

Исследование течения термовязких жидкостей в кольцевых каналах при различных условиях теплообмена

Мухутдинова Айгуль Айратовна

Студент (магистр)

Институт механики им. Р.Р. Мавлютова Уфимского научного центра РАН, Лаборатория «Механика многофазных систем», Уфа, Россия

E-mail: muhutdinova18@gmail.com

Задача о течении жидкости в канале между двумя цилиндрическими трубами является классической задачей гидродинамики, имеющей широкое практическое применение. На практике важно знать характеристики течений в широком диапазоне параметров (геометрия канала, свойства жидкости и режим течения), а также их зависимость от этих параметров. Кольцевые каналы (зазоры) имеют широкое применение во многих элементах современного технического оборудования. Они встречаются в многих гидравлических аппаратах, теплообменниках, при бурении скважин и т.д.

В данной работе рассмотрено течение термовязкой несжимаемой жидкости в кольцевом канале, на внутренней и внешней поверхностях которого задан конвективный теплообмен с окружающей средой согласно закону Ньютона - Рихмана. Рассматриваются две зависимости вязкости жидкости: монотонная и немонотонная (аномальная). Монотонная зависимость убывает с ростом температуры, характерна для большинства капельных жидкостей [1-2]. Аномальная зависимость вязкости немонотонно меняется в определенном температурном диапазоне [3]. Такими свойствами обладает ряд полимерных жидкостей, применимых в химических технологиях.

Математическая модель состоит из уравнений неразрывности, Навье-Стокса и сохранения энергии, записанных в цилиндрической системе координат с учетом осевой симметрии [4] в безразмерном виде. Система уравнений математической модели решалась численно с использованием метода контрольного объема и алгоритма SIMPLE (Semi-Implicit Method for Pressure-Linked Equation) [5], модифицированного для учета переменного коэффициента вязкости. Оригинальный компьютерный код реализован на языке программирования C++ в кроссплатформенной среде разработки Qt Creator.

В результате численного исследования получены графики скоростей в различных сечениях кольцевого канала, а также распределения полей температуры и вязкости. Установлено, что в зависимости от интенсивности теплообмена происходит образование высоковязких зон, определяющих характер течения жидкости в канале и её расход.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда в рамках проекта № 22-21-00915.

Источники и литература

- 1) Френкель Я.И. Кинетическая теория жидкостей Издательство "Наука", Ленинградское отделение, с. 592,1975
- 2) Nizamova A. D., Kireev V. N., Urmancheev S. F., On stability of thermoviscous liquids laminar flow, Bulletin of Tyumen State University: Ecology and Nature Management, vol 1, № 2, p 104, 2015.
- 3) Urmancheev S. F., Kireev V. N., Steady flow of a liquid with a temperature anomaly of viscosity, Doklady Physics, vol 49, № 5, p 328-33, 2004.

- 4) Кочин Н. Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. Часть 2 // М.: Физматлит. 1963. С. 728.
- 5) Patankar S., Numerical Heat Transfer and Fluid Flow New York, Hemisphere Publishing Corporation, p 200, 1980.