

Менялкина Екатерина Николаевна

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ ОРЕБРЕНИЯ НА ДИНАМИКУ ПОТОКА И СОПРОТИВЛЕНИЕ КАНАЛА

В данной работе было проведено исследование влияния формы оребрения на динамику потока и сопротивление канала теплообменного аппарата. Исследование проводилось методами численного моделирования для плоскопараллельного канала с геометрически подобным оребрением трех различных форм для различных значений числа Рейнольдса. По результатам исследования были определены зависимости характеристики гидравлического сопротивления каналов от значения критерия Рейнольдса. Была определена оптимальная форма оребрения канала, которая может быть применима для дальнейших исследований интенсификации теплообмена.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2017/4-5/17.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2017. № 4-5 (118). С. 65-68. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2017/4-5/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

УДК 620.9:662.92

Технические науки

В данной работе было проведено исследование влияния формы оребрения на динамику потока и сопротивление канала теплообменного аппарата. Исследование проводилось методами численного моделирования для плоскопараллельного канала с геометрически подобным оребрением трех различных форм для различных значений числа Рейнольдса. По результатам исследования были определены зависимости характеристики гидравлического сопротивления каналов от значения критерия Рейнольдса. Была определена оптимальная форма оребрения канала, которая может быть применима для дальнейших исследований интенсификации теплообмена.

Ключевые слова и фразы: интенсификация теплообмена; гидравлическое сопротивление; оребрение; численное моделирование; теплообменное оборудование.

Менялкина Екатерина Николаевна

Самарский государственный технический университет

Menyalkina.k@yandex.ru

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ ОРЕБРЕНИЯ
НА ДИНАМИКУ ПОТОКА И СОПРОТИВЛЕНИЕ КАНАЛА****Введение**

По способу передачи тепла поверхностные теплообменные аппараты могут быть регенеративными и рекуперативными, и зачастую применяются в системах теплогасоснабжения и вентиляции (ТГВ) [1; 8; 9]. В рекуперативных теплообменных аппаратах теплоносители, горячий и холодный, движутся в различных каналах, разделенных стенкой, через которую происходит теплообмен.

В настоящее время проблема интенсификации теплообмена является наиболее актуальной [4; 9; 19] из-за увеличения энергопотребления и стоимости энергоносителей. Теплообменные аппараты поверхностного типа наиболее распространены и зачастую используются в системах обеспечения микроклимата зданий и помещений различного назначения (жилые, общественные, промышленные). Интенсификация теплоотдачи в теплообменных аппаратах данного типа достигается за счет развития поверхности теплообмена с использованием шипов, лунок, ребер, а также за счет оребрения сложной формы, что приводит к турбулизации потока и увеличению теплообмена.

Так как проведение физического экспериментального исследования является материально-технически затратным процессом, то исследование с помощью численного моделирования занимает ведущее место в исследовательской деятельности. При выявлении наиболее эффективных моделей в дальнейшем возможен физический эксперимент. Интенсивность теплоотдачи связана с гидравлическим сопротивлением канала [5-7; 14], в связи с этим в данной работе рассматривается влияние различной геометрии оребрения на структуру потока и гидравлические характеристики канала с помощью численного моделирования [3; 13].

Численные методы

Численное моделирование выполняется для сокращения объемов натурных испытаний технических образцов новых устройств.

Компьютерное моделирование является одним из эффективных методов изучения сложных систем. Компьютерные модели проще и удобнее исследовать в силу их возможности проводить вычислительные эксперименты в тех случаях, когда натурные эксперименты затруднены из-за финансовых или физических препятствий или могут дать непредсказуемый результат.

Проверка адекватности численного метода выполняется путем сопоставления полученного численного решения с результатами экспериментального исследования схожих задач, адекватными численными решениями других авторов или решениями, полученными ранее, с помощью других методов.

Численный эксперимент

Было проведено численное исследование с использованием модели турбулентности $\nu 2f BL - \nu 2/k$ [2; 11], адекватность которой проверялась путем сопоставления с результатами экспериментального исследования. Результаты верификации различных моделей показали, что модель $\nu 2f BL - \nu 2/k$ наиболее точно описывает эксперимент в межреберном пространстве с погрешностью не более 10% [10]. Следует отметить, что все модели дают значительную ошибку на верхней кромке ребра, что может быть связано с отрывными течениями. Поскольку исследование влияния формы оребрения на динамику потока и сопротивление канала проводилось только в межреберном пространстве, эта ошибка не влияет на качество получаемого результата.

Численное моделирование проводилось с помощью программных комплексов, которые имеют свободную лицензию [16; 18]. Был выбран канал, ограниченный с двух сторон ребрами различной геометрии, длиной 70 мм и высотой 69 мм. Размер каналов в самой широкой части составляет 13,8 мм, в самой узкой – 6,9 мм.

Расчетная область (Рис. 1), представляющая собой межреберное пространство, имеет толщину 0,1 мм (толщина одной ячейки), сверху и снизу которой были заданы условия симметрии, благодаря чему было достигнуто упрощение расчетной сетки, а вследствие этого уменьшено время, затраченное на расчет.

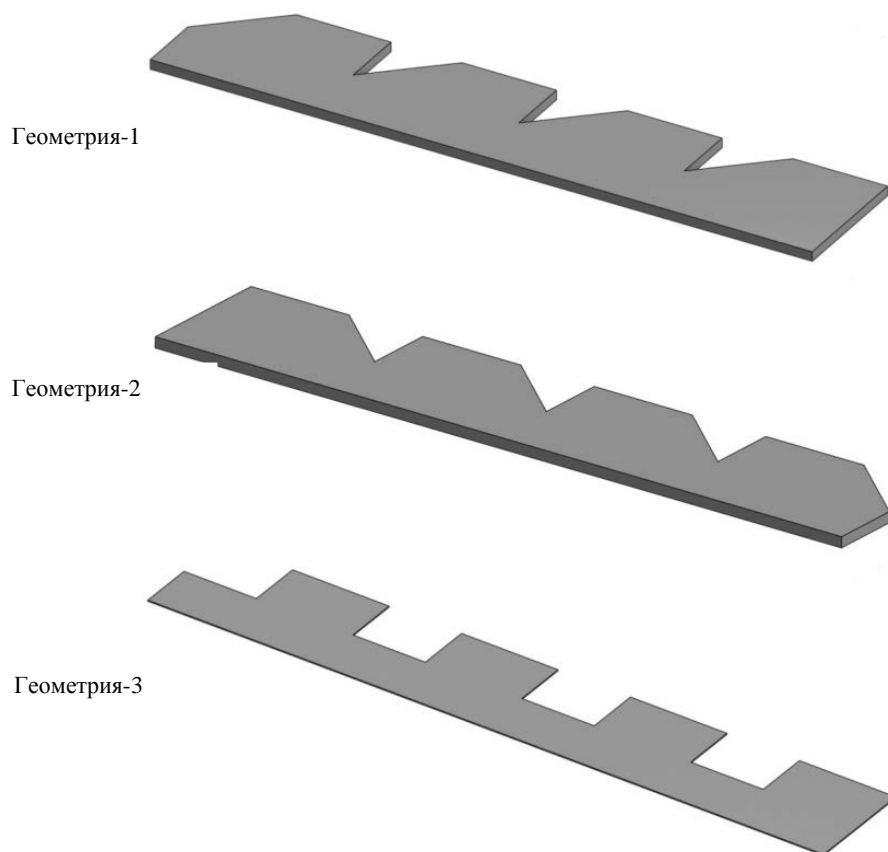


Рис. 1. Расчетная область каналов различной формы

Расчетные сетки, фрагмент одной из которых представлен на Рис. 2, построены в программном комплексе *Salome* [18] и содержат порядка 8000 ячеек. Для разрешения ламинарного подслоя на стенке прямого ребра были созданы призматические слои вязкости [3; 12; 17] с обеспечением неравенства $Y^+ \leq 1$.

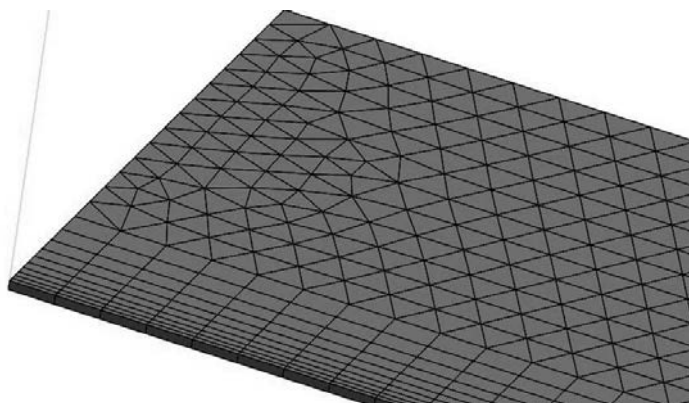


Рис. 2. Фрагмент расчетной сетки Геометрии-2

Численное исследование проводилось с помощью программного комплекса *Code Saturne* [16]. Задача решена в стационарной постановке с использованием модели турбулентности $v2fBL - v2/k$ без теплообмена, что допустимо при расчете гидравлических параметров [12; 15; 17]. В качестве рабочей среды был принят воздух с постоянными термодинамическими свойствами при нормальных условиях. Решение проводилось для трех режимов течения (3, 5, 10 м/с). Максимальная точность решателя была задана на уровне 10^{-6} , с количеством итераций, не превышающим 10000. Уравнение неразрывности решалось по полу-явному алгоритму *SIMPLEC*. Время численного эксперимента составило 5 секунд с шагом равным 0,0005 секунды.

Результаты и обсуждение

Результаты численного исследования представлены в виде зависимости коэффициента гидравлического сопротивления канала (ζ) от значения числа Рейнольдса (Re) (Рис. 3). На Рис. 4 представлена турбулентная вязкость, на нем можно увидеть, что в случае с прямыми ребрами турбулизация в межреберном пространстве минимальна. Скошенные по ходу движения теплоносителя ребра обеспечивают повышенную турбулизацию в первых межреберных пространствах, а скошенные обратно – равномерную по всей длине теплообменника.

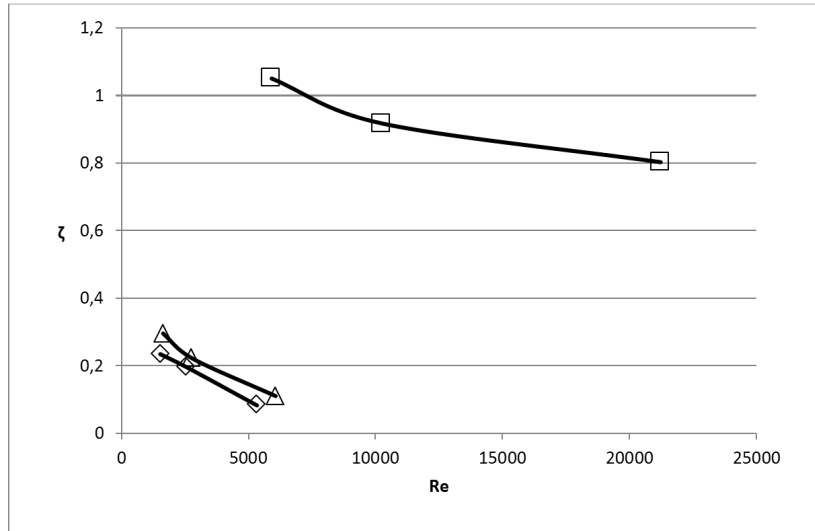


Рис. 3. График: \diamond – Геометрия-1; \square – Геометрия-2; Δ – Геометрия-3

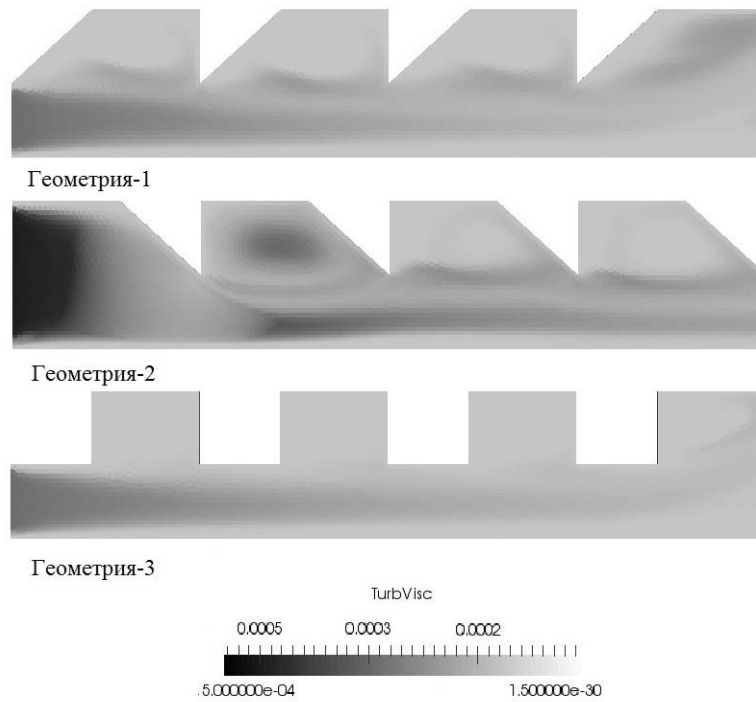


Рис. 4. Турбулентная вязкость по сечению каналов различной геометрии при скорости потока равной 3 м/с

Заключение

В результате анализа полученных результатов численного исследования можно сделать вывод, что коэффициент гидравлического сопротивления зависит от скорости потока и он тем ниже, чем выше значения критерия Рейнольдса. Исходя из данных по турбулентной вязкости для трех различных форм оребрения, очевидно, что наибольшее перемешивание потока, а вследствие этого и теплоотдача, наблюдается в канале с Геометрией-2, при этом коэффициент гидравлического сопротивления в данном канале выше по сравнению с другими вариантами геометрии.

Список источников

1. Байгалиев Б. Е., Щелчков А. В., Яковлев А. Б., Гортышов П. Ю. Теплообменные аппараты: учебное пособие. Казань: Изд-во гос. техн. ун-та, 2012. 180 с.
2. Баранюк О. В и др. Исследования структуры потока в межреберных каналах поверхностей с пластинчато-разрезным оребрением методами численного моделирования // Наукові вісті НТУУ «КПІ». 2008. № 5. С. 56-61.
3. Белоцерковский О. М. Численное моделирование в механике сплошных сред. М.: Физматлит, 1994. 436 с.
4. Галицейский Б. М. и др. Тепловые и гидродинамические процессы в колеблющихся потоках. М.: Машиностроение, 1977. 256 с.

5. Гортышов Ю. Ф., Попов И. А., Олимпиев В. В., Щелчков А. В., Каськов С. И. Теплогидравлическая эффективность перспективных способов интенсификации теплоотдачи в каналах теплообменного оборудования. Интенсификация теплообмена: монография. Казань: Изд-во Центра инновационных технологий, 2009. 531 с.
6. Дзюбенко Б. В., Кузма-Кичта Ю. А., Леонтьев А. И., Федик И. И., Холпанов Л. П. Интенсификация тепло- и массообмена на макро-, микро- и нано-масштабах. М.: ФГУП ЦНИИАтоминформ, 2008. 532 с.
7. Жукаускас А. А., Калинин Э. К. Интенсификация теплообмена: тематический сборник. Вильнюс: Мокслас, 1988. 188 с.
8. Инчин В. В., Менялкина Е. Н., Шенна В. Ю., Цынаева А. А. Исследование параметров микроклимата помещения при работе сплит-системы в режиме теплового насоса // Вестник Ульяновского государственного технического университета. 2015. № 1. С. 60-64.
9. Карташова А. О., Кортяева Д. О., Кулясова К. Е., Цынаева А. А. Исследование работы сплит-системы в режиме подогрева (тепловой насос) // Вестник Самарского государственного архитектурно-строительного университета. Градостроительство и архитектура. 2015. Вып. № 1 (18). С. 90-99.
10. Менялкина Е. Н., Никитин М. Н. Численное исследование структуры потока в канале с продольным оребрением // Проблемы тепломассообмена и гидродинамики в энергомашиностроении: материалы докладов X школы-семинара молодых ученых и специалистов академика РАН В. Е. Алемасова (г. Казань, 13-15 сентября 2016 г.). Казань: КазНЦ РАН, 2016. 393 с.
11. Письменный Е. Н. и др. Структура потока в полуоткрытых плоских каналах с разрезными стенками элементов охлаждения РАЭ // Промышленная теплотехника. 2007. № 4. С. 123-130.
12. Рогачев В. А. и др. CFD-моделирование теплогидравлических характеристик равноразвитых теплообменных поверхностей // Современная наука. 2012. № 2. С. 23-29.
13. Цынаева А. А., Цынаева Е. А. Моделирование задач теплообмена и гидрогазодинамики с помощью свободного программного обеспечения // Вестник Ульяновского государственного технического университета. Ульяновск: Изд-во УлГТУ, 2014. № 4. С. 42-45.
14. Цынаева А. А., Цынаева Е. А., Школин Е. В. Интенсификация температурной стратификации турбулентных потоков за счет использования тепловых труб // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2013. № 3-4. С. 33-38.
15. <http://cfm.mace.manchester.ac.uk/twiki/bin/view/Aster/WebHome> (дата обращения: 25.12.2015).
16. <http://codesaturne.org/cms> (дата обращения: 21.12.2016).
17. Langley Research Center. Turbulence Modeling Resource [Электронный ресурс]. URL: <http://turbmodels.larc.nasa.gov/sst.html> (дата обращения: 25.12.2015).
18. SALOME Platform [Электронный ресурс]. URL: <http://www.salome-platform.org> (дата обращения: 21.12.2016).
19. Тсынаева А. А. et al. Methods of Heat Transfer Intensification in the Thermal Stratification Pipe // Russian Aeronautics. 2013. № 4. P. 379-383.

RESEARCH OF INFLUENCE OF THE FORM OF FINS ON THE FLOW DYNAMICS AND THE CHANNEL RESISTANCE

Menyalkina Ekaterina Nikolaevna
Samara State Technical University
Menyalkina.k@yandex.ru

The article deals with influence of the form of fins on the flow dynamics and the channel resistance of the heat exchanger. The study was carried out by numerical modeling methods for the plane-parallel channel with geometrically similar fins of three different forms for various values of the Reynolds number. As a result of the research, dependence of the characteristic of hydraulic resistance of channels on the value of the Reynolds criterion was identified. The optimal form of channel fins, which can be used for further studies of heat exchange intensification, is determined.

Key words and phrases: intensification of heat transfer; hydraulic resistance; fins; numerical modeling; heat transfer equipment.

УДК 004.85

Технические науки

Предлагается нейросетевой модуль для анализа записи электроэнцефалограммы с использованием многослойной нейронной сети с нелинейными синаптическими входами. Рассматривается алгоритм агрегирования данных электроэнцефалограммы с использованием нейронных сетей Кохонена. Предложенный модуль позволяет обработать данные записи электроэнцефалограммы и классифицировать их при пробе «открыть – закрыть глаза».

Ключевые слова и фразы: нейронные сети; электроэнцефалограмма; алгоритм агрегирования; альфа-ритм; нейросетевой модуль.

Мусакулова Жылдыз Абдыманаловна, к.т.н.

Международный университет Кыргызской Республики, г. Бишкек
mjyldyz@rambler.ru

НЕЙРОСЕТЕВОЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ

Развитие компьютерных технологий позволило сделать огромный шаг вперед при решении самых различных медицинских задач. Использование искусственных нейронных сетей позволяет решать сложно