



---

---

# ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ

№ 2(6), 2019

ISSN 2541-9579

---

---

Научно-образовательный журнал.  
Издается с 2017 года.  
Периодичность – 2 номера в год.

---

---

**Редакционная коллегия:**

- Жуков Иван Алексеевич* – главный редактор, д.т.н., доцент, заведующий кафедрой механики и машиностроения, Сибирский государственный индустриальный университет (г.Новокузнецк);
- Гараников Валерий Владимирович* – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой технической механики, Тверской государственной технической университет (г. Тверь);
- Гебель Елена Сергеевна* – к.т.н., доцент, заведующая кафедрой автоматизации и робототехники, Омский государственный технический университет (г. Омск);
- Мазуркин Пётр Матвеевич* – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой природообустройства, Поволжский государственный технологический университет (г. Йошкар-Ола);
- Надеждин Игорь Валентинович* – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой основ конструирования машин, Рыбинский государственный авиационный технический университет (г. Рыбинск);
- Наумкин Николай Иванович* – к.т.н., д.п.н., доцент, заведующий кафедрой основ конструирования механизмов и машин, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет (г. Саранск);
- Новичихин Алексей Викторович* – д.т.н., доцент, заведующий кафедрой транспорта и логистики, Сибирский государственный индустриальный университет (г. Новокузнецк);
- Пашков Евгений Николаевич* – к.т.н., доцент, руководитель отделения общетехнических дисциплин, Национальный исследовательский Томский политехнический университет (г. Томск);
- Раднаев Даба Нимаевич* – д.т.н., доцент, заведующий кафедрой механизации сельскохозяйственных процессов, Бурятская сельскохозяйственная академия (г. Улан-Удэ).
- 
- 

Подписан в печать 10.12.19г.

Формат бумаги 60x84/8. Бумага офисная. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 3,72. Тираж 300 экз. Заказ №19-23.

*Учредитель:* Жукова Елена Валерьевна (ИП Жукова Е.В.,  
ИНН 422802805198, ОГРНИП 318420500009778, г.Новокузнецк).  
*Редакция, издатель:* Научно-исследовательский центр «МашиноСтроение»,  
654044, г. Новокузнецк, пр. Архитекторов, д. 27, оф. 57.  
Тел.: 8-960-905-2324.  
<http://srcms.ru>  
E-mail: [info@srcms.ru](mailto:info@srcms.ru)

---

---

## **СОДЕРЖАНИЕ**

### **Научно-исследовательская работа студентов и аспирантов**

<b>Серобабов А.С.</b> Проверка входных параметров экспертной системы на соответствие нормальному закону распределения.....	3
<b>Брусков А.А.</b> Структура программы комплексных испытаний электротехнических систем космических аппаратов.....	6
<b>Юрчевская З.И., Ерина Т.С.</b> Вибрационная упрочняющая обработка как инструмент повышения ресурса деталей в авиастроении.....	8
<b>Зинуров В.Э., Петрова Т.С., Хакимов И.И.</b> Разработка прямоугольного сепаратора для повышения эффективности работы двигателя внутреннего сгорания.....	10
<b>Каширов Е.С., Эфендиева А.А., Масленников А.Л.</b> Программа для исследования алгоритма построения амплитудного спектра .....	11
<b>Игнатъев М.А., Игнатъев А.А.</b> Алгоритм определения момента критического износа резца при токарной обработке .....	13
<b>Мигранов А.М.</b> Модели преподавания технических дисциплин .....	16
<b>Бадретдинова Г.Р.</b> Исследование влияния режимных параметров на поток жидкости при низкочастотных пульсациях в трубе .....	18

### **Итоги выпускной квалификационной работы**

<b>Дворников Л.Т., Винтовкин П.В.</b> Кинематический анализ щековой дробильной машины с внутренней камерой дробления .....	20
<b>Вибе Д.В., Габриель А.С., Семенча А.В.</b> Разработка универсальной следящей системы технического зрения для установки по литью линз на ИК-диоды .....	24

## 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.

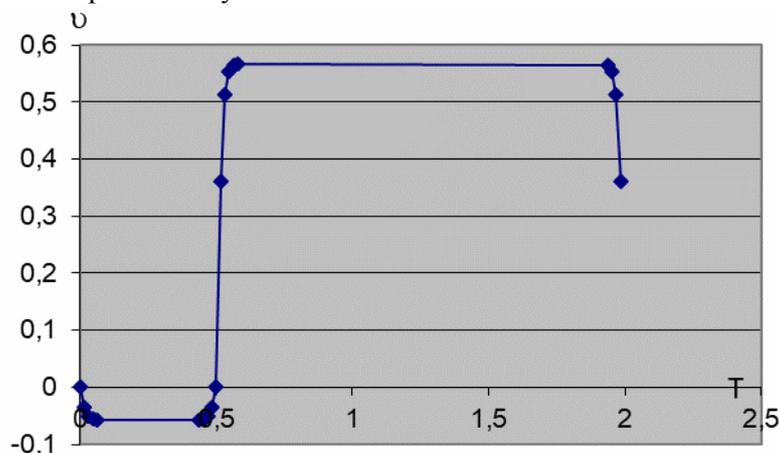


Рис. 1. Профиль скорости

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  $Re = 400$ ,  $f = 0,5$ ,  $A/d = 1,1$ ,  $0 < t < 0,8$ .

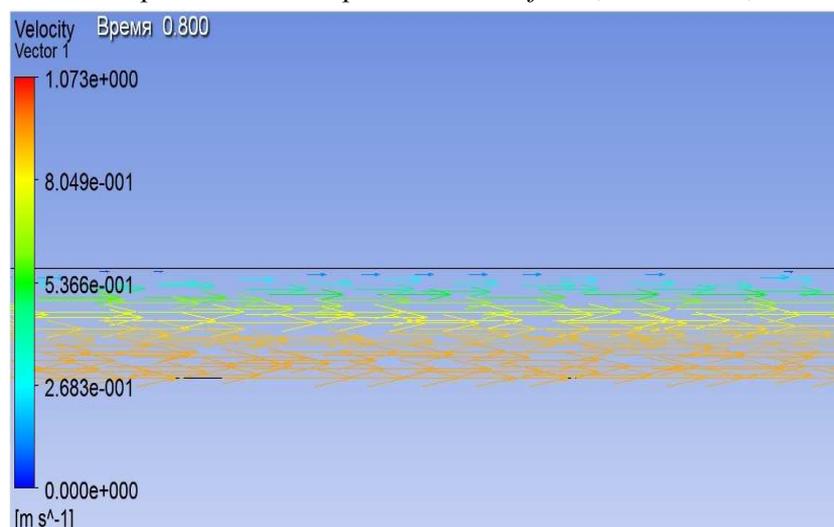


Рис. 2. Вектора скоростей на выходном участке

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.