

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ПОТОК ЖИДКОСТИ ПРИ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ПУЛЬСАЦИЯХ В ТРУБЕ

Бадретдинова Г.Р.

Казанский государственный энергетический университет, г.Казань

Ключевые слова: интенсификация теплообмена, пульсации потока, режимные параметры.

Аннотация. Работа посвящена численному моделированию теплообмена в трубе при пульсациях потока жидкости в программном комплексе ANSYS fluent 15.0. Построена расчетная двухмерная модель. В качестве жидкости используется масло с соответствующими граничными условиями. Были изложены результаты численного моделирования и сформулированы выводы.

THE STUDY OF THE INFLUENCE OF MODE PARAMETERS ON THE LIQUID FLOW AT THE LOW FREQUENCY PULSATIONS IN THE TUBE

Badretdinova G.R.

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Keywords: heat transfer intensification, flow pulsation, operating parameters.

Abstract. The work is devoted to the numerical simulation of the heat transfer in a pipe with pulsations of the fluid flow in the ANSYS fluent 15.0 software package. A calculated two-dimensional model is constructed. An oil with appropriate boundary conditions is used as a liquid. The results of the numerical modeling were presented and conclusions were formulated.

Численное моделирование направлено на понимание характеристик потока и теплопередачи пульсирующего потока в трубе. Модели потока классифицируются по четырем параметрам: число Рейнольдса $10^4 < Re < 5 \cdot 10^4$, число Прандтля $0,7 < Pr < 7,0$, степень резкого расширения $0,2 < d/D < 0,6$ и частота пульсаций $5 < f < 35$. Было установлено, что влияние пульсации на усредненное по времени число Nu незначительно (увеличение примерно на 10%) для жидкостей, имеющих число $Pr < 1$. Также этот эффект заметен (увеличение примерно на 30%) для жидкостей, у которых число $Pr > 1$ [1-4].

На сегодняшний день большинство работ посвящены изучению наложения низкочастотных симметричных пульсаций потока в трубе. Однако актуальной задачей является исследование влияния несимметричных пульсаций в трубе на теплообмен. Получено достаточное число экспериментальных и расчетных данных, которые свидетельствуют о существенном влиянии изменения расхода во времени на процесс конвективного теплообмена при течении жидкости в трубах. Основными параметрами, определяющими это влияние при гармоническом изменении расхода, являются частота, амплитуда колебаний, среднее по времени число Рейнольдса Re_0 , число Прандтля Pr .

Существенный научный и практический интерес представляет собой выявление закономерностей изменения теплоотдачи в зависимости от частоты, амплитуды пульсаций.

В работе построена математическая модель трубы маслоохладителя и исследован процесс теплообмена потока жидкости при несимметричных пульсациях. На рис.1 показан профиль скорости при числе $Re = 400$, частоте $f = 0,5$ и безразмерной амплитуде $A/d = 1,1$ пульсаций, которые задавались на входе в трубу в качестве граничных условий.

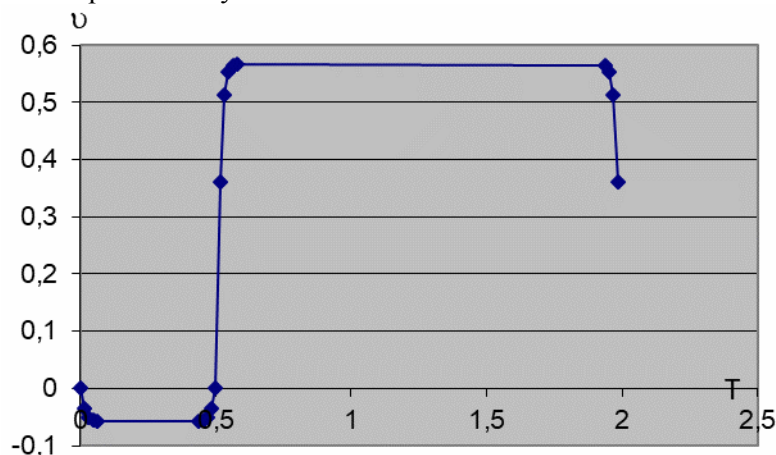


Рис. 1. Профиль скорости

В момент времени $t=0$ скорость течения $v=0$. При $t < 0,5$ с скорость течения имеет отрицательное значение, т.е. происходит разворот потока жидкости, что соответствует первому полупериоду пульсаций. При подаче пульсации происходит увеличение скорости, соответственно A/d повышается. В период времени от 0,03 до 0,5 с течение имеет постоянное значение скорости. При $t > 0,5$ жидкость вновь разворачивается и происходит резкое увеличение скорости. Во втором полупериоде пульсации ($t > 0,5$ с) течение движется в прямом направлении. В период времени t от 0,56 до 1,9 с скорость имеет постоянное значение. Таким образом, при нестационарном режиме происходит постоянное перемешивание потока, что влияет на интенсивность теплообмена. На рис.2 показаны вектора скоростей нестационарного течения при $Re = 400$, $f = 0,5$, $A/d = 1,1$, $0 < t < 0,8$.

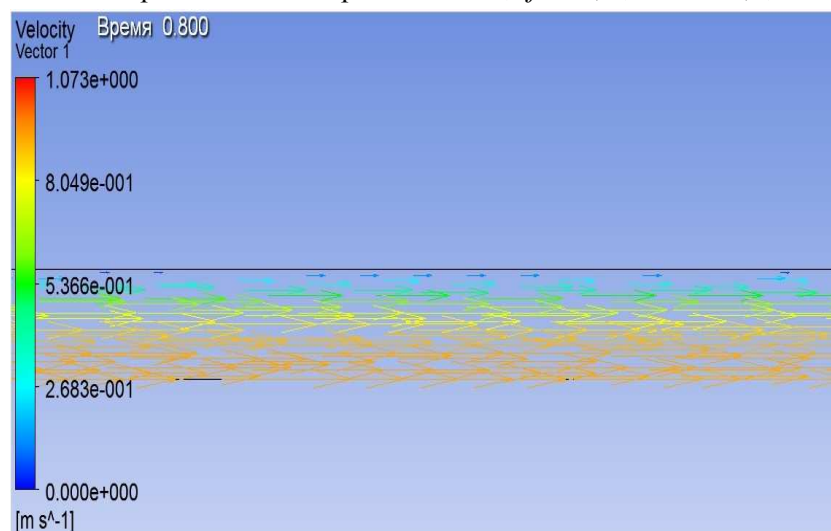


Рис. 2. Вектора скоростей на выходном участке

Численным методом исследован теплообмен при наложении на поток жидкости низкочастотных пульсаций с использованием расчетной математической модели. Исследовано влияние режимных параметров на отношение Nu_{HC}/Nu_{CT} . Из полученных данных следует, что увеличение A/d и f приводит к повышению Nu_{HC}/Nu_{CT} . Интенсивность теплообмена может, как увеличиваться, так и уменьшаться в зависимости от частоты.

Список литературы

1. Said S.A.M., Habib M.A., Iqbal M.O. Heat transfer to pulsating turbulent flow in an abrupt pipe expansion // International Journal of Numerical Methods for Heat & Fluid. – Vol. 13, Iss. 3. – P. 286-308.
2. Дмитриев А. В., Зинуров В. Э., Дмитриева О. С. Осаждение капель жидкости при интенсификации охлаждения трубных пучков // Вестник технологического университета. – 2017. – Т. 20. – № 9. – С. 33-35.
3. Дмитриев А.В., Зинуров В.Э., Гумерова Г.Х. Оценочный расчет процесса теплообмена в камере сгорания при сжигании природного газа // Вестник технологического университета. – 2018. – Т. 21. – № 2. – С. 99-103.
4. Дмитриев А.В., Лорай С.Ф., Зинуров В.Э., Дмитриева О.С. Анализ прогрева форм из различных материалов // Вестник технологического университета. – 2016. – Т. 19. – № 20. – С. 52-53.

Сведения об авторах:

Бадретдинова Гузель Рамилевна – магистрант направления «Техническая физика», КГЭУ, г.Казань.