

Численное моделирование влияния внешнего потока и сдвиговых напряжений на стенке на формирование крупномасштабных когерентных структур в пограничном слое

Научный руководитель – Чорный Андрей Дмитриевич

Lira Mikhail Sergeevich

Студент (магистр)

Белорусский государственный университет, Механико-математический факультет,
Минск, Беларусь

E-mail: liramikhails@gmail.com

В настоящей работе с помощью моделирования решается гидродинамическая задача определения воздействия на структуру пограничного слоя через установку вихрегенератора в его буферную зону на стенке канала. Исследуемая область течения повторяет рабочий участок экспериментальной установки в виде прямоугольного канала, где в качестве рабочей среды используется вода [1].

Моделирование, решение и анализ соответственно проводились при помощи пакетов ANSYS, OpenFOAM и ParaView. Расчетная область представляла собой гибридную блочную сетку с количеством узлов - 3793458, и количеством элементов - 7371411 [2].

Турбулентное течение моделировалось при помощи метода крупных вихрей (LES), в основе которого лежат уравнения, выведенные из уравнений Навье-Стокса путем представления всех переменных в виде суммы крупно- и мелкомасштабной составляющих и применения к уравнениям процедуры фильтрации. Для замыкания использовалась модель одного уравнения, основанная на решении уравнения переноса подсеточной турбулентной кинетической энергии [3].

Расчет проходил в две временные фазы. На первой фазе в течение 5 секунд расчет шел с малым шагом по времени для получения решения от начального состояния до предварительного установления решения. На второй фазе рассчитывались оставшиеся 35 секунд, расчет проходил с шагом по времени, который в два с половиной раза больше предыдущего шага.

В результате работы подтверждена гипотеза о возможности влияния на пристеночное напряжение путем создания крупномасштабных когерентных структур в области пограничного слоя. Также обосновано влияние на изменение напряжения на стенке путем установки вихрегенератора.

В дальнейших исследованиях предполагается проведение параметрического анализа на основе изменения геометрических параметров вихрегенератора и его положения для увеличения эффективности теплообмена и уменьшения гидравлического сопротивления.

Источники и литература

- 1) Жданов В.Л., Кухарчук И.Г. Трансформация поля скорости турбулентного пограничного слоя под воздействием пластины конечных размеров // Тепло- и массообмен – 2018. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси, 2019. С. 219-224.
- 2) Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей. — М.: Мир, 1991.
- 3) Sagaut, P. Large Eddy Simulation for Incompressible Flows, 3rd edition, Springer, 2006.