтальной плоскости.

В данной работе исследуется движение цилиндрического ВР, совершающего малоамплитудные $\phi \ll 1$ гармонические колебания ВМ (Рис.1) в вязкой несжимаемой жидкости. При описании течения используется нестационарное уравнение Навье-Стокса в терминах завихренности w и функции тока ψ . С применением метода асимптотических разложений строится аналитическое решение задачи в первых двух членах: $\psi = \psi^{(0)} + \gamma\psi^{(1)} + \dots$, $w = w^{(0)} + \gamma w^{(1)} + \dots$, где γ – отношение ВМ к массе ВР.

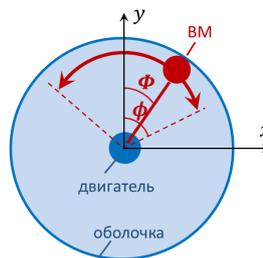


Рис.1: Схема ВР. Синим изображен корпус, красным – ВМ. Маятник, на конце которого размещена ВМ гармонически колеблется относительно оси y с размахом колебаний 2ϕ .

Для крейсерского движения найдена зависимость средней скорости от безразмерных параметров колебаний. Получены аналитические формулы для курсовой скорости ВР и силовые характеристики по формулам [3]. Определена эффективность движения ВР через отношение диссипации энергии при движении с постоянной скоростью к диссипации за счет поступательно-вращательных колебаний. Получены параметры ВР, позволяющие достигать наибольшей эффективности движения.

Источники и литература

- 1) Ф. Л. Черноусько // О движении тела, содержащего подвижную внутреннюю массу, Доклады Академии наук, 405:1 2005. 56-60.
- 2) Ф. Л. Черноусько // Анализ и оптимизация движения тела, управляемого посредством подвижной внутренней массы, Прикладная математика и механика, 70:6 2006. 915-941.

- 3) A. N. Nuriev, A. G. Egorov//Asymptotic theory of a flapping wing of a circular cross-section, Journal of Fluid Mechanics, 941, 2022.