

---

## РЕФЕРАТЫ

### І. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ. ТЕПЛОМАССОБМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ЭНЕРГЕТИКИ

УДК 536.24

Васильев Леонард Л., Васильев Леонид Л., Журавлёв А. С., Рабецкий М. И., Шаповалов А. В., Родин А. В., Драгун Л. А., Костенко Е. В. ПЕРЕДАЧА ТЕПЛА С ПОМОЩЬЮ ПАРОДИНАМИЧЕСКИХ ТЕРМОСИФОНОВ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 12–17.

Описаны конструкция и принцип действия пародинамических термосифонов (ПДТ) – автономных двухфазных устройств для передачи тепла в горизонтальном направлении, в том числе на большие (десятки метров) расстояния. Представлены результаты исследования ПДТ с протяженным испарителем, рассмотрены варианты практического использования устройств.

Ил. 6. Библиогр. 4 назв.

УДК 536.24

Васильев Л. Л., Папченков А. И., Гракович Л. П., Куликовский В. К., Васильев Л. Л., мл. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОСИФОНОВ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ТЕХНИКИ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 18–29.

Приведены примеры использования двухфазных термосифонов для борьбы со снегом и льдом на активной части путевой структуры железнодорожного транспорта, в системах кондиционирования, сушильных и теплоутилизационных установках и т. д.

Табл. 1. Ил. 13. Библиогр. 7 назв.

УДК 666.952.2:662.641

Плышевский С. В., Лыщик П. А., Науменко А. И., Виноградов Л. М., Добкин С. М. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗОЛЫ-УНОСА ИЗ ТОПКИ С ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ ПРИ СЖИГАНИИ ФРЕЗЕРНОГО ТОРФА // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 30–35.

Изучены состав и свойства золы-уноса, образующейся в водогрейном котле с топкой псевдоожиженного слоя при сжигании фрезерного торфа. Дана рекомендация по ее использованию в качестве композиционных цементов для дорожного строительства.

Табл. 3. Ил. 3. Библиогр. 9 назв.

## **II. ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОС В КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ ТЕЛАХ И ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМАХ ПРИ ФАЗОВЫХ И ХИМИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЯХ. ПРОЦЕССЫ СУШКИ МАТЕРИАЛОВ**

УДК 674.046

Акулич П. В., Горбачев Н. М., Слижук Д. С., Солнцева Н. Л. СУШКА ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ СПОСОБОМ СБРОСА ДАВЛЕНИЯ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 36–41.

Представлены результаты экспериментального исследования сушки некоторых дисперсных материалов способом сброса давления при различных условиях нагрева: инфракрасный нагрев в сочетании с естественной конвекцией, СВЧ-нагрев. Проведенные эксперименты показали, что в реализованном методе конвективного и лучистого нагрева дисперсного материала от стенки камеры этот процесс занимает достаточно длительный период. Для снижения продолжительности сушки можно интенсифицировать процесс прогрева всего слоя материала использованием комбинированного метода сушки с СВЧ-нагревом. Применение комбинированного метода сушки с использованием сброса давления и СВЧ-нагрева позволило значительно увеличить скорость сушки материала при сохранении его качества и удельных затрат энергоресурсов.

Ил. 8. Библиогр. 5 назв.

УДК 66.047

Акулич П. В., Макарова О. Д., Сыскова М. Г., Чижик К. Г. ТЕРМИЧЕСКИЕ И ГИГРОСКОПИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ ТЕРМОЛАБИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИХ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 42–47.

Обсуждаются результаты экспериментальных исследований методом термического анализа термических свойств дубового экстракта, лигнопола, а также гигроскопических свойств материалов. Приведено описание устройства для их обезвоживания.

Ил. 4. Библиогр. 8 назв.

УДК 621.576

Лях М. Ю., Рабинович О. С. МОДЕЛИРОВАНИЕ АДСОРБЦИОННО-ХИМИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ С ФАЗОВЫМИ ПЕРЕХОДАМИ В ПОРАХ СОРБЕНТА // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 48–55.

Представлены результаты моделирования адсорбционного холодильника, учитывающего особенности совместного протекания физической и химической адсорбции, а также сопутствующие фазовые переходы в макропорах и капиллярную конденсацию в мезопорах, с учетом их распределения по размерам. Проведена оптимизация рассматриваемого устройства по основным конструктивным и режимным параметрам и установлены их оптимальные значения.

Табл. 1. Ил. 6. Библиогр. 6 назв.

УДК 536.423:66.048.5

Саверченко В. И., Фисенко С. П., Ходыко Ю. А. ОСОБЕННОСТИ ИСПАРЕНИЯ БИНАРНОЙ ПИКО- И ФЕМТОЛИТРОВОЙ КАПЛИ НА ПОДЛОЖКЕ В СВОБОДНОМОЛЕКУЛЯРНОМ РЕЖИМЕ. РАСЧЕТЫ И ЭКСПЕРИМЕНТ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 56–65.

Исследовано влияние различных факторов на время испарения одиночной пиколитровой капли водно-спиртового раствора на металлической подложке с высокой теплопроводностью в свободномолекулярном режиме. Экспериментально показано, что испарение таких капель происходит в режиме пиннинга. Измерены времена испарения капель водно-спиртовых растворов различной концентрации на подложке при пониженном давлении. Расчеты на базе одномерной математической модели показали, что скорость испарения пико- и фемтолитровой капли водно-спиртового раствора нелинейно зависит от концентрации спирта, начальной высоты капли, температуры подложки. Получена формула для характерного времени испарения.

Табл. 1. Ил. 5. Библиогр. 16 назв.

УДК 536.2:532/533

Сычевский В. А., Баранова Т. А. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АЭРОДИНАМИКИ ЛЕСОСУШИЛЬНОЙ КАМЕРЫ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 66–73.

Приведены результаты численного исследования аэродинамики экспериментального лесосушильного стенда Института тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси. Выполнен анализ структуры потока сушильного агента. Выявлены застойные зоны, а также зоны сильного вихреобразования, негативно влияющие на процесс сушки. Расчеты проведены с помощью программного комплекса ANSYS 14.5.

Ил. 8. Библиогр. 6 назв.

УДК 532.529

Теплицкий Ю. С., Рослик А. Р. ДИНАМИКА ПРОЦЕССОВ ПЕРЕНОСА В ТЕПЛОАККУМУЛЯТОРЕ С ЗЕРНИСТЫМ СЛОЕМ ПРИ НАЛИЧИИ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА. 1. МЕЛКИЕ ЧАСТИЦЫ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 74–81.

Приведены результаты математического моделирования нестационарного процесса нагрева (зарядки) теплоаккумулятора в виде зернистого слоя частиц парафина, заключенных в тонкие сферические оболочки – капсулы. Получена обобщенная зависимость для расчета времени зарядки теплоаккумулятора.

Ил. 6. Библиогр. 7 назв.

### **III. ЯВЛЕНИЯ В НЕРАВНОВЕСНЫХ СРЕДАХ. ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПРОЦЕССЫ. НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ**

УДК 533.9.08

Ананин С. И., Асташинский В. М., Костюкевич Е. А., Кузьмицкий А. М., Федечкина Т. Т., Шоронов П. Н. ФОРМИРОВАНИЕ КОМПРЕССИОННОГО ЭРОЗИОННОГО ПЛАЗМЕННОГО ПОТОКА В МИНИАТЮРНОМ ТОРЦЕВОМ УСКОРИТЕЛЕ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 82–87.

Приведены результаты экспериментального исследования миниатюрного торцевого эрозионного ускорителя. Определены основные интегральные характеристики и исследована динамика формирования генерируемых данным устройством компрессионных эрозионных плазменных потоков. Показана принципиальная возможность их использования для нанесения наноструктурированных металлических покрытий.

Ил. 6. Библиогр. 13 назв.

УДК 533.924

Асташинский В. М., Углов В. В., Квасов Н. Т., Кудакин Р. С., Кузьмицкий А. М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОКРЫТИЯ ВОЛЬФРАМА ДЛЯ КОНТРОЛЯ МЕХАНИЗМА ПЕРЕМЕШИВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ КОМПРЕССИОННЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ПОТОКОВ НА СИСТЕМУ СТАЛЬ – ПОКРЫТИЕ ИЗ КРЕМНИЯ И ТИТАНА // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 88–91.

Приведены результаты экспериментального исследования структуры системы сталь – покрытие из кремния и титана с дополнительным вольфрамовым покрытием, обработанной компрессионными плазменными потоками. Показана эффективность использования вольфрамового покрытия толщиной до 500 нм для контроля механизма перемешивания приповерхностного расплава при воздействии плазменного потока.

Ил. 4. Библиогр. 7 назв.

УДК 66.071.6.081.6

Войтик О. Л., Делендик К. И., Коляго Н. В., Пенязьков О. Г., Алхусан Х. ВОДОРОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ ТРУБЧАТЫХ НИКЕЛЕВЫХ МЕМБРАН // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 92–98.

Представлены созданные трубчатые никелевые и никель-палладиевые мембраны. Исследования по разным простым газам (He, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>) при давлениях в напорном канале от 2 до 6 атм и температурах до 700 °С показали непроницаемость никелевой мембраны по отличным от водорода газам. Произведен расчет коэффициента проницаемости и энергии активации проницания для различных видов разработанных мембран. Установлено, что производство никелевых мембран экономически выгоднее, чем палладий-никелевых, поскольку для полученных никелевых мембран энергия активации меньше, в результате чего скорость проникновения водорода в них выше.

Табл. 1. Ил. 5. Библиогр. 13 назв.

УДК 536.46

Генарова Т. Н., Грушевский В. В., Кривошеев П. Н., Лещевич В. В., Пенязков О. Г., Чернова Т. А., Шимченко С. Ю., Шушков С. В. МОДИФИКАЦИЯ ЭТИЛОВОГО СПИРТА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ЕГО САМОВОСПЛАМЕНЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСТАНОВКИ БЫСТРОГО СЖАТИЯ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 99–105.

Приведены результаты сравнения параметров воспламенения исходного и модифицированного этанола и хроматографического анализа продуктов их сгорания. Показано, что модифицирование этилового спирта наночастицами углерода снижает содержание метана и водорода в продуктах горения. Обеднение смеси приводит к значительному сокращению времени задержки самовоспламенения при уменьшении значения максимального прироста давления и практически неизменной средней скорости нарастания давления, что свидетельствует об увеличении скорости горения смеси.

Табл. 3. Ил. 4. Библиогр. 6 назв.

УДК 541.183+539.2

Зайцев А. Л. АДСОРБЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МОЛЕКУЛЫ ЭТАНА С ЧИСТОЙ И ДОПИРОВАННОЙ НИКЕЛЕМ ПОВЕРХНОСТЬЮ (0001) ОКСИДА АЛЮМИНИЯ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 106–115.

Методом функционала электронной плотности выполнен сравнительный анализ адсорбционного взаимодействия поверхностей (0001) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и (0001) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Ni с молекулой этана. Установлена энергетика основных реакций разложения этана на чистой и допированной никелем поверхностях, приводящих к образованию метана, этилена и водорода. Показано, что наиболее устойчивой структурой, формирующейся на поверхностях, является хемосорбированный этильный радикал, связанный с атомом металла (Al, Ni). Элиминирование атомарного водорода в реакции дегидрирования этана приводит к гидроксигированию чистой и гидрированию допированной поверхностей. Хемосорбция этильного радикала, а также гидроксигирование и гидрирование поверхности (0001) определяют энергетiku последующих молекулярных превращений и процессы десорбции продуктов диссоциативной адсорбции этана.

Табл. 1. Ил. 5. Библиогр. 20 назв.

УДК 620.3

Кравцевич А. В., Свириденко А. И., Микулич С. И., Ровба И. А., Шашура Л. И. ПОЛИМЕРНЫЙ НАНОКОНЦЕНТРАТ ОКСИДА КРЕМНИЯ И НАНОКОМПОЗИЦИОННЫЕ ПЛЕНКИ НА ЕГО ОСНОВЕ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 116–120.

Проведена опытно-промышленная апробация концентратов наноразмерного диоксида кремния на основе полиэтилена высокого давления при получении композиционных пленок на промышленном оборудовании. Исследованы деформационно-прочностные, барьерные свойства и оптические характеристики композиционных пленок с содержанием наночастиц диоксида кремния 0,1–0,5 мас. %.

Табл. 2. Ил. 3. Библиогр. 7 назв.

УДК 536.46:662.612.32

Кривошеев П. Н., Лещевич В. В., Пенязьков О. Г., Шимченко С. Ю. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРЕЖДЕВРЕМЕННОГО ВОСПЛАМЕНЕНИЯ МЕТАНА В УСТАНОВКЕ БЫСТРОГО СЖАТИЯ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 121–126.

Визуализация процесса самовоспламенения и экспериментальные работы с нереагирующими смесями выявили неизбежное присутствие посторонних частиц в тестовом объеме. При определенных условиях (температура, давление, размер частиц) эти частицы могут возгораться быстрее, чем газовая реагирующая смесь и являться причиной локального ускорения реакции. Это объясняет обнаруженный ранее большой разброс экспериментальных данных по задержкам воспламенения метановоздушных смесей при температурах ниже 1200 К, а также несоответствие измерений идеализированным расчетам.

Ил. 4. Библиогр. 5 назв.

УДК 543.637:546.271-386

Минкина В. Г., Калинин В. И., Шабуня С. И. КАТАЛИТИЧЕСКИЙ ГИДРОЛИЗ БОРОГИДРИДА НАТРИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 127–131.

Проведен анализ эффективности сеточного никелевого катализатора для получения водорода из раствора борогидрида натрия. Проведены испытания генератора водорода с каталитическим блоком из сеток никелевого катализатора для проверки его на механическую прочность и возможность разрушения в процессе эксплуатации. Анализ полученных результатов указывает на то, что активность разработанного катализатора вполне удовлетворяет требованиям проведения процесса. Циркуляционная схема позволила использовать в генераторе водорода менее эффективный, но дешевый никелевый катализатор. При этом обеспечивалась устойчивая работа генератора с высокой производительностью по водороду.

Ил. 3. Библиогр. 10 назв.

УДК 621.365.91:533.9

Никончук А. Н., Моссэ А. Л., Савчин В. В., Ложечник А. В., Разина Г. Н., Цеков О. О. ПЛАЗМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ СИНТЕЗ-ГАЗА ИЗ ОТРАБОТАННЫХ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 132–136.

Описана конструкция и принцип действия плазменного реактора для получения синтез-газа из отработанных смазочных материалов. Приведены параметры работы плазменного реактора и представлены результаты экспериментальных исследований плазменной конверсии отработанных смазочных материалов с получением синтез-газа, который может быть использован для дальнейшего химического синтеза или производства энергии.

Табл. 2. Ил. 1. Библиогр. 5 назв.

УДК 536.46

Шабуня С. И., Мартыненко В. В., Игнатенко В. И., Ростан Ж.-К. РАВНОВЕСНЫЙ РАЗМЕР КАПЕЛЬ РАСПЛАВА ПРИ ГОРЕНИИ ЖЕЛЕЗНЫХ СТЕРЖНЕЙ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 137–146.

Рассмотрено влияние поверхностных сил на процесс формирования капли расплава при горении железных стержней. Сделаны оценки максимальных и минимальных размеров равновесных капель расплава, результаты сопоставлены с данными капельной модели горения стержней, построенной нами ранее. На основе сопоставлений центров тяжести капли расплава и прогоревшей части стержня сделан вывод о зависимости механизмов горения от диаметра стержня, в частности, для стержней меньше 3 мм предполагается новая струйная модель горения.

Ил. 8. Библиогр. 9 назв.

#### **IV. ПРОЦЕССЫ ГИДРОГАЗОДИНАМИКИ В СРЕДАХ СЛОЖНОГО СОСТАВА И СТРУКТУРЫ**

УДК 534.28

Баев А. Р., Коробко Е. В., Кузьмин В. А. Новикова З. А. ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ОТРАЖЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН В МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКИХ СУСПЕНЗИЯХ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 147–153.

Настоящая работа является развитием выполненных ранее исследований, направленных преимущественно на изучение закономерностей изменения скорости и коэффициента ослабления ультразвуковых волн в магнитореологических жидкостях (МРЖ) под влиянием однородного магнитного поля разной величины и направления. Уточнено поведение акустических свойств МРЖ в отсутствие влияния граничных эффектов, вызывающих деформацию структуры МРЖ при вращении кюветы в постоянном магнитном поле.

Получены зависимости скорости ультразвука и удельного акустического сопротивления в МРЖ, выполненной на основе масла МОБИЛ, при изменении объемной концентрации взвешенных частиц железа в диапазоне 0–10%. Впервые обнаружено существенное изменение коэффициента отражения ультразвуковых волн (десятки процентов) при наложении однородного магнитного поля, что представляет интерес для диагностики границы твердое тело – МРЖ и изучения свойств магнитожидкостных дисперсий.

Ил. 6. Библиогр. 8 назв.

УДК 577.3.08

Жолудь А. М. МАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ РАЗБАВЛЕННОЙ КРОВИ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 154–159.

Представлены результаты теоретического и экспериментального исследования процесса магнитной сепарации эритроцитов в узком щелевом канале, что открывает перспективы создания эффективных систем разделения крови.

Ил. 5. Библиогр. 7 назв.

УДК 532.526.5

Жукова Ю. В., Чорный А. Д. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛО-ОБМЕНА ПРИ ТЕЧЕНИИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В КРУГЛОЙ ТРУБЕ С ПРОДОЛЬНЫМ ВНУТРЕННИМ ОРЕБРЕНИЕМ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 160–164.

Приведены результаты численного исследования влияния размеров и формы кольцевых канавок на изменение теплоотдачи ребер параболической формы при двух заданных значениях их толщины и высоты. Выполненная по результатам численного моделирования визуализация течения позволила установить особенности формирования структур в межреберном пространстве с рассмотренными кольцевыми канавками. Расчеты проводились с помощью программного комплекса ANSYS 14.5.

Табл. 1. Ил. 4. Библиогр. 4 назв.

УДК 532.517.4

Иванов Д. А., Бьюли Г. ФОРМИРОВАНИЕ КАПЕЛЬ ВОДЫ В ОБЛАКАХ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТУРБУЛЕНТНОСТИ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 165–169.

Облака представляют собой диспергированные турбулентным потоком воздуха частицы воды. Они регулируют земной энергетический баланс и являются основным источником неопределенности в предсказании климата. В основе этой неопределенности – отсутствие в понимании эволюции размера частиц облаков. Фалькович и др. теоретически предсказали новый механизм под названием "слинг-эффект", при котором турбулентный поток воздуха формирует в облаках крупные частицы жидкости путем сталкивания и сливания



мелких капель. До настоящего времени отсутствовало эмпирическое описание этого явления. В данной работе приведены экспериментальное исследование и количественное описание слинг-эффекта. Полученные результаты позволят протестировать основные параметры численных моделей физики облаков, что может повысить точность расчетных моделей для предсказания климата.

Ил. 2. Библиогр. 7 назв.

УДК 577.31+615.832.9

Левин М. Л., Маханёк А. А. АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЙ ФАКТОР В ТЕПЛОВОЙ ЗАДАЧЕ ОБЩЕЙ ГАЗОВОЙ КРИОТЕРАПИИ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 170–178.

Представлены результаты теоретического анализа влияния роста и массы человека (мужчины) на температуру различных частей тела и поверхности кожи применительно к условиям общей газовой криотерапии при  $-110\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Проанализированы изменения температур различных участков поверхности кожи и коэффициентов теплообмена между кожей и газовым хладагентом при варьировании роста и массы тела с сохранением стандартизованного соотношения типа  $\text{рост/см} = \text{масса/кг} + 100$ , при изменении относительной доли мышечной и жировой биотканей у человека ростом 180 см и массой 80 кг, а также при произвольных сочетаниях роста, массы и относительной доли подкожной жировой ткани. Показано, что антропометрический фактор существенно влияет на температуру кожного покрова при общей газовой криотерапии

Табл. 2. Ил. 7. Библиогр. 18 назв.

## **V. МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ЭКСПЕРИМЕНТОВ, РАСЧЕТОВ И МОДЕЛИРОВАНИЯ. ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ, ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И ДРУГИЕ СВОЙСТВА ОБЪЕКТОВ**

УДК 66.071.6.081.6

Войтик О. Л., Делендик К. И., Коляго Н. В., Пенязьков О. Г., Алхусан Х. ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «МЕМБРАННОЕ ГАЗОРАЗДЕЛЕНИЕ 1.0» // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 179–186.

Создан программный комплекс «Мембранное газоразделение 1.0» (MGS v. 1.00), позволяющий проводить компьютерные исследования различных конструктивных решений экспериментальной установки для мембранной сепарации газов, изготовленной в лаборатории физико-химической гидродинамики Института тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси. Программный комплекс «Мембранное газоразделение 1.0» дает возможность проводить расчеты по заданным алгоритмам для нескольких типов мембран и диффузионных модулей для двух режимов работы на выбор, а также задавать параметры процесса разделения; предлагает удобный интерфейс вывода результатов расчета.

Табл. 1. Ил. 6. Библиогр. 4 назв.

УДК 536.521.2

Горбатов С. В., Давидович П. А., Курносков И. В., Моргун Э. В., Приходько Е. М., Шушков С. В., Плевако Ф. В. МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫЙ ЗОНДОВЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 187–189.

Представлены результаты разработки измерителя высокой температуры зондового типа. Прибор изготавливается как многоканальный. Примененная оптическая система практически исключает влияние электромагнитных полей на измеритель температуры. Прибор включает х86 компьютер и может быть легко интегрирован в АСУТП различного уровня.

Табл. 1. Ил. 4. Библиогр. 5 назв.

УДК 536.2.083

Данилова-Третьяк С. М., Евсеева Л. Е., Танаева С. А. ВЛИЯНИЕ ТЕРМОЦИКЛИРОВАНИЯ НА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕКСТОЛИТОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОМАТЕРИАЛАМИ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 190–194.

Проведены сравнительные экспериментальные исследования влияния термоударов на теплофизические свойства традиционного и модифицированных углеродными наноматериалами асбобластиков в диапазоне температур  $-150 \dots 150$  °С в зависимости от типа углеродного нанонаполнителя. Показано, что наиболее стойким к термоударам оказался текстолит, матрица которого модифицирована мелкомасштабной фракцией наноматериала, углеродными нанотрубками, которые препятствуют растрескиванию материала при термоциклировании. Самое сильное уменьшение тепло- и температуропроводности, вызванное растрескиванием материала, наблюдается при первых термоударах. При дальнейшем увеличении числа термоциклов происходит «залечивание» дефектов, тепло- и температуропроводность повышаются до исходного уровня. Удельные теплоемкости модифицированных и традиционных асбобластиков практически совпадают в пределах погрешности измерений.

Ил. 4. Библиогр. 6 назв.

УДК 678.6:621.763:678.046

Дубкова В. И., Виноградов Л. М., Бородуля В. А., Евсеева Л. Е., Маевская О. И., Кривулец А. И. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНОГО КАРБИДА КРЕМНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ЭПОКСИДНОЙ КОМПОЗИЦИИ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 195–203.

Разработаны новые теплопроводные эпоксидные композиции на основе мелкодисперсного карбида кремния, полученного в электротермическом кипящем слое. Установлено, что наночастицы карбида кремния взаимодействуют с эпоксидной матрицей на границе раздела фаз, изменяя микроструктуру отвержденного полимера. Как следствие, наблюдается улучшение деформационных свойств, повышение физико-механических, термических и теплофизических характеристик композитов, в наибольшей степени выраженное при степени наполнения эпоксидной композиции мелкодисперсным карбидом кремния  $\geq 50$  мас.%. При

высоких степенях наполнения карбидом кремния повышается устойчивость композиции к возгоранию и длительному воздействию пламени горелки без нарушения целостности.

Табл. 1. Ил. 7. Библиогр. 11 назв.

УДК 536.2.022

Колиенко В. П., Евсеева Л. Е., Танаева С. А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ БОРСОДЕРЖАЩИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 204–207.

Проведено моделирование эффективного коэффициента теплопроводности борсодержащих композиционных материалов с учетом свойств компонентов и их концентраций в интервале температур 25–500 °С. Рассмотрены модели, описывающие теплопроводность двух- и трёхкомпонентных композиционных материалов, и проведена оценка их применения для расчета эффективного коэффициента теплопроводности корундовой керамики на алюмофосфатной связке с наполнителем – кристаллическим и аморфным бором.

Ил. 4. Библиогр. 5 назв.

УДК 532.135

Коробко Е. В., Баешко А. А., Виланская С. В., Шестак Н. Г. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЕНЫ ИЗ РАСТВОРА ПОЛИДОКАНОЛА РАЗНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ НА ЕЕ РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 208–213.

Впервые выполнены экспериментальные исследования влияния температуры пены из водного раствора полидоканола разной концентрации (1%, 3%) на ее реологические параметры в интервале температур 10–25 °С и диапазоне скоростей сдвига 3.75–82.5 с<sup>-1</sup>. Для описания реологических свойств данной пены использована степенная модель, определены диапазоны значений параметров модели для пены; зависимости параметров модели для пены от температуры с хорошей степенью точности аппроксимированы линейной функцией. Установлено, что вязкость пены в данных условиях снижается с повышением температуры; вязкость пены 3%-го раствора выше, чем 1%-го; вязкость охлажденной пены в данных условиях и при скоростях сдвига 3.75–22.5 с<sup>-1</sup> выше там, где шприцы предварительно охлаждали. Усовершенствованный метод получения пены из охлажденного полидоканола может быть рекомендован в склеротерапии для лечения пациентов с варикозной болезнью нижних конечностей. Полученные данные позволят улучшить результаты лечения, повысить эффективность метода, найти более широкое применение в лечении варикозной болезни.

Табл. 2. Ил. 5. Библиогр. 24 назв.

УДК 674.046

Коробко Е. В., Бедик Н. А., Билык В. А., Барташевич А. А., Игнатович Л. В., Утгоф С. С. ИССЛЕДОВАНИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕРМОУПЛОТНЕННОГО ШПОНА И ИСПОЛЬЗУЕМЫХ КЛЕЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 214–220.

Представлены результаты исследований реологических характеристик клевого материала, используемого с уплотненным шпоном. Показано, что изменение структуры шпона и его эластичности под действием прессования и термообработки позволяет улучшить его эксплуатационные характеристики и снизить расход клевого материала при его применении.

Табл. 2. Ил. 3. Библиогр. 17 назв.

УДК 517.518.8:519.633:536.2

Кот В. А. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ТОЖДЕСТВА ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 221–230.

Показана возможность перевода уравнения теплопроводности совместно с краевыми условиями в последовательность из интегральных тождеств относительно взвешенной температурной функции, при этом весовые функции учитывают свойства уравнения и краевые условия. Построение тождественных равенств осуществлено на основе введения граничной функции и операторов многократного дифференцирования и интегрирования.

Табл. 1. Библиогр. 15 назв.

УДК 517.518.8:519.633:536.2

Кот В. А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ НА ОСНОВЕ СИСТЕМ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ТОЖДЕСТВ ДЛЯ ВЗВЕШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ФУНКЦИИ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 231–241.

Показано, что на основе предложенных систем интегральных тождественных равенств возможно определение с высокой точностью собственных значений краевых задач, описываемых уравнением теплопроводности. В предложенном методе взвешенной температурной функции (МВТФ) полиномиальные коэффициенты определяются решением системы линейных алгебраических уравнений. Предложено два вида определяющих уравнений, каждое из которых дает обыкновенное дифференциальное уравнение  $N$ -го порядка, характеристическое уравнение которого определяет спектр из  $N$  собственных значений краевой задачи. МВТФ существенно превосходит по точности другие приближенные методы и отличается высокой сходимостью.

Табл. 6. Библиогр. 11 назв.

УДК 517.518.8:519.633:536.2

Кот В. А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЧНЫХ ФУНКЦИЙ НА ОСНОВЕ СИСТЕМ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ТОЖДЕСТВ ДЛЯ ВЗВЕШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ФУНКЦИИ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 242–251.

На примере рассмотрения тестовых задач для протяженной пластины и сплошного цилиндра с граничными условиями I и II рода продемонстрирована возможность простого и эффективного определения граничных значений температуры либо ее производной (тепловой поток) на основе предложенного метода взвешенной температурной функции. Данный метод дает намного более точные решения по сравнению с другими приближенными методами,

при этом обеспечивается возможность согласования решений с граничными и начальным условиями в интересующей граничной точке.

Ил. 7. Библиогр. 7 назв.

УДК 517.518.8:519.633:536.2

Кот В. А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ МЕТОДОМ ВЗВЕШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ФУНКЦИИ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 252–262.

В отличие от классических точных решений, содержащих тригонометрические, цилиндрические и специальные функции, которые трудны для анализа и практических расчетов, получаемые предложенным методом взвешенной температурной функции (МВТФ) решения имеют простой вид степенных рядов (полиномов) и максимально приспособлены для разного рода анализа, проведения инженерных расчетов, решения задач оптимизации, обратных задач, решения сложных задач, когда тепловой расчет является промежуточным этапом и т. д. МВТФ гармонично объединяет простоту и высокую точность, существенно превосходящую точность известных приближенных аналитических и полуаналитических методов. Метод не критичен в отношении сложности задаваемых на поверхности тел неоднородных граничных условий и не требует предварительных преобразований с трансформацией неоднородных граничных условий в однородные.

Табл. 3. Ил. 7. Библиогр. 9 назв.

УДК 661.862:532.135

Лаевская Е. В., Ещенко Л. С., Коробко Е. В., Новикова З. А., Унал Х. И. ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ ДИГИДРАТА ОРТОФОСФАТА АЛЮМИНИЯ НА ЕГО ЭЛЕКТРОРЕОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 263–270.

Получены и исследованы дигидраты ортофосфата алюминия которые, в зависимости от условий получения, имеют орторомбическую (варисцит) и моноклинную (метаварисцит) структуры. Исследована электрореологическая активность суспензий, содержащих дигидраты ортофосфата алюминия различной структуры. Установлено, что дигидрат ортофосфата алюминия, имеющий моноклинную структуру, обладает высокой электрореологической активностью благодаря слоистой структуре и наличию молекул воды в межслоевом пространстве, диссоциирующих под действием электрического поля с образованием подвижных протонов.

Табл. 2. Ил. 6. Библиогр. 15 назв.

УДК 537.523.5.924

Лактюшин А. Н., Лактюшина Т. В. КОМПЬЮТЕРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СИСТЕМНЫХ ПРОЕКТНЫХ РАСЧЕТОВ ЛИНЕЙКИ СОВМЕЩЕННЫХ ПЛАЗМОТРОНОВ-РЕАКТОРОВ МОЩНОСТЬЮ 100–500 кВт // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 271–278.

Представлен пример реализации принципов системного подхода в проектных расчетах геометрических и режимных параметров линейки совмещенных плазмотронов-реакторов (СПР) с цилиндрическими полыми электродами и воздушно-вихревой стабилизацией электрической дуги мощностью от 100 до 500 кВт. Расчет выполнялся на математической модели, в которую было включено полученное в данной работе эмпирическое уравнение для удельной эрозии цилиндрических катодов. Ресурс цилиндрического катода рассчитывался не по усредненной величине удельной эрозии катода, как обычно, а по конкретным значениям, определяемым в процессе расчета для каждого варианта СПР. Соответствующие ограничения на величину удельной эрозии цилиндрического катода обеспечили выбор технически оптимального варианта СПР с максимально возможным в поставленных условиях ресурсом в безопасном докритическом диапазоне рабочих токов, исключающем преждевременное разрушение катода.

Табл. 3. Ил. 2. Библиогр. 8 назв.

УДК 536.25:536.45

Станкевич Ю. А., Чупрасов В. В., Третьяк М. С., Клишин А. Ф. ИССЛЕДОВАНИЕ АБЛЯЦИИ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 279–283.

Приведены результаты моделирования обтекания покрытий плазменным потоком при различных касательных напряжениях. Определен диапазон параметров, достигаемых на экспериментальной установке ЭДПГ-1,2, и исследовано влияние касательных напряжений на работоспособность 15 теплозащитных композиций в диапазоне изменения механических нагрузок, вызванных обтекаемым потоком, от 100 до 300 МПа.

Табл. 1. Ил. 7.

УДК 531.55.016

Храмцов П. П., Васецкий В. А., Грищенко В. М., Махнач А. И., Ших И. А. ОПТИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ МЕТАЕМОГО ТЕЛА В БАЛЛИСТИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 284–287.

Предложен оптический метод измерения скорости небольших (~1 мм) тел и представлена конструкция датчика для ее измерения, с помощью которого определены скорости метаемого тела в диапазоне 0,8–2,6 км/с.

Ил. 3. Библиогр. 11 назв.

УДК 536.248.2

Шнип А. И., Марач С. О. СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ЛУЧИСТОГО ТЕПЛО-ВОГО ПОТОКА: МЕТОД КАЛИБРОВКИ // Тепло- и массоперенос – 2014. Минск: Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2015. С. 288–296.

Ранее авторами был предложен малоинерционный способ измерения лучистых тепловых потоков, основанный на непрерывной регистрации температур двух элементов, термически связанных кондуктивными и лучистыми связями, и восстановлении падающего на приемный элемент лучистого потока по этим температурным данным на основе специального алгоритма. В настоящей работе для повышения точности измерений предложен способ уточнения трех численных эмпирических параметров этого алгоритма путем калибровки их значений на основе сравнения измеренных значений известного эталонного потока с истинными. Эталонный поток создается моделью абсолютно черного тела и определяется путем регистрации его температуры. Для минимизации невязки между измеренным потоком и истинным разработан и программно реализован алгоритм настройки трех численных параметров процедуры восстановления падающего потока, позволяющий автоматически отыскать оптимальные значения этих параметров, обеспечивающие минимум указанной невязки. На основе численного моделирования процесса измерения показано, что используя предложенный способ измерения теплового потока, в котором эмпирические параметры найдены с помощью калибровки на основе разработанного автоматизированного алгоритма настройки, получаем невязку между падающим потоком и измеренным в пределах  $\pm 2 \text{ Вт/м}^2$ .

Табл. 3. Ил. 5. Библиогр. 9 назв.