

Обтекание цилиндра, совершающего поперечные колебания в потоке вязкой жидкости

Научный руководитель – Алексюк Андрей Игоревич

Малахов Максим Алексеевич

Студент (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра аэромеханики и газовой динамики,
Москва, Россия

E-mail: malakhov_m.a@mail.ru

При обтекании вязкой жидкостью неподвижного цилиндра при числах Рейнольдса, больших критического, за ним образуется дорожка Кармана, являющаяся результатом периодического срыва вихрей с поверхности тела. Этим же обуславливается и периодическое изменение силы, действующей на него со стороны потока. Одним из способов воздействия на структуру вихревого следа являются вынужденные колебания тела. В экспериментальной работе [3] показано существование различных режимов схода вихрей при поперечных колебаниях цилиндра. Так, за один период колебаний вихри могут срываться с тела в различных комбинациях: $P+S$, $2S$ и т.п., где символами P и S обозначены сход пары и одного вихря соответственно.

В настоящей работе численно исследуется влияние вынужденных поперечных колебаний цилиндра на процесс срыва вихрей и интегральные характеристики. Рассматриваются цилиндры квадратного и кругового поперечного сечения. Особое внимание уделяется выявлению причин и границ смены режимов течения.

Изучаемые двумерные течения описываются в рамках модели вязкой несжимаемой жидкости. Уравнения Навье-Стокса решаются конечно-разностным методом на неравномерных сетках со сгущением в области следа и в пограничном слое. Результаты расчетов согласуются с экспериментальными данными [3] и расчетами [1,2].

Проведены параметрические исследования влияния амплитуды и частоты колебаний, а также числа Рейнольдса на течение. Показано существенное изменение интегральных характеристик при частотах вынужденных колебаний, близких к собственной частоте для неподвижного цилиндра. Получены данные о границах перехода между различными режимами схода вихрей. Обсуждаются физические причины перестройки вихревого следа.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ (проекты №18-01-00762 и №18-51-00006).

Источники и литература

- 1) Шкадова В.П., Шкадов В.Я., Алексюк А.И. Численное решение уравнений Навье-Стокса для нестационарного отрывного обтекания, отчет №4969, Московский Государственный Университет. Москва. 2008
- 2) Leontini J.S., Stewart B.E., Thompson M.C., Hourigan K. Wake state and energy transitions of an oscillating cylinder at low Reynolds number // Physics of Fluids 18. 2006. pp 1-9
- 3) Williamson C.H.K., Roshko A. Vortex formation in the wake of an oscillating Cylinder // Journal of Fluids and Structures (1988) 2, pp 355-381