

**Аналитико-численное решение задачи о колебаниях цилиндрических тел в вязкой несжимаемой жидкости**

**Научный руководитель – Нуриев Артем Наилевич**

***Богданович Елена Евгеньевна***

*Студент (магистр)*

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

*E-mail: le-na-2001@yandex.ru*

Первые результаты по изучению взаимодействия колеблющихся тел с жидкостью были получены Стоксом еще в 19 веке [1]. Исследования в этой области не теряют актуальности и в настоящее время и развиваются в рамках множества новых прикладных областей, таких как силовая микроскопия, альтернативная энергетика, разработка биомиметических движителей [2] и др. Решение задачи о колебании цилиндрического тела с помощью прямого численного моделирования требует существенных вычислительных и временных ресурсов, поэтому в этой области значительное развитие получили асимптотические методы исследования. В настоящее время эти методы хорошо развиты для случая круглого цилиндра. При переходе к некруглой форме сечения возможности аналитического решения в рамках асимптотического подхода становятся весьма ограниченными.

Целью настоящей работы является исследование гидродинамического взаимодействия тела с жидкостью путем комбинирования методов формального асимптотического разложения и численного моделирования. Исследуется два варианта колебательного движения цилиндрических тел в жидкости: поступательные и поступательно-вращательные. Соответствующие задачи решаются в подвижной системе координат с помощью метода формальных асимптотических разложений, где в качестве малого параметра используется  $k$  - безразмерная амплитуда колебаний. Решение подзадач в каждом асимптотическом приближении проводится численно.

В рамках настоящего исследования были рассмотрены колебания цилиндрических тел с разной формой сечения: круглой, эллиптической (с разным соотношением полуосей) и в виде профиля Жуковского. Апробация используемого аналитико-численного метода проводилась на базе задачи о поступательных колебаниях круглого цилиндра, результаты сравнивались с известным аналитическим решением [1,2]. Для всех рассматриваемых тел были вычислены гидродинамические силы, действующие на них при поступательных колебаниях, а также построены картины вторичных течений при поступательных и поступательно-вращательных колебаниях. Для профиля Жуковского при поступательных колебаниях и для эллиптических цилиндров с разным отношением полуосей при поступательно-вращательных колебаниях найдена крейсерская скорость движения.

**Источники и литература**

- 1) Stokes G.G. On the effect of the internal friction of fluids on the motion of pendulums // Trans. Camb. Phil. Soc. 1851 V. 9, P. 8–106.
- 2) A. N. Nuriev, A. G. Egorov // Asymptotic theory of a flapping wing of a circular cross-section, Journal of Fluid Mechanics, 941, 2022.