

Моделирование течений вблизи вращающихся тел

Научный руководитель – Нуриев Артем Наилевич

Корякова Екатерина Евгеньевна

Выпускник (бакалавр)

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

E-mail: koryakova@yandex.ru

Одним из исследователей вращения жидкости был немецкий физик Герман Гельмгольц. В XIX веке Гельмгольц исследовал образование вихрей во вращающихся жидкостях.

Рассматриваемая тема является актуальной и важной в современном мире. Так, изучение движения жидкости вблизи вращающихся тел имеет применение в различных промышленных процессах, таких как вентиляция, охлаждение, аэродинамика устройств и механизмов. Понимание этой темы помогает в разработке более эффективных и экономичных систем для промышленных нужд. Также данная работа помогает в понимании космических исследований, энергетике и экологии.

В настоящей работе рассматриваются задача Куэтта – Тейлора, описывающая течение вязкой жидкости между двумя цилиндрами, расположенными на одной оси и вращающимися с разными скоростями, и задача о расчете гидродинамических характеристик лопаточной машины. Обе задачи решаются численно в пакете OpenFOAM.

Первая задача имеет главным образом теоретический характер. Она используется для изучения существующих методов численного моделирования вращения жидкости в OpenFOAM и оценки их точности. Значительный вклад в ее исследование внес Джефри Инграм Тейлор. Он проанализировал устойчивость течения Куэтта-Тейлора и подтвердил свои результаты экспериментально. В данной работе, в частности, моделируются открытые им явления. Вторая задача носит практический характер, на ее базе исследуются возможности OpenFOAM для моделирования гидродинамики лопаточных машин.

Целью настоящего исследования является анализ гидродинамики вращающихся тел и методов численного моделирования течений во вращающейся области на базе задачи Куэтта – Тейлора и задачи о течении жидкости в рабочем колесе насоса.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- 1) Исследование методов, основанных на моделировании неподвижной сетки. К ним относится численный метод с заданием граничных условий, методы MRF и SRF;
- 2) Исследование методов, основанных на моделировании подвижной сетки. Сюда можно отнести численный метод задания динамической сетки и метод cyclicAMI;
- 3) Отработка существующих моделей на задаче Куэтта – Тейлора;
- 4) Апробация моделей на задаче о моделировании лопаточной машины.

Источники и литература

- 1) Andereck, C., Liu, S., Swinney, H. (1986). Flow regimes in a circular Couette system with independently rotating cylinders. *Journal of Fluid Mechanics*, 164, 155-183. doi:10.1017/S0022112086002513
- 2) Нуриев А.Н., Зайцева О.Н., Камалутдинов А.М., Жучкова О.С. Введение в компьютерное моделирование гидродинамических процессов в программном комплексе OpenFOAM, Казань, 2022

- 3) Greenshields, Christopher. OpenFOAM v11 User Guide. The OpenFOAM Foundation, London, UK, 2023, 27 – 32 p.