

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН

ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
с элементами научной школы для молодых ученых



XXXVI

СИБИРСКИЙ  
ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЙ  
СЕМИНАР,

посвящённый 70-летию академика  
Алексеевко Сергея Владимировича

5–7 октября 2020 г.  
Новосибирск, Россия

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Новосибирск 2020

Сборник содержит доклады Всероссийской конференции с элементами научной школы для молодых учёных XXXVI «Сибирский теплофизический семинар», посвящённой 70-летию академика Алексеенко Сергея Владимировича, которая проводилась 5–7 октября 2020 года в Новосибирске. В сборнике представлены доклады по направлениям: турбулентные течения в однофазных средах, интенсификация теплообмена, процессы переноса при физико-химических превращениях, включая горение, гидродинамика, тепломассообмен и волновые процессы в многофазных средах, тепломассообмен при фазовых переходах, теплофизические проблемы энергетики, энергоэффективность и энергосбережение, теплофизика микро- и наносистем, процессы в разреженных газах и плазме, теплофизические свойства веществ и лучистый теплообмен, теплообмен и гидродинамика в технологических процессах, фундаментальные основы расчёта и принципов построения энергетических систем, основанных на эффекте сверхпроводимости.

Мероприятие проведено при финансовой поддержке НИ НГУ.

**Председатель**

Маркович Д.М., академик РАН

**Заместители**

Куйбин П.А., д.ф.-м.н.

Наумов И.В., д.т.н., проф. РАН

**Учёные секретари**

Мулладжанов Р.И., д.ф.-м.н.

Литвинов И.В., к.ф.-м.н.

Чеверда В.В., к.ф.-м.н.

**Председатель технического комитета**

Бутаков Е.Б., к.т.н.

**Организационный комитет**

Бердников В.С., д.ф.-м.н.

Дулин В.М., д.ф.-м.н.

Елистратов С.Л., д.т.н.

Кабов О.А., д.ф.-м.н.

Кашинский О.Н., д.ф.-м.н.

Кузнецов В.В., д.ф.-м.н.

Лукашов В.В., к.т.н.

Макаров М.С., к.ф.-м.н.

Марчук И.В., д.ф.-м.н., проф. РАН

Низовцев М.И., д.т.н.

Новопашин С.А., д.ф.-м.н.

Окулов В.Л., д.ф.-м.н.

Павленко А.Н., чл.-корр. РАН

Пахомов М.А., д.ф.-м.н., проф. РАН

Предтеченский М.Р., академик РАН

Прибатурин Н.А., чл.-корр. РАН

Станкус С.В., д.ф.-м.н.

Терехов В.В., д.ф.-м.н., проф. РАН

Терехов В.И., д.т.н.

Федорук М.П., академик РАН

Чернов А.А., д.ф.-м.н., проф. РАН

Чиннов Е.А., д.ф.-м.н.

Шарыпов О.В., д.ф.-м.н.

Шторк С.И., д.ф.-м.н.

Яворский Н.И., д.ф.-м.н.

Ярыгин В.Н., д.т.н.

**Программный комитет**

**Сопредседатели**

Алексеенко С.В., академик РАН

Леонтьев А.И., академик РАН

Павленко А.Н., чл.-корр. РАН

Алифанов О.М., академик РАН

Байдаков В.Г., д.ф.-м.н.

Батаев А.А., д.т.н.

Большов Л.А., академик РАН

Бурдуков А.П., д.т.н.

Вараксин А.Ю., член-корр. РАН

Воропай Н.И., член-корр. РАН

Гешев П.И., д.ф.-м.н.

Гогонин И.И., д.т.н.

Горячева И.Г., академик РАН

Дедов А.В., член-корр. РАН

Драгунов Ю.Г., член-корр. РАН

Ерманюк Е.В., д.ф.-м.н.

Исаев С.А., д.ф.-м.н.

Кедринский В.К., д.ф.-м.н.

Клименко А.В., академик РАН

Козлов В.В., д.ф.-м.н.

Коротеев А.А., академик РАН

Левин В.А., академик РАН

Мессерле В.Е., д.т.н.

Мильман О.О., д.т.н.

Нигматулин Р.И., академик РАН

Пенязьков О.Г., академик НАНБ

Петрениа Ю.К., член-корр. РАН

Покусаев Б.Г., член-корр. РАН

Пухначев В.В., член-корр. РАН

Ребров А.К., академик РАН

Рогалёв Н.Д., д.т.н.

Рудяк В.Я., д.ф.-м.н.

Саломатов В.В., д.т.н.

Сапожников С.З., д.т.н.

Смирнов Е.М., д.ф.-м.н.

Сон Э.Е., академик РАН

Стенников В.А., член-корр. РАН

Фаворский О.Н., академик РАН

Филиппов С.П., академик РАН

Фомин В.М., академик РАН

Фортов В.Е., академик РАН

Хомич В.Ю., академик РАН

Шиплюк А.Н., член-корр. РАН

Шмотин Ю.Н., д.т.н.

Jiang P.-X., Ph.D.

Markides C.N., Ph.D.

Sazhin S.S., Ph.D.

Travnicek Z., Ph.D.

Wang Q., Ph.D.

Wood D.H., Ph.D.

Издание сборника докладов производилось с авторских листов участников конференции.

За ошибки и опечатки авторов издательство ответственности не несёт.

УДК 532.5:536

## ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛОТВОДА В СИСТЕМЕ С ТВЕРДЫМИ И ПОРИСТЫМИ РЕБРАМИ

Лэ Суан Хоанг Кхоа<sup>1</sup>, Шеремет М.А.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Томский политехнический университет, 634050, Россия, Томск, пр. Ленина, 30

<sup>2</sup>Томский государственный университет, 634050, Россия, Томск, пр. Ленина, 36

Развитие энергетического приборостроения и электронной отрасли неразрывно связано с интенсификацией теплообменных процессов, протекающих в базовых узлах и агрегатах энергетических систем. Один из подходов повышения интенсивности транспортных процессов – создание развитой поверхности теплообмена за счет введения реберной структуры или пористых вставок [1]. Применение на практике данного подхода требует детального изучения всех особенностей теплопереноса в замкнутых системах при наличии твердых или пористых ребер.

В настоящее время проведены некоторые теоретические и экспериментальные исследования, отражающие особенности использования реберных элементов. Так, например, математическое моделирование естественной конвекции в замкнутой дифференциально-обогреваемой полости при наличии пористого ребра на горячей стенке было проведено в [2]. Авторы установили, что длина, положение и угол наклона ребра имеют существенное влияние на интенсивность теплообмена внутри полости. В частности, было показано, что введение пористого ребра позволяет повысить среднее число Нуссельта по сравнению с дифференциально-обогреваемой полостью без ребер. В работе [3] установлены особенности использования горизонтального и вертикального пористых ребер внутри квадратной полости с изотермическими вертикальными стенками. Показано, что горизонтальное пористое ребро, размещенное на нагреваемой стенке, позволяет повысить интенсивность теплообмена внутри полости по сравнению с вертикальным ребром, расположенным на нижней адиабатической стенке. При этом интенсивность теплопереноса также зависит и от материала пористого ребра. Влияние двух твердых ребер на интенсивность естественной конвекции газа внутри наклонной полости при низком давлении исследовано в [4]. Установлена интенсификация теплообмена при введении двух теплопроводных ребер на нагреваемой стенке. Численный анализ термогравитационной конвекции внутри квадратной дифференциально-обогреваемой полости с пористыми ребрами различных размеров и расположения на нагреваемой стенке проведен в [5]. Авторы показали, что ребра с высокой проницаемостью и высокой теплопроводностью способны интенсифицировать теплоотвод от нагреваемой поверхности. При этом рост количества пористых ребер также интенсифицирует теплосъем.

Представленный краткий обзор отражает актуальность рассматриваемой тематики исследований, при этом большая часть опубликованных работ посвящена интенсификации теплоотвода от изотермических по-

верхностей. Целью настоящего исследования является моделирование естественной конвекции в замкнутой полости при наличии тепловыделяющего элемента и реберной структуры (рис. 1).

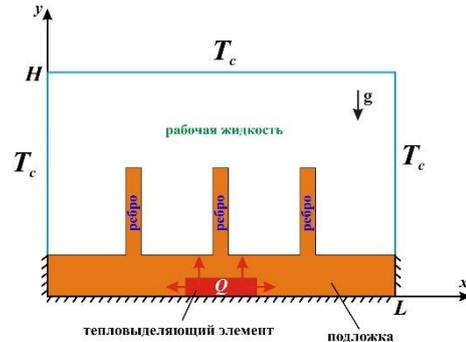


Рис. 1. Область исследования.

Моделирование проведено на основе решения краевых задач математической физики с использованием безразмерных преобразованных переменных «функция тока – завихренность». Для описания влияния выталкивающей силы используется приближение Буссинеска, моделирование транспортных процессов внутри пористых ребер проведено на основе модели Бринкмана. Полученные результаты отражают оптимальные характеристики реберной структуры.

### Список литературы:

1. Asl K.A., Hossainpour S., Rashidi M.M., Sheremet M.A., Yang Z. Comprehensive investigation of solid and porous fins influence on natural convection in an inclined rectangular enclosure // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2019. – Vol. 133. – P. 729–744.
2. Khanafer K., AlAmiri A., Bull J. Laminar natural convection heat transfer in a differentially heated cavity with a thin porous fin attached to the hot wall // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2015. – Vol. 87. – P. 59–70.
3. Alshuraiaan B., Khanafer K. The effect of the position of the heated thin porous fin on the laminar natural convection heat transfer in a differentially heated cavity // International Communications in Heat and Mass Transfer. – 2016. – Vol. 78. – P. 190–199.
4. Al-Kouz W., Alshare A., Kiwan S., Al-Muhtady A., Alkhalidi A., Saadeha H. Two-dimensional analysis of low-pressure flows in an inclined square cavity with two fins attached to the hot wall // International Journal of Thermal Sciences. – 2018. – Vol. 126. – P. 181–193.
5. Wang L., Liu R.Z., Liu D., Zhao F.Y., Wang H.Q. Thermal buoyancy driven flows inside a differentially heated enclosure with porous fins of multiple morphologies attached to the hot wall // International Journal of Thermal Sciences. – 2020. – Vol. 147. – P. 106138.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам Президента РФ для молодых российских ученых (грант МД-821.2019.8).*

## СОДЕРЖАНИЕ

### Секция 1.

#### Турбулентные течения в однофазных средах, интенсификация теплообмена

<b>Созинов Д.А., Рыженьков В.О., Мулляджанов Р.И.</b> Анализ глобальной устойчивости течений за различными телами обтекания при малых числах Рейнольдса .....	4
<b>Гныря А.И., Коробков С.В., Терехов В.И.</b> Ветровые нагрузки, воздействующие на тандем квадратных призм .....	5
<b>Михеев Н.И., Душин Н.С., Душина О.А., Шакиров Р.Р.</b> Турбулентность в условиях динамической неравновесности течения в канале .....	6
<b>Терехов В.И., Золотухин А.В.</b> Экспериментальное исследование турбулентной структуры в компланарных каналах .....	7
<b>Исаев С.А., Сон Э.Е., Леонтьев А.И., Никущенко Д.В., Судаков А.Г.</b> Эффективные поверхности теплообмена труб и пластин с генераторами спиралевидных вихрей – наклонными овально-траншейными лунками .....	8
<b>Абдрахманов Р.Х.</b> Особенности пристенных течений в вихревой камере с торцевым завихрителем .....	9
<b>Рыженьков В.О., Мулляджанов Р.И.</b> Устойчивость асимметричного течения в кольцевых турбулентных струях .....	10
<b>Небучинов А.С.</b> Экспериментальное исследование гидродинамики и теплообмена импактной струи с шевронами .....	11
<b>Держо О.Г.</b> Временная изменчивость приполярных течений .....	12
<b>Данилов Н.И., Митин К.А., Бердников В.С.</b> Зависимость структуры конвективного течения в режиме Рэлей-Бенаровской конвекции от горизонтального размера слоя жидкости в условиях сопряженного теплообмена .....	13
<b>Лэ Суан Хоанг Кхоа, Шеремет М.А.</b> Интенсификация теплоотвода в системе с твердыми и пористыми ребрами .....	14
<b>Бердников В.С., Митин К.А.</b> Влияние теплопроводности перегородки на нестационарный сопряженный свободноконвективный теплообмен и поля температуры в стенках прямоугольного топливного бака .....	15
<b>Кондаурова Л.П.</b> Влияние фоновой квантовой турбулентности на динамику тепловых импульсов в He II .....	16
<b>Вальгер С.А., Федорова Н.Н.</b> О применении полиэдральных расчетных сеток в задачах численного моделирования аэродинамики зданий и сооружений .....	17
<b>Чохар И.А., Очередыко А.И., Пахомов М.А., Филиппов М.В., Терехов В.В., Чохар И.А., Очередыко А.И., Пахомов М.А., Филиппов М.В., Терехов В.В.</b> Численное моделирование структуры течения и теплообмена при вдуве пристенной встречной струи .....	18
<b>Козюлин Н.Н.</b> Исследование воздействия когерентных структур на эффективность завесного охлаждения плоской пластины .....	19
<b>Молочников В.М., Мазо А.Б., Калинин Е.И., Паерелий А.А., Ключев М.А.</b> Закономерности вихреобразования за поперечным цилиндром в ограниченном потоке на режимах перехода к турбулентности .....	20
<b>Абдуракипов С.С., Лобасов А.С., Шараборин Д.К., Дулин В.М.</b> О когерентных структурах и теплообмене в закрученной импактной струе .....	21
<b>Правдина М.Х., Кабардин И.К., Полякова В.И., Гордиенко М.Р., Яворский Н.И.</b> Кризис течения и внутренний источник нагревания потока в вихревой трубе .....	22
<b>Терехов В.И., Дьяченко А.Ю., Жданов В.Л., Смутьский Я.И., Шаров К.А.</b> Влияние дельтовидных табов на динамику течения и теплообмен в отрывной области за обратным уступом .....	23
<b>Бородулин В.И., Иванов А.В., Мищенко Д.А.</b> Тепловизионная регистрация ламинарно-турбулентного перехода на модели стреловидного крыла. Создание базы экспериментальных данных .....	24
<b>Бердников В.С., Гришков В.А., Михайлов А.В., Шумилов Н.А.</b> Экспериментальные исследования развития нестационарных свободноконвективных пограничных слоев при различных плотностях теплового потока на вертикальной стенке .....	25
<b>Кабардин И.К., Яворский Н.И., Меледин В.Г., Правдина М.Х., Гордиенко М.Р., Езендеева Д.П., Какаулин С.В., Кабардин А.К., Усов Э.В., Климонов И.А.</b> Экспериментальное определение границ применимости К-Е модели турбулентности и модели переноса Рейнольдсовых напряжений при управлении поворотно-дивергентным потоком .....	26
<b>Ляпидевский В.Ю., Чесноков А.А.</b> Слои смешения в струйных турбулентных течениях Хеле – Шоу .....	27
<b>Грек Г.Р., Катасонов М.М., Козлов В.В., Корнилов В.И., Садовский И.А.</b> Управление развитием собственных возмущений пограничного слоя на крыловом профиле с помощью распределенного отсоса через мелкоперфорированную поверхность .....	28