

Численное исследование задачи о гармонических колебаниях цилиндра в вязкой жидкости при умеренных значениях колебательного числа Рейнольдса

Мифтахова Зилия Фуатовна¹, Нуриев Артём Наилевич²

1 - Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского, Казань, Россия; 2 - Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия

E-mail: zila5.94m@gmail.com

Структура, возникающих около осциллирующего цилиндра, гидродинамических течений и их интегральные характеристики являются предметом разносторонних исследований последние несколько десятилетий. Подобный интерес к этой гидромеханической задаче обусловлен целым рядом факторов, важнейшим из которых является практическая востребованность, так модель осциллирующего цилиндра часто применяют для изучения волнового воздействия на простые элементы конструкций при проектировании морских сооружений. Несмотря на длинную историю исследований достаточно хорошо изученными можно считать только области высокочастотных малоамплитудных колебаний, где хорошо работают асимптотические модели (см. обзор [1]), и область низкочастотных колебаний, где течение поддается численному моделированию с помощью широкого спектра плоских ламинарных моделей.

В данной работе рассматривается вопрос применимости плоской ламинарной модели для описания течения и гидродинамических сил, действующих на осциллирующий цилиндр, в области умеренных частот колебания. Численная модель конструируется на базе пакета OpenFOAM, основанного на методе конечных объемов. В основе применяемого численного подхода лежит гибридная нелинейная схема Спалдинга [2], используемая для аппроксимации конвективных слагаемых.

Результаты исследования показывают, что используемая численная модель позволяет корректно описывать структуру и интегральные характеристики течений в широком спектре амплитуд колебания. Удаётся точно смоделировать переходы между различными режимами течения, наблюдаемыми экспериментально [3]. Полученные оценки сил гидродинамического сопротивления так же хорошо совпадают с экспериментальными данными, представленными в работе [3].

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ проект No 15-19-10039.

Источники и литература

- 1) Нуриев А.Н., Течение вязкой жидкости вокруг осциллирующего цилиндра: численный эксперимент, асимптотический и бифуркационный анализ, автореферат дис. кандидата физико-математических наук: 01.02.05 / Нуриев Артём Наилевич; Место защиты: Казанский (Приволжский) федеральный университет.- Казань, 2013
- 2) Spalding, D. B., A novel finite difference formulation for differential expressions involving both first and second derivatives International Journal for Numerical Methods in Engineering Volume 4, Issue 4, pages 551–559, July/August 1972
- 3) Obasaju, E.D., Bearman, P.W., Graham, J.M.R., “A study of forces, circulation and vortex patterns around a circular cylinder in oscillating flow”, (1988), J. Fluid Mech., vol. 196, pp. 467-494