

## **КОНВЕКТИВНЫЙ ТЕПЛОМАССОБМЕН**

**В.С.Авдеевский, В.Н.Калашник, Р.М.Копяткевич**  
**1.1. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООТДАЧИ ПРИ ЕСТЕСТВЕННОЙ**  
**КОНВЕКЦИИ В ГАЗОНАПОЛНЕННЫХ ПОРИСТЫХ**  
**СРЕДАХ ПРИ БОЛЬШИХ ДАВЛЕНИЯХ**  
**(г. Москва)**

При больших числах Рэлея в приближении пограничного слоя дается решение задач о естественной конвекции около вертикальной неизотермической плоской пластины и изотермических поверхностей цилиндра и шара, ограниченных пористой средой. Решение получено численным и приближенным интегральными методами, и определены критериальные зависимости для теплоотдачи. Приведены экспериментальные данные по теплопроводности плоского слоя пористой изоляции.

**В.Е.Аеров, Б.А.Коловандин, Г.Г.Старобинец,**  
**Н.Н.Лучко, Ю.М.Дмитренко**  
**1.2. ИССЛЕДОВАНИЕ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОГО ОСЕСИММЕТРИЧНОГО**  
**БЛИЖНЕГО СЛЕДА**  
**(Институт тепло- и массообмена им.А.В.Лыкова**  
**АН БССР, г. Минск)**

Разработана расчетная модель, способная с достаточной точностью описать неизотермическое турбулентное струйное течение с нулевым избыточным импульсом по заданным начальным распределениям характеристик турбулентности.

Выполнено экспериментальное исследование в ближней части следного течения с целью получения начальных условий и для проверки правильности расчета по разработанной модели.

**И.Т.Аладьев, К.Д.Воскресенский, Е.С.Турилина, А.А.Ивлев**  
**1.3. О КОНВЕКТИВНОМ ТЕПЛООБМЕНЕ ПРИ ТУРБУЛЕНТНОМ**  
**ТЕЧЕНИИ В КАНАЛАХ СВЕРХПРОВОДЯЩЕГО КАБЕЛЯ (СПК).**  
**(Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского,**  
**г. Москва)**

С позиций полуэмпирических представлений рассмотрены вопросы теплообмена в каналах сверхпроводящего кабеля. Получены достаточно простые выражения для теплоотдачи к жидкому гелию. В сверхкритической области параметров состояния результаты расчетов сравниваются с опытом.

**А.Б.Амбразевичюс, П.Ю.Валаткявичюс, П.М.Кежелис**  
**1.4. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА НА ТЕПЛООБМЕН**  
**ПРИ ТУРБУЛЕНТНОМ ТЕЧЕНИИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ГАЗА**  
**В НАЧАЛЬНОМ УЧАСТКЕ ТРУБЫ**  
**(Институт физико-технических проблем энергетики**  
**АН ЛитССР, г. Каунас)**

Результаты экспериментального исследования локального турбулентного теплообмена в трубе диаметром 21,5 мм с холодными стенками и  $1 < \ell/\alpha < 16$  при температурах воздуха или азота от 500 до 6000 К показали, что независимо от угла входа в трубу (0, 45, 90 и 180°) влияния температурного фактора (для отношения температур газов на оси трубы и стенки, меньшего или равного 15) на теплообмен практически не имеется. Измеренные

скорости и температуры газов вдоль оси начального участка трубы показали их постоянство при  $l/\alpha < 10$ , поэтому данные обрабатывались для случая внешней задачи.

Приводятся зависимости для расчета локального теплообмена в начальном участке трубы при различных условиях входа.

**М.С.Апфельбаум, Т.Н.Баранова, А.М. Северов,  
Н.О.Скуратовский, Е.И.Литовский**

### **1.5. ЭЛЕКТРОКОНВЕКЦИЯ В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЯХ (ВНИПИэнергопром, г. Москва)**

Рассмотрено струйное течение слабопроводящих диэлектрических жидкостей от высоковольтного электрода с теплообменом (электроконвекция). С использованием зависимости проводимости от электрического поля получена зависимость скоростей, температуры, числа Нуссельта от подаваемого напряжения и электрических свойств жидкости. Наблюдалось струи над свободной поверхностью и затопленные струи в прозрачной ячейке, вставленной в проектор.

**М.М.Ардашева, В.Я.Боровой, П.И.Горенбух, М.В.Рыжкова**

### **1.6. СОВМЕСТНОЕ ВЛИЯНИЕ ЧИСЕЛ МАХА И РЕЙНОЛЬДСА НА ТЕПЛООБМЕН НА ПОДВЕТРЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛУКОНУСА ПРИ ГИПЕРЗВУКОВЫХ СКОРОСТЯХ (ЦАТИ, г. Москва)**

Приведены результаты исследования теплообмена на плоской поверхности затупленного полуконуса, обтекаемого под нулевым углом атаки потоком гелия при больших числах Маха (до 23,5). Показано, что при больших числах  $M$  на плоской (верхней) поверхности полуконуса образуются узкие зоны интенсивного теплообмена, если число Рейнольдса достаточно большое.

Проведена корреляция результатов измерений максимального коэффициента теплоотдачи, полученных в широком диапазоне чисел Маха и Рейнольдса ( $M_{\infty} = 3 + 23,5$  и  $Re_{\infty} \alpha = 10^4 - 4 \cdot 10^5$ ,  $\alpha$  – радиус затупления).

**Дж.К.Астежиано, Д.Гранд, Р.Мартин, Ф.Верние**

### **1.7. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЦИРКУЛЯЦИОННЫХ ПОТОКОВ В НАТРИИ**

**(Центр ядерных исследований, Гренобль, Франция)**

Представлены результаты экспериментального исследования смешанной конвекции (рециркуляционного течения) жидкого натрия в двухмерной прямоугольной полости с постоянным тепловым потоком на трех стенках в диапазонах чисел Рейнольдса  $10^4 < Re < 10^5$  и параметра смешанной конвекции  $0.1 < G/Re^2 < 12$  ( $G$  – число Грасгофа). Показано, что при условии  $G/Re^2 > 1$  молекулярная диффузия оказывает подавляющее влияние на механизм эна.

**Э. Ахенбах**

### **1.8. ОБОБЩЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ ЛОКАЛЬНОГО И ИНТЕГРАЛЬНОГО ТЕПЛООБМЕНА ПОПЕРЕЧНО ОБТЕКАЕМЫХ ГЛАДКИХ И ШЕРОХОВАТЫХ ЦИЛИНДРОВ 2**

**(Институт реакторных конструкций, Юлих, ФРГ)**

В интервале чисел Рейнольдса от  $2 \cdot 10^4$  до  $4 \cdot 10^6$  исследовались гидродинамика и конвективный теплообмен при поперечном обтекании гладких и шероховатых цилиндров. Параметр шероховатости  $Ks/\alpha$  изменялся в интервале  $0 < Ks/\alpha < 900 \cdot 10^{-5}$ . Приводятся измерения распределений статического давления, локального и интегрального коэффициентов теплообмена, гидравлического сопротивления. С увеличением параметра шероховатости наблюдается улучшение теплообмена. Исследуются также переход ламинарного пограничного слоя к турбулентному и отношение количества тепла, пе-

ренесенного от передней части цилиндра, к общему количеству тепла.

**Н.У.Бакиров, Г.М.Соловьев, И.Х.Хайруллин, И.А.Цветков**

**1.9. ТЕПЛО- И МАССООБМЕН ПРИСВОБОДНОЙ КОНВЕКЦИИ В  
ЗАМКНУТЫХ СОСУДАХ, ЧАСТИЧНО ЗАПОЛНЕННЫХ ЖИДКОСТЬЮ  
(Казанский химико-технологический институт)**

На основании оптических и термометрических измерений обсуждается связь процессов, происходящих в жидкой и парогазовой фазах воды и изооктана при круговом обогреве сосудов, и даются критериальные уравнения для расчета роста давления в парогазе и температуры свободной поверхности жидкости.

**Ю.В.Барышев, А.И.Леонтьев, Н.К.Пейкер**

**1.10. ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛООБМЕНА В ТУРБУЛЕНТНОМ ПОГРАНИЧНОМ  
СЛОЕ НА ПОРИСТОЙ ПОВЕРХНОСТИ И В ОБЛАСТИ ГАЗОВОЙ ЗАВЕСЫ  
(Институт высоких температур АН СССР, г. Москва )**

Приводятся результаты экспериментального исследования эффективности газовой завесы и теплообмена в области газовой завесы за проницаемыми участками различной длины в дозвуковом турбулентном пограничном слое.

**В.Г.Баштовой, С.В.Исаев, М.П.Павлинов**

**В.К.Полевилов, В.Е.Фертман**

**1.11. ТЕПЛОВАЯ КОНВЕКЦИЯ ФЕРРОМАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ  
В НЕОДНОРОДНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ  
(Институт тепло- и массообмена им.А.В.Лыкова  
АН БССР, г. Минск)**

Введены критерии, характеризующие теплообмен в ферромагнитной жидкости. Получены условия пренебрежения возмущениями магнитного поля.

В результате численных расчетов и экспериментальных исследований показано, что возможно регулируемое охлаждение проводников с током ферромагнитной жидкостью.

**В.Ю.Безуглый, Н.М.Беляев**

**1.12. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ НАТЕКАНИИ  
ПЛОСКОЙ ГАЗОВОЙ СТРУИ НА ПРЕГРАДУ  
(Днепропетровский государственный университет)**

Численно исследован процесс теплообмена между плоской ламинарной импактной газовой струей, истекающей из щели с малыми дозвуковыми скоростями, и плоской преградой.

Разностная схема, построенная с использованием возмущенных разностных операторов, аппроксимирует систему эллиптических дифференциальных уравнений в частных производных со вторым порядком точности. Разностная краевая задача решена методом Гаусса-Зайделя.

Проанализировано влияние температурного фактора, относительного расстояния от выходного сечения щели до преграды и других критериев подобия на интенсивность теплообмена струи с преградой.

3

**И.А.Белов, И.П.Гинзбург, Г.Ф.Горшков, В.С.Терпигорьев**

**1.13. ТЕЧЕНИЕ И ТЕПЛООБМЕН СТРУИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ,  
ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩЕЙ С ПРЕГРАДОЙ  
(Ленинградский механический институт)**

Приведены результаты экспериментального исследования газодинамических и тепловых параметров свободных и взаимодействующих с преградой неизотермических струй низкотемпературной плазмы.

Показано, что для свободных струй профили скоростных напоров и избыточных теплосодержаний поперек струи могут считаться автомодельными. Получены зависимости для градиента скорости в точке торможения для струй, взаимодействующих с преградой.

По величине градиента скорости в точке торможения с учетом турбулентности потока струи рассчитан тепловой поток в точке торможения.

**И.А.Белов, И.П.Гинзбург, Г.Ф.Горшков, В.С.Терпигорьев**

#### **1.14. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА В ЗОНЕ ВОЗВРАТНОГО ТЕЧЕНИЯ ВБЛИЗИ ПРЕГРАДЫ ПРИ НАТЕКАНИИ НА НЕЕ НЕРАВНОМЕРНОЙ СТРУИ**

**(Ленинградский механический институт)**

Приведены результаты экспериментального исследования динамических и тепловых характеристик потока составной струи с периферийным максимумом скорости, натекающей по нормали на бесконечно большую преграду. Показано, что взаимодействие такой струи с преградой отличается повышенными тепловыми потоками к преграде по сравнению со случаем натекания на преграду струи с равномерным профилем скорости на срезе сопла. Интенсификация теплообмена объясняется эффектом возникновения устойчивой зоны возвратных токов к центру преграда.

**Б.М.Берковский, А.Н.Зислович**

#### **1.15. НЕКОТОРЫЕ ЗАДАЧИ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА В ФЕРРОМАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ**

**(Институт тепло- и массообмена  
им.А.В.Лыкова АН БССР, г. Минск)**

В рамках модели феррожидкости с несимметричным тензором напряжений получено выражение для объемной силы, обусловленной диссипативной частью вектора намагниченности в случае медленно меняющихся магнитных полей. Исследуется влияние однородного стационарного и вращающегося поля на конвективный теплоперенос в вертикальном канале.

**Р.Д.Борисова, А.А.Гухман, В.В.Дильман, Б.А.Кадер**

#### **1.16. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ТУРБУЛЕНТНОГО ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОСА НА НАЧАЛЬНОМ УЧАСТКЕ ТРУБЫ В УСЛОВИЯХ $Pr \gg 1$**

**(Московский институт химического машиностроения,  
Государственный институт азотной промышленности  
и продуктов органического синтеза)**

С помощью электрохимического метода моделирования массообменных процессов экспериментально исследована интенсивность турбулентного массопереноса на начальном участке круглой трубы в широком интервале изменения параметров:  $5 \cdot 10^3 \leq Rl \leq 200 \cdot 10^3$ ,  $600 \leq Pr \leq 36000$  и  $l/a$  от  $3 \cdot 10^{-3}$  до 8.

Полученные результаты сравниваются с предложенной ранее теорией. Экспериментальный материал хорошо согласуется с предположением о третьей степени закона затухания коэффициента турбулентного обмена вблизи стенки

**П.М.Брдлик, В.Г.Сугак**

#### **1.17. СМЕШАННАЯ КОНВЕКЦИЯ У ПРОНИЦАЕМОЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

**(МЛТИ, г. Москва)**

Решены методом интегральных соотношений дифференциальные уравнения, описывающие смешанную конвекцию у плоских поверхностей при законах изменения скорости свободного потока, вдува (отсоса) и температуры поверхности

$$U_0 \sim x^m, \psi_w \sim x^{\tilde{m}}, T_w - T_0 \sim x^n$$

( $x$  – расстояние от передней кромки вдоль пластины). Получены аналитические зависимости выходных характеристик пограничного слоя при  $m = (n+1)/2 = 2m + 1$  для вертикальной поверхности и  $m = (2n+1)/5 = 2m + 1$  для горизонтальной поверхности. Приводится сравнение результатов с численными решениями других авторов.

**А.Р.Вазан, Х.Тагхави, В.К.Хоу**

**1.18. ВЛИЯНИЕ ТЕПЛООБМЕНА НА УСТОЙЧИВОСТЬ И ПЕРЕХОД  
В ПОГРАНИЧНЫХ СЛОЯХ ФРЕОНА И ВОДЫ  
(Калифорнийский университет, Лос-Анжелес, США)**

Представлены результаты экспериментального исследования влияния теплообмена на переход ламинарного пограничного слоя в турбулентный при течении воды и фреона-14. При различных числах Хартри исследована зависимость критического числа Рейнольдса от температуры стенки. Приводятся соответствующие расчеты, выполненные в рамках линейной теории устойчивости Толлмина-Шлихтинга, и объяснения изменения критического числа Рейнольдса при нагреве для воды и фреона на основе расчетов энергии возмущений.

**А.А.Васильев, П.Г.Итин**

**1.19. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА В ОТРЫВНЫХ  
ТЕЧЕНИЯХ ПРИ НИЗКИХ ЗНАЧЕНИЯХ ЧИСЕЛ РЕЙНОЛЬДСА  
(г. Калининград, Московской обл.)**

Проведено экспериментальное исследование картины течения и распределения тепловых потоков в зоне отрыва, образующейся при обтекании плоской пластины с установленными на ней выступающими элементами в виде цилиндров и уступов с отношением: высоты к ширине  $h/\alpha = 0,08 + 20$  сверхзвуковым потоком разреженного газа.

Получены зависимости, описывающие длину зоны отрыва, а также форму линий максимумов теплового потока.

**И.А.Ватугин, О.Г.Мартыненко, И.В.Скутова**

**1.20. К РАСЧЕТУ ПУЛЬСАЦИОННЫХ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ И  
ИНТЕНСИВНОСТИ ПУЛЬСАЦИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В ТУРБУЛЕНТНЫХ  
НЕИЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОТОКАХ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ ВО  
ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ТРУБЕ  
(Институт тепло- и массообмена им. А.В.Лыкова  
АН БССР, г. Минск)**

Теоретически исследовано влияние вращения цилиндрической трубы относительно собственной оси на распределение пульсационных тепловых потоков и интенсивности пульсаций температуры по сечению трубы при полностью развитом неизотермическом турбулентном потоке несжимаемой жидкости.

**А.Ю.Вески, Р.А.Круус**

**1.21. ЛОКАЛЬНАЯ ТЕПЛОТДАЧА ПЛАСТИНЫ С РЕГУЛЯРНОЙ  
МАКРОШЕРОХОВАТОСТЬЮ  
(Таллинский политехнический институт)**

Получены экспериментальные данные о локальном теплообмене ребристых пластин. Показано влияние шага элементов шероховатости на теплообмен. Установлено, что средний коэффициент теплоотдачи ребер в 2-3 раза больше, чем плоских частей между ребрами.

**Ю.В.Вилемас, М.А.Немира**

**1.22. ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕННОСТИ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НА ТЕПЛООБМЕН**

**ПРИ ТУРБУЛЕНТНОМ ТЕЧЕНИИ ВОЗДУХА В КОЛЬЦЕВОМ КАНАЛЕ**  
(Институт физико-технических проблем энергетики  
АН ЛитССР, г. Каунас)

Экспериментально определялась местная теплоотдача при одностороннем нагреве внутренней или наружной поверхности в диапазоне чисел Рейнольдса  $10^4$ - $5 \cdot 10^5$ . Отношение температуры стенки к среднemasсовой температуре потока составляло 1,05-3. Отношение диаметров кольцевого канала 0,373.

Установлено, что влияние переменности физических свойств на теплообмен существенно меньше, чем в круглых трубах и различно для внутренней и наружной поверхностей.

**Р.Висканта, Р.О.Джонсон**

**1.23. НЕСТАЦИОНАРНАЯ СВОБОДНАЯ КОНВЕКЦИЯ ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ С ВНУТРЕННИМ ИСТОЧНИКОМ В ЗАМКНУТОЙ ПОЛОСТИ**  
(Университет Парду, Вест-Лафайетт, США)

Исследуется влияние внутреннего источника тепла на естественную конвекцию жидкости в горизонтальном прямоугольном замкнутом пространстве, нагреваемом снизу и охлаждаемом сверху. Полученные результаты представлены графически в виде зависимостей от чисел Грасгофа и Прандтля и параметра источника тепла. Наблюдается хорошее количественное совпадение результатов численного решения с известными теоретическими и экспериментальными данными для аналогичных задач.

**Е.В.Власов, А.С.Гиневский, Л.Н.Уханова**

**1.24. ТЕПЛОМАССОБМЕН В ЗАТОПЛЕННЫХ ТУРБУЛЕНТНЫХ СТРУЯХ В ПОЛЕ ЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ**  
(г. Москва)

Экспериментально исследовано влияние акустических возмущений различных интенсивности и частоты на распространение изотермических воздушных струй, неизотермических струй воздуха и струй гелия, истекающих в воздушную среду. Показано, что акустическое воздействие приводит либо к интенсификации, либо к ослаблению турбулентного перемешивания. Таким образом, создается возможность управлять процессами теплообмена в струях.

**Э.П.Волчков, В.К.Козьменко, В.П.Лебедев**

**1.25. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОВОЙ ЗАВЕСЫ В СВЕРХЗВУКОВЫХ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ СОПЛАХ**  
(Институт теплофизики СО АН СССР, г. Новосибирск)

Проведены исследования эффективности пленочного охлаждения и соплах в адиабатических условиях как при расчетном режиме течения, так и в условиях отрыва потока в сверхзвуковой части сопла. Максимальное значение параметра ускорения  $K$  изменялось в пределах  $2,3 \cdot 10^{-6}$  –  $32 \cdot 10^{-6}$ . Эффективность газовой завесы определялась о использованием температуры торможения на отенке. Полученные результаты сравниваются с расчетом и имеющимися опытными данными при течении в конфузорных каналах.

6

**Бу Зуи Куанг**

**1.26. УСТОЙЧИВОСТЬ ВЫЗВАННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ КОНВЕКТИВНОГО ДВИЖЕНИЯ В ЦИЛИНДРЕ**  
(Ханойский политехнический институт, ДРВ)

Рассматривается устойчивость стационарного конвективного движения, возникающего за счет джоулевых тепловыделений при протекании электрического тока в электропроводящей жидкости, заполняющей вертикальный цилиндр.

Сделаны упрощающие предложения относительно уравнений конвекции. Получены

распределения скорости, температуры и давления стационарного конвективного движения. Устойчивость этого течения исследована методом Бубнова-Галеркина. Найдена граница устойчивости.

**Б.М.Галицейский, Ю.А.Рыжов**

### **1.27. ТЕПЛООБМЕН В ТУРБУЛЕНТНЫХ ГАЗОВЫХ ПОТОКАХ ПРИ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КОЛЕБАНИЯХ ДАВЛЕНИЯ**

**(МАИ, г. Москва)**

На основе полуэмпирической модели турбулентности рассматривается теплообмен при высокочастотных колебаниях газовых потоков в каналах. Приводятся результаты обширного экспериментального исследования теплообмена при высокочастотных колебаниях давления в потоке воздуха в каналах различного размера.

Показано, что под действием колебаний процесс теплообмена изменяется в 5-6 раз по сравнению со стационарными потоками. Результаты расчета по предложенной модели удовлетворительно согласуются с результатами экспериментов.

**Г.И.Гимбутис, В.Ю.Шапола, В.Ю.Шимкявичюс**

### **1.28. ЛОКАЛЬНАЯ ТЕПЛОТДАЧА ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ ОБТЕКАНИИ ЦИЛИНДРА ПЛЕНКОЙ ЖИДКОСТИ**

**(Каунасский политехнический институт им. Антанаса Снечкуса)**

Приводятся данные экспериментального исследования локальной теплоотдачи по окружности цилиндра при поперечном его обтекании пленкой воды и трансформаторного масла.

Экспериментальные данные получены при двух способах генерации пленки жидкости: при обдувании цилиндра водовоздушным потоком и при непосредственном орошении водой и трансформаторным маслом горизонтальных цилиндров, расположенных в вертикальном ряду. В обоих случаях исследования проведены при условии постоянства теплового потока на поверхности цилиндра.

**В.Главаяка**

### **1.29. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ НАГРЕВ СИСТЕМЫ ПЛАСТИН В ПОТОКЕ ГАЗА**

**(Государственный исследовательский институт машиностроения,  
Прага–Беховице, ЧССР)**

Рассматривается задача нестационарного теплообмена в системе тонкостенных пластин, обтекаемых газом, с периодически изменяющейся температурой на входе. Приводятся выражения для отношения амплитуд и смещения фаз температуры газа в зависимости от критерия Био и безразмерных параметров, связывающих коэффициент теплообмена, водяные эквиваленты газа и материала пластин, условия на поверхности теплообмена и скорость колебаний температуры. Показываются отличия решения для пластин от ранее полученных кривых для шаровых и цилиндрических насадков, а также результаты использования полученных зависимостей для экспериментального определения коэффициента конвективного теплообмена.

**В.В.Глазков, М.Д.Гусева, Б.А.Жестков 7**

### **1.30. КОМБИНИРОВАННОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ПЕРФОРИРОВАННЫХ ПЛАСТИН, ОБТЕКАЕМЫХ ТУРБУЛЕНТНЫМ ПОТОКОМ ГАЗА**

**(ЦИАМ им. П.И.Баранова, г. Москва)**

Представлены результаты экспериментального исследования массо- и теплообмена при охлаждении перфорированных пластин. Получены формулы для определения коэффициента теплоотдачи и предложен метод расчета температуры пластин. Рассмотрены вопросы применимости метода расчета.

**Х.-Г.Грен, Ф.Шольц**

**1.31. ТЕПЛООБМЕН И ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ПОПЕРЕЧНО  
ОБТЕКАЕМЫХ СООСНЫХ ПУЧКОВ ТРУБ С ИСКУССТВЕННО  
НАНЕСЕННОЙ НА НИХ ШЕРОХОВАТОСТЬЮ  
(Институт реакторных конструкций, г.Юлих, ФРГ)**

На примере пучков из прямых рифленых труб показано, что искусственная шероховатость стенок труб дает значительное увеличение теплообмена без увеличения сопротивления трения. Отношение  $St/\zeta$ , показатель эффективности теплообменников, увеличивается для рифленых труб, по сравнению с гладкими, в 1.5-1.6 раза. Применение винтовых труб с низкими продольными ребрами дает 30-процентное увеличение теплообмена при таком же увеличении сопротивления.

**А.А.Гухман, А.А.Зайцев, Г.М.Соловьев,  
Н.Г.Стюшин, С.А.Чижиков**

**1.32. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ В ШАРОВОМ СОСУДЕ,  
ЧАСТИЧНО ЗАПОЛНЕННОМ ЖИДКОСТЬЮ. ПРИ ЕСТЕСТВЕННОЙ  
КОНВЕКЦИИ В ПОЛЕ ПЕРЕМЕННЫХ МАССОВЫХ СИЛ  
(Московский институт химического машиностроения)**

Излагаются результаты экспериментального исследования процесса формирования температурных полей в условиях естественной конвекции в сосуде, частично заполненном жидкостью, при переменном по объему жидкой и парогазовой фаз поле массовых сил. Переменное поле массовых сил создавалось вращением сосуда вокруг вертикальной оси, не совпадающей с его осью симметрии. Получены распределения температуры в стенке, парогазовом объеме и в жидкости в зависимости от угловой скорости вращения, степени заполнения сосуда (медный шар) и удельного теплового потока.

Наследовано также влияние указанных параметров на рост давления в сосуде. Опыты проводились на *n*-бутиловом спирте и глицерине.

**К.Е.Джаугаштин**

**1.33. ВЕРТИКАЛЬНАЯ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКАЯ ТУРБУЛЕНТНАЯ СТРУЯ  
НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ  
(г. Ленинград)**

Приводятся некоторые результаты исследования средних (методом локальной автомоделности) и пульсационных (методом баланса пульсационной энергии) характеристик вертикальной неизотермической осесимметричной турбулентной струи несжимаемой жидкости.

**Е.П.Дыбан, Э.Я.Эпик**

**1.34. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ТУРБУЛЕНТНОСТИ В РАСЧЕТАХ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА  
(Институт технической теплофизики АН УССР, г. Киев)**

Предлагается метод учета влияния турбулентности внешнего потока на интенсификацию процесса конвективного теплообмена, основанный на предположении о возникновении в пограничном слое дополнительной турбулентной вязкости. Определение последней возможно по измеренным в опытах как минимум шести статистическим характеристикам турбулентности (трем компонентам пульсаций скорости, корреляциям  $u'v'$ , спектрам поперечной компоненты пульсации и коэффициентам перемежаемости).

**Е.П.Дыбан, Э.Я.Эпик, В.Е.Филипчук**

**1.35. ЛОКАЛЬНЫЙ (ПО ДЛИНЕ И ПЕРИМЕТРУ) ТЕПЛООБМЕН  
В ПЛОСКОМ КАНАЛЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ НАЧАЛЬНОЙ  
ТУРБУЛЕНТНОСТИ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА НА ВХОДЕ**



**(Институт технической теплофизики АН УССР, г.Киев)**

Представлены результаты экспериментального исследования локального теплообмена в плоском канале при плавном входе с различной степенью начальной турбулентности (0,6-6%) и входе «острая кромка».

Отмечена существенная неравномерность распределения коэффициентов теплоотдачи по длине и периметру канала, связанная как с развитием смешанного течения, так и с первоначальной и последующей ламинаризацией потока в угловых областях.

**В.И.Евченко, А.К.Анисин**

### **1.36. ВЛИЯНИЕ ОРИЕНТАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТРЫВНЫХ ТЕЧЕНИЙ**

**(Брянский институт транспортного машиностроения)**

Приведены результаты экспериментального исследования теплоотдачи и аэродинамического сопротивления трех типов поверхностей при различных углах ориентации поверхности относительно направления потока воздуха.

Показано, что эффективность поверхностей теплообмена, работающих в условиях отрывных течений, существенно зависит от ориентации поверхности относительно потока теплоносителя.

**И.К.Ермолаев, В.Г.Пузач, В.А.Фадеев**

### **1.37. ТЕРМОГАЗОДИНАМИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕРХЗВУКОВОЙ СТРУИ С НАКЛОННОЙ ПРОНИЦАЕМОЙ ПРЕГРАДОЙ (ИВТАН, г. Москва)**

Представлены результаты экспериментального исследования теплообмена на проникаемой и непроникаемой поверхностях при воздействии на них высокотемпературной ( $T \approx 3000$  К) осесимметричной сверхзвуковой перерасширенной струи ( $Ma = 2,32$ ;  $\alpha = 0,8$ ) в условиях существенной неизотермичности ( $Y = 0,04 + 0,2$ ) при практически постоянной температуре стенки на различных расстояниях ( $b = 3 + 16 da$ ) от среза сопла и различных углах наклона ( $\beta = 30 + 90^\circ$ ) к оси падающей струи. Выявлены наиболее теплонапряженные области пластины в зоне растекания струи. Разработана инженерная методика расчета.

**В.М.Ерошенко, А.А.Климов, Ю.Н.Терентьев**

### **1.38. ТЕПЛО- И МАССООБМЕН ПРИ ПЕРЕХОДЕ В ТУРБУЛЕНТНЫЙ РЕЖИМ НА ПРОНИЦАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ (Энергетический институт им.Г.М.Кржижановского, г.Москва)**

Представлены экспериментальные данные и полуэмпирическое обобщение исследования тепло- и массообмена над проникаемыми поверхностями в области перехода ламинарного режима течения в турбулентный. Рассмотрена модель явления перехода и построена интерполяционная формула для расчета параметров, определяющих переходные процессы. Получены соотношения для анализа и расчета тепло- и массообмена при вдуве различных газов в переходном режиме течения.

**А.А.Жукаускас, Р.В.Улинскас, Э.С.Бубялис, Ч.И.Силавичюс**

### **1.41. ПОПЕРЕЧНОЕ ОБТЕКАНИЕ ПУЧКА ТРУБ В ОБЛАСТИ НИЗКИХ ЧИСЕЛ Re В ПРОЦЕССЕ ТЕПЛООБМЕНА**

**(Институт физико-технических проблем энергетики  
АН ЛитССР, г.Каунас)**

Проведены структурные измерения вокруг трубки в коридорном пучке  $2,0 \times 2,0$  в поперечном потоке авиационного масла при  $Re = 500$  и  $Pr = 2540$ . Определены распределения местной скорости, турбулентности и температуры вокруг трубки в пучке на различных расстояниях от стенки, частота отрыва вихрей и местная теплоотдача.

Рассматривается влияние гидродинамических характеристик на местную теплоотдачу по периметру трубки в пучке.

Эти данные необходимы для определения картины обтекания в процессе теплообмена, создания новых типов высокоэффективных теплообменных аппаратов, развития методов расчета отрывных течений.

**А.А.Жукаускас, И.И. Жюгада, В.Ю.Сурвила**

#### **1.42. ВЛИЯНИЕ ТУРБУЛЕНТНОСТИ НА ТЕПЛОТДАЧУ ПОПЕРЕЧНО ОБТЕКАЕМОГО ЦИЛИНДРА ПРИ КРИТИЧЕСКИХ $Re$**

**(Институт физико-технических проблем энергетики АН ЛитССР, г.Каунас)**

Приводятся результаты экспериментального исследования местной и средней теплоотдачи в потоках воздуха и воды при  $Re$  от 4-10<sup>4</sup> до 1,2\*10<sup>6</sup>  $Pr^*$  от 0,7 до 6 и  $Ti$  от 1,0 до 15%.

На основе распределения местной теплоотдачи установлено, что точка начала переходного режима зависит от  $Re$  и  $Ti$  и с их увеличением смещается в сторону лобовой критической точки. Увеличение турбулентности вызывает увеличение теплоотдачи, в основном лобовой части цилиндра. Интенсивность увеличения теплоотдачи зависит от рода жидкости, т.е. от  $Pr$  и с его увеличением уменьшается.

В зависимости для средней теплоотдачи показатель при  $Re$  равен 0,8. В лобовой оптической точке теплоотдача пропорциональна  $Re$  в степени  $\sim 0,6$ .

**З.Зарич**

#### **1.43. НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ ПО ФИЗИКЕ ЯВЛЕНИЙ ТУРБУЛЕНТНОГО ПЕРЕНОСА**

**(Институт ядерных исследований им. Бориса Кидрича, г.Белград, Югославия)**

Представлены результаты общепринятого статистического анализа экспериментально полученных значений пульсаций скорости и температуры в зонах интенсивности турбулентности. Анализ указывает на наличие перемежающихся фаз, налагаемых на фоновую турбулентность, но не дает их количественного описания. С помощью метода условных выборок был проведен анализ усреднения, результаты которого показывают, что развитие распределений вероятности пульсации скорости и температуры можно хорошо объяснить статистической картиной перемежающихся фаз, имеющих место в потоке. Подчеркивается роль этих фаз, являющихся фактически когерентными, квазиупорядоченными структурами, в турбулентных процессах переноса. Рассматривается несостоятельность статистики типа Рейнольдса и необходимость более точного анализа.

**Л.М.Зысина-Моложен, А.А.Дергач, М.А.Медведева, Э.Г.Роост**

#### **1.44. ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ТЕПЛООВОГО ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ В РЕШЕТКАХ ПРОФИЛЕЙ ТУРБОМАШИН**

**(Центральный котлотурбинный институт им. И.И.Ползунова, г.Ленинград)**

В докладе описаны результаты экспериментального исследования влияния турбулентности, вращения и продольного градиента давления на структуру теплового пограничного слоя в неподвижных и вращающихся решетках профилей.

Приведены эмпирические формулы для определения числа  $Nu_{lo}$

**Л.М.Зысина-Моложен, М.М.Ившенко, А.А.Дергач, Я.М.Фельдштейн**

#### **1.45. ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛООБМЕНА В СОПЛОВИ АППАРАТЕ ТУРБИНЫ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**(Центральный котлотурбинный институт им.И.И.Ползунова, г.Ленинград)**

Путем решения обратных задач нестационарной теплопроводности на базе опытных данных найдена система граничных условий III рода, млевшая место при переменных режимах работы промышленной турбины. Показано, что расчетное определение граничных

условий для переходных режимов можно проводить в квазистационарной постановке с учетом начальной турбулентности и реламияризации пограничного слоя.

**М.Иха, З.Рамик**

**1.46. ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПЕРЕНОСА НА ШЕРОХОВАТОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОХЛАЖДАЮЩИХ КАНАЛОВ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ  
(Высшая техническая школа, Брно, ЧССР)**

Предложен и разработан конечно-разностный метод Дюфорта-Франжела для решения уравнения энергии в случае турбулентного пограничного слоя. Результаты решения для гладкой и шероховатой поверхностей в круглых трубах подтверждаются экспериментом. Шероховатость имеет неправильный, случайный характер высотой порядка 0,01 мм. Интервал чисел Рейнольдса 10000 + 100000.

**С.Ипшгеи, М.Каджи, М.Накамото**

**1.47. ТЕПЛООБМЕН И ТРЕНИЕ ПРИ ТЕЧЕНИИ ВОДЫ В ТРУБАХ ПРИ СВЕРХКРИТИЧЕСКОМ ДАВЛЕНИИ  
(Технологический факультет, Университет Осака, Япония)**

Перепад давления и теплообмен одновременно измерялись при кипении воды в сверхкритическом состоянии (давление 400 ата, температура 500°C) в вертикальной и горизонтальной трубах, причем особое внимание уделено околокритической области. Отсутствие подобия в этой области объясняется отклонением числа Колберна  $jSt Pr^{2/8}$  от коэффициента трения. Простое безразмерное выражение для теплообмена при подъеме вода в вертикальной трубе получено путем использования числа Стантона  $St$  вместо числа Цуссельта  $Nu$ .

**Э.К. Калинин, Г.А. Дрейцер, А.С. Неверов**

**1.48. ТЕПЛООБМЕН ПРИ СОВМЕСТНОМ ДЕЙСТВИИ СВОБОДНОЙ И ВЫНУЖДЕННОЙ КОНВЕКЦИИ В ЗАМКНУТЫХ ОБЪЕМАХ  
(Московский авиационный институт им.С.Орджоникидзе)**

Представлены результаты экспериментального исследования свободноконвективного теплообмена в вертикальном цилиндрическом баке, частично заполненном жидкостью, при вдуве газа и вытеснении жидкости. Получено, что коэффициент теплоотдачи в этих условиях существенно отличается от значений, рассчитанных по общепринятым зависимостям. Показано, что это отличие определяется нестационарностью граничных условий.

**Э.К.Калинин, Г.А.Дрейцер**

**1.49. ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ И ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НЕСТАЦИОНАРНОГО КОНВЕКТИВНОГО ТУРБУЛЕНТНОГО ТЕПЛООБМЕНА В КАНАЛАХ  
(Московский авиационный институт им.С.Орджоникидзе)**

Изложено обобщение результатов экспериментального и теоретического исследования нестационарного теплообмена при течении газов и жидкостей в трубах и изменении во времени температуры стенки и расхода. Показано, что отличие нестационарного коэффициента теплоотдачи от квазистационарного обуславливается наложением нестационарной теплопроводности на стационарный конвективный теплообмен (существенным для жидкостей и незначительным для газов), влиянием изменения турбулентной структуры потока, ускорением или замедлением потока. Влияние этих трех эффектов на теплообмен можно учитывать отдельно, через три параметра тепловой и гидродинамической нестационарностей.

**В.М.Капинос, В.Н.Пустовалов, А.П.Рудько, Л.А.Гура**

**1.50. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ТЕЧЕНИИ**

## **СРЕДЫ ВО ВРАЩАЮЩЕМСЯ РАДИАЛЬНОМ КОНФУЗОРЕ**

**(Харьковский политехнический институт им. В.И.Ленина)**

Проводилось экспериментальное исследование теплообмена при течении воздуха от периферии к центру в зазоре между двумя вращающимися с одинаковой угловой скоростью дисками. Постановка исследования обусловлена потребностью описания граничных условий теплообмена на поверхностях роторов турбомашин. Результаты представлены в виде уравнений подобия для развитого турбулентного и переходного режимов течения. Получено также уравнение подобия, определяющее переход к развитому турбулентному течению.

**Ю.А.Кириченко, В.Н.Щелкунов, В.Н.Тыюнькин, Л.Ю.Радченко**

### **1.51. ОСОБЕННОСТИ СВОБОДНОКОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА В КРИОГЕННЫХ ЖИДКОСТЯХ ПРИ ХРАНЕНИИ В ЗАМКНУТЫХ ОБЪЕМАХ**

**(Физико-технический институт низких температур АН УССР, г. Харьков)**

В работе рассмотрены вопросы, связанные с температурной стратификацией в замкнутом сферическом объеме, частично залашенном криогенной жидкостью. Получена зависимость, описывающая, изменение температуры поверхности раздела жидкость-пар от времени. Экспериментально обнаружено существование пороговой плотности теплового потока, ниже которой стратификация жидкости не возникает.

**Ю.А.Кириченко, Ж.А.Супрунова**

### **1.52. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА В ТОРОИДАЛЬНЫХ ОБЪЕМАХ**

**(Физико-технический институт низких температур АН УССР, г. Харьков)**

Исследовались температурные поля в тороидальных объемах, заполненных криогенными и высококипящими жидкостями, при граничном условии II рода. Получена обобщенная зависимость, позволяющая рассчитывать температуру поверхности жидкости в диапазоне чисел Рэлея  $Ra = 5 \cdot 10^8 + 7 \cdot 10^{12}$ .

**М.Х.Кишиневский, Т.С.Корниенко, А.В.Логинов**

### **1.53. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ТУРБУЛЕНТНОГО ПЕРЕНОСА В ВЯЗКОМ ПОДСЛОЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

**(Воронежский технологический институт)**

Приводятся экспериментальные данные по массоотдаче от гладкой стенки трубы к турбулентному потоку жидкости в условиях развитого концентрационного и гидродинамического пограничных слоев, полученные электрохимическим методом. Опытные данные в интервале чисел Рейнольдса 4-10<sup>3</sup>-2,1-10<sup>4</sup> и чисел Прандтля 1,61Q3-2,6-10<sup>4</sup> со средним отклонением 3,4 % коррелируются соотношением

$$Nu = 0,115 Re \sqrt{\frac{\Delta}{8}} Pr^{0,25}$$

**А.Кумар Колар, В.М.К.Сасфи**

### **1.54. ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ЕСТЕСТВЕННОЙ КОНВЕКЦИИ ПРИ ОТСОСЕ И ВДУВЕ**

**(Индийский технологический институт, Мадрас, Индия)**

Проведено численное исследование влияния отсоса и вдува на теплообмен и трение на изотермической плоской вертикальной пластине. С помощью неявной устойчивой конечно-разностной схемы получено решение основных уравнений ламинарного пограничного слоя в форме Мизеса для нескольких чисел Прандтля в широком диапазоне изменения параметров вдува при сильном вдуве и отсосе. Результаты подтверждают, что вдув уменьшает теплообмен и трение, а отсос повышает, и хорошо согласуются с известными.

**Б.А.Коловандин**

### **1.55. ОПИСАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРЕНОСА В НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ**

**(Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова АН БССР, г. Минск)**

На основе конечного числа уравнений для моментов неоднородных полей флуктуаций температуры и скорости предлагается система асимптотических модельных уравнений, описывающих крупномасштабный перенос импульса и тепла при неоднородной турбулентности для предельно больших значений турбулентных чисел Рейнольдса и Пекле.

**Е. П. Костогоров, Э. А. Штессель, А. Г. Мержанов**

### **1.56. НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАЗВИТИЯ ЕСТЕСТВЕННОЙ КОНВЕКЦИИ В ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПРОСЛОЙКАХ**

**(Отделение Института химической физики АН СССР, г. Москва)**

Экспериментально изучены нестационарные характеристики возникновения и развития естественной конвекции в горизонтальных цилиндрических прослойках. Получены формулы, связывающие времена развития и установления конвекции с величинами, характеризующими интенсивность конвекции.

**Г. Е. Кронькалнс, Э. Я. Блум, М. М. Майоров**

### **1.57. ФЕРРОГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ КОНВЕКЦИЯ ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ ОБТЕКАНИИ ЦИЛИНДРА**

**(Институт физики АН ЛатвССР, г. Рига)**

Приведены результаты экспериментального исследования термомагнитной конвекции вблизи горизонтального цилиндра, помещенного в магнитную жидкость. Показано заметное увеличение интенсивности теплообмена в неоднородном магнитном поле.

**Д. Кубеш**

### **1.58. ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТУРБУЛЕНТНОСТИ НА ТЕПЛООБМЕН ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ ОБТЕКАНИИ ЦИЛИНДРА**

**(Научно-исследовательский институт пищевой промышленности, Прага, ЧССР)**

Сообщаются результаты исследования влияния характеристик турбулентности на теплообмен при поперечном обтекании цилиндра в аэродинамической трубе в интервале чисел Рейнольдса 20000 - 75000. Установлена зависимость характеристик теплообмена от степени турбулентности набегающего потока.

**Ю. Н. Кузнецов, В. Н. Ойвин, В. И. Певзнер**

### **1.59. ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТЕПЛОВЫХ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПУЧКЕ ТРУБ ПРИ ГЛУБОКИХ ВОЗМУЩЕНИЯХ**

**(Всесоюзный теплотехнический институт им. Ф. Э. Дзержинского, г. Москва)**

Изложены результаты экспериментального исследования нестационарных процессов теплообмена и гидродинамики в пучке труб. Приводится описание экспериментальной установки. Результаты экспериментов сопоставляются с расчетами по методике, обычно используемой в практике инженерных расчетов нестационарных процессов с глубокими возмущениями.

13

**В. И. Кукес, Л. П. Ярин**

### **1.60. ИССЛЕДОВАНИЕ ТУРБУЛЕНТНОГО ПЕРЕНОСА ТЕПЛА В НЕИЗОТЕРМИЧЕСКИХ СТРУЯХ**

**(Ленинградское Высшее военно-морское инженерное училище им. В. И. Ленина)**

Изложены результаты экспериментального исследования турбулентного переноса тепла и импульса в неизотермических струях.

**В.С.Купцова, В.Г.Малинин**

**1.61. ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА ОКОЛО ПРОНИЦАЕМОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ЦИЛИНДРА В УСЛОВИЯХ СВОБОДНОЙ КОНВЕКЦИИ  
(Московский лесотехнический институт)**

Представлены результаты численного исследования свободной конвекции около пронцаемого горизонтального цилиндра. Определена область, в которой могут попользоваться уравнения пограничного слоя. Результаты показывают, как изменяется коэффициент теплоотдачи при вдуве или отсоое. Приводится формула для вычисления коэффициента теплоотдачи.

**С.С.Кутателедзе, А.Г.Кирдяшкин, В.С.Бердников**

**1.62. ВЛИЯНИЕ ТЕНОКАПИЛЛЯРНЫХ СИЛ НА ПРОЦЕССЫ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА У СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ТУРБУЛЕНТНОМ ГОЗИЗОНТАЛЬНОМ СЛОЕ ЖИДКОСТИ ПРИ ТЕПЛОВОЙ ГРАВИТАЦИОННОЙ КОНВЕКЦИИ**

**(Институт теплофизики СО АН СССР, г.Новосибирск)**

В области чисел Ралвья  $1,3 \cdot 10^6 < \text{Лв} < 0,92 \cdot 10^7$  экспериментально иоследовалоо свободноконвективньй теплоперенос в слое осилового спирга со свободной границей, охлаждаемой испарением. Измерения распределения температуры на границе раздела жидкость- газ показала, что мелкомасштабный вихревой слой вблизи свободной границы жидкости имеет смешанную термогрэвитационную и термокапиллярную природу.

**С.С.Кутателадзе, Н.А.Рубцов, ВД,Базанов М.Н.Дулин**

**1.63. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЛАЗЕРНОГО ЛУЧА В УСЛОВИЯХ ТУРБУЛЕНТНОЙ ЕСТЕСТВЕННОЙ КОНВЕКЦИИ**

**(Институт теплофизики СО АН СССР, г.Новосибирск)**

С позиций геометрической оптики рассматривается распространение узкого лазерного луча в горизонтальном слое жидкости с турбулентной естественной конвекцией как в случайно-неоднородной среде.

По измеренному среднему и среднеквадратичному отклонению прошедшего луча делаются некоторые выводы о свойствах среды, в том числе об изотермичности и статической однородное центральной области слоя.

При дополнительном измерении дисперсии флуктуаций температура в облвсгй распространения луча метод позволяет оценить характер размеры неоднородностей тепловой природы.

**С.С.Кутатдзе, В.П.йвйвйв, А.Г.Кирдяшкин, А.Я.Явкалов**

**1.64. ТЕПЛОВАЯ ГРАВИТАЦИОННАЯ КОНВЕКЦИЯ В ВЕРТИКАЛЬНОМ СЛОЕ ПРИ ТУРБУЛЕНТНОМ РЕЖИМЕ ТЕЧЕНИЯ**

**(Институт теплофизики СО АН СССР, г.Новосибирск)**

Исследуется турбулентное свободноконвективное течение жидкости в вертикальном слое с изотермическими стенками. Приводятся результаты экспериментального исследования теплообмена и гидродинамики. Показано, что закон теплообмена такой же, как и на изотермической вертикальной пластине.

14

**М.Е.Лаго**

**1.65. ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЛАМИНАРНОГО ТЕЧЕНИЯ В ГОРИЗОНТАЛЬНОМ ПЛОСКОМ КАНАЛЕ В СЛУЧАЕ МАССООБМЕНА ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ СВОБОДНОЙ И ВЫНУЖДЕННОЙ КОНВЕКЦИИ  
(Лос-Андский университет, Мерида, Венесуэла)**

Исследуется устойчивость вынужденного ламинарного течения между бесконечными параллельными горизонтальными пластинами с полностью развитым профилем скорости,

причем на нижней пластине протекает электрохимическая реакция, приводящая к изменению плотности жидкости. Неустойчивость течения приводит к возникновению вихрей с осями, параллельными направлению течения, напоминающих вихри Гёртлера.

Система уравнений линейной устойчивости решалась методом Галеркина. При различных комбинациях переменных ( $Gr$ ,  $Sc$ ,  $H$ ,  $X$ ,  $\alpha$ ) получены  $Re$  (собственное значение системы) и  $Ra$ . Последнее сохраняет постоянное значение ( $Ra = 6700$ ) во всем диапазоне изменения переменных. Результаты решения иллюстрируются графиками.

**В.Л.Лельчук, К.Ф.Шуйская, А.Г.Сорокин, О.Н.Брагина**

### **1.66. ТЕПЛООБМЕН НА НАЧАЛЬНОМ УЧАСТКЕ ПУЧКА ТЕПЛО ВЫДЕЛЯЮЩИХ СТЕРЖНЕЙ ПРИ ПРОДОЛЬНОМ ОБТЕКАНИИ ВОЗДУХОМ**

**(Всесоюзный теплотехнический институт, г.Москва)**

Представлены результаты экспериментального исследования распределения температуры стенки и коэффициентов теплоотдачи по длине семистержневого пучка треугольной упаковки с относительным шагом 1,17, помещенного внутри шестигранника. Пучок охлаждается продольным потоком воздуха.

**А.И.Леонтьев, В.И.Рождественский, Ю.А.Виноградов, В.И.Сысоев**

### **1.67. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА НА ПЛОСКОЙ ПРОНИЦАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ЧЕРЕДОВАНИИ УЧАСТКОВ ВДУВА И ОТСОСА**

**(Институт механики МГУ им.М.В.Ломоносова, г.Москва)**

Приведены результаты экспериментального исследования теплообмена сверхзвукового потока с плоской проницаемой поверхностью при чередовании на ней участков вдува и отсоса в направлении течения. Получено эмпирическое соотношение для расчета теплообмена на участках вдува при разной интенсивности отсоса.

**А.И.Леонтьев, Е.В.Шишов, В.М.Балов, В.Н.Афанасьев**

### **1.68. СРЕДНИЕ И ПУЛЬСАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛООВОГО ТУРБУЛЕНТНОГО ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ И ТЕПЛООБМЕН В ДИФфуЗОРНОЙ ОБЛАСТИ**

**(Московское высшее техническое училище им.Н.Э.Баумана)**

В работе приведены результаты экспериментального исследования теплообмена и пульсационной структуры теплового пограничного слоя, развивающегося в заторможенном равновесном турбулентном пограничном слое. Результаты исследования свидетельствуют о том, что положительный градиент давления оказывает существенное влияние на распределение средних и пульсационных характеристик теплового пограничного слоя. Вместе с тем показано, что при соответствующем выборе масштабов скорости и температуры, входящих в числа  $Si$  и  $fteT$  закон теплообмена и распределение температур в пристеночной области остаются консервативными к изменению граничных условий. Отмечается также, что распределение числа  $Prt$  зависит от положительного градиента давления и тепловых условий на стенке.

**В.И.Макарявичюс**

15

### **1.69. ПОСТРОЕНИЕ КРИТЕРИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ЛАМИНАРНОГО ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ПЕРЕМЕННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ**

**(Институт физико-технических проблем энергетики АН ЛитССР, г.Каунас)**

Путем аналитической переработки дифференциальных уравнений пограничного слоя и машинного анализа расчетных численных данных переноса в ламинарном пограничном слое построена критериальная зависимость, позволяющая в широком интервале изменения физических свойств определить теплообмен.

На базе решения «взвешенного» дифференциального уравнения энергии найдена

универсальная закономерность переноса, имеющая принципиальное значение при построении критериальных зависимостей.

Основным комплексом критериального уравнения, учитывающим влияние переменных физических свойств на перенос, является соотношение чисел Прандтля, определенных на границах пограничного слоя.

**П.Л.Максин, Б.С.Петухов, А.Ф.Поляков**

### **1.70. РАСЧЕТ ТУРБУЛЕНТНОГО ПЕРЕНОСА ТЕПЛА ПРИ СТАБИЛИЗОВАННОМ ТЕЧЕНИИ В ТРУБАХ**

**(Институт высоких температур АН СССР, г. Москва)**

Проведен численный расчет турбулентного переноса тепла при стабилизированном течении жидкости в трубе в интервале чисел  $Pr = 10^2 + 10^3$  и  $Re = 10^4 + 10^5$ . Привлекается уравнение баланса турбулентного потока тепла. Предлагается метод выбора аппроксимационных постоянных. Представлено сравнение результатов расчета с экспериментальными данными.

**С.К.Матвеев, Г.В.Кочерыженков**

### **1.71. О ТЕПЛООБМЕНЕ ГАЗОВОЙ СТРУИ С ПОРИСТОЙ ПРЕГРАДОЙ (НИИ математики и механики Ленинградского государственного университета им.А.А.Жданова)**

Рассматривается взаимодействие газовой струи с пористой преградой и фильтрация газа в ней. Специальным численным методом были получены распределения температуры и давления.

Анализ полученных данных позволяет заключить, что применение использованного метода к такого рода задачам является эффективным.

**В.К.Мигаа**

### **1.72. АНАЛОГИЯ РЕЙНОЛЬДСА В ТУРБУЛЕНТНОМ ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ С ГРАДИЕНТОМ ДАВЛЕНИЯ**

**(Центральный котлотурбинный институт им. И.И.Ползунова, г.Ленинград)**

На основании приближенного решения уравнения турбулентной теплопроводности получены значения коэффициента аналогии Рейнольдса  $r = \gamma$  для конфузорного (в котором  $\gamma < 1$ ) и для диффузорного (в котором  $\gamma > 1$ ) потоков.

Проведены расчеты для условий предотрывного состояния пограничного слоя.

**Т.Мизушина, Т.Мацуиото, С.Ёнеда**

### **1.73. ВЛИЯНИЕ БОЛЬШОГО ПЕРЕПАДА ТЕМПЕРАТУР НА ТУРБУЛЕНТНЫЙ ПЕРЕНОС ТЕПЛА И КОЛИЧЕСТВА ДВИЖЕНИЯ В ПОТОКЕ ВОЗДУХА ВНУТРИ КРУГЛОЙ ТРУБЫ (Университет Киото, Япония)**

По результатам аналитического и экспериментального исследований локального турбулентного переноса импульса и тепла при течении нагретого воздуха в холодной трубе при наличии большого радиального градиента температуры делается заключение, что в области турбулентного ядра потока профили длины смешения не отличаются от изотермических, а поведение длины смешения вблизи стенки может быть описано формулой Ван-Дрифта, обобщенной на неизотермический поток газа. Показано, что результаты аналитического исследования и измерений удовлетворительно согласуются и что в охлажденном потоке газа при малых числах Рейнольдса отличия числа Нуссельта и коэффициента трения от изотермических значений пренебрежимо малы, когда они взяты для физических свойств при средней температуре.

**И.Р.Микк, А.Ю.Вески, Р.А.Круус**

### **1.74. КОНВЕКТИВНЫЙ ТЕПЛООБМЕН ТРУБНОГО ПУЧКА ПРИ**



**АСИММЕТРИЧНОМ ОМЫВАНИИ**  
**(Таллинский политехнический институт)**

Проведено экспериментальное исследование теплообмена коридорного пучка при двух вариантах; а) когда угол между направлением потока перед пучком и осями труб отличается от  $90^\circ$ , когда угол между направлением потока и плотностью ряда труб отличается от нуля.

**Б.П.Миронов, В.Н.Васечкин, Н.Й.Ярнгина**

**1.75. ВЛИЯНИЕ ПРЕДВКЛЮЧЕННОГО АДИАБАТИЧЕСКОГО УЧАСТКА НА ТЕПЛООБМЕН В ДОЗВУКОВОМ И СВЕРХЗВУКОВОМ ТУРБУЛЕНТНОМ ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ С РАЗЛИЧНОЙ ПРЕДЫСТОРИЕЙ ПОТОКА**  
**(Институт теплофизики СО АН СССР, г.Новосибирск)**

Показано, что локальные коэффициенты теплоотдачи для непроницаемой цилиндрической поверхности с предвключенным адиабатическим участком подчиняются стандартному закону для плоской пластины, если в качестве определяющего размера в числе Рейнольдса использовать расстояние от начала нагреваемого участка до экспериментального сечения.

Искусственное изменение профиля скорости перед началом участка теплообмена с помощью градиента давления и песочной шероховатости поверхности предвключенного участка не меняет результата.

**А.А.Носяк, Б.Г.Рыкова, П.Д.Костов, Г.й.Грузинцев**

**1.76. ТЕПЛООБМЕН ОТ НАРУЖНОГО ЦИЛИНДРА ПРИ ТЕЧЕНИИ ЖИДКОСТИ В КОЛЬЦЕВОМ КАНАЛЕ С ВНУТРЕННИМ ВРАЩАЮЩИМСЯ ЦИЛИНДРОМ**  
**(Производственное объединение «Молдавгидромаш», г.Кишинев)**

Приводятся результаты экспериментального исследования влияния окружной скорости вращения внутреннего цилиндра и скорости осевого потока на теплообмен от поверхности наружного цилиндра при движении воды и трансформаторного масла в кольцевом зазоре.

**И.Мошнерова**

**1.77. ВЛИЯНИЕ ПЕРИОДИЧЕСКИ ПЕРЕМЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ СТЕНКИ НА ПЕРЕНОС ТЕПЛА В ЖИДКИХ МЕТАЛЛАХ**  
**(Государственный исследовательский институт машиностроения, Прага - Беховице, ЧССР)**

Приводится решение задачи переноса тепла при течении жидкого металла в трубе с температурой теплообменной поверхности, переменной по месту и времени. При этом исходят из уравнения энергии для конвекции тепла, зависящей от времени. Это уравнение решается модифицированным разностным методом. Краевое условие на стенке учитывается постепенным скачкообразным изменением температуры, которое периодически по времени смещается по определенной длине трубы. Результаты представлены в виде зависимостей числа Нуссельта от частоты пульсаций температуры стенки, длины области пульсаций, разницы температуры на стенке и чисел Рейнольдса и Прандтля.

17

**В.Е.Накоряков, Б.Г.Покусаев, Е.Н.Троян**

**1.78. ТЕПЛОМАССООБМЕН ОСЕСИММЕТРИЧНОЙ СТРУИ ЖИДКОСТИ, НАБЕГАЮЩЕЙ НА ПРЕГРАДУ**  
**(Институт теплофизики СО АН СССР, г.Новосибирск)**

Теоретически и экспериментально исследуется гидродинамика, тепло- и массообмен струи жидкости, набегающей на преграду. Получены простые расчетные зависимости, которые сопоставлены с экспериментом.

**Г.Наге, В.Шмидт, В.В.Шмидт**

**1.79. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТУРБУЛЕНТНОГО ПЕРЕНОСА ТЕПЛА  
КЛАССИЧЕСКИМ СПОСОБОМ**

**(Высшая техническая школа Шорлеммер, Мерзебург, ГДР)**

Исследуется развитое турбулентное течение в плоском канале с постоянной температурой стенок. По заданной разности между температурой на входе и температурой на стенке определяется развитие профиля температуры вдоль канала. Процессы турбулентности характеризуются в рамках теории асимметрической гидромеханики.

**Н.Нишиваки, Т.Сакума, Х.Танака, А.Цучида**

**1.80. ТЕПЛООБМЕН В ЗОНЕ ОТРЫВА ЗА ЭЛЕМЕНТОМ ШЕРОХОВАТОСТИ  
(г.Токио, Япония)**

Выполнено экспериментальное исследование теплообмена в зоне отрыва за одиночным выступом, расположенным вблизи передней кромки двухмерного клина, обдуваемого струей воздуха; Локальный коэффициент теплообмена имеет резкий максимум в точке повторного прилипания отруи. Это явление определяется характерным числом Рейнольдса  $M^* = U \sqrt{x/\lambda}$ , где  $U$  - скорость внешнего течения, а  $2$  - расстояние от выступа до точки повторного прилипания.

**Н.Нишиваки, Н.Нумета, Х.Каго, Р.Фудзии**

**1.81. ВЛИЯНИЕ ПЛЕНОЧНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ В ЗОНЕ ОТРЫВА ЗА ПРЕГРАДОЙ  
(г.Токио, Япония)**

Представлен эффект пленочного охлаждения в зоне отрыва. Горячий воздух вдувался вертикально в зонд отрыва основного течения за щитом, установленным на нагретой плоской плите. При этой эффект вдува сказался не только вниз по потоку от отверстия вдува, но и вверх из-за наличия возвратного течения в зоне отрыва. Достигнуто снижение теплообмена путем вдува воздуха на одну треть по сравнению со случаем отсутствия вдува. Были найдены наилучшие условия вдува при  $L / H \approx 7.5$  и  $V_j / U_{00} \approx 1.0$ , где  $L$  - расстояние между щитом и отверстием вдува,  $V_j$  - скорость вдуваемого воздуха,  $U$  - скорость основного потока.

**Б.В.Перепелица**

**1.82. СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПУЛЬСАЦИЙ  
ТЕМПЕРАТУРЫ В ТУРБУЛЕНТНОМ ПОТОКЕ ВОДЫ  
(Институт теплофизики СО АН СССР, г.Новосибирск)**

Приведены результаты измерений статистических характеристик пульсаций температуры при неизотермическом турбулентном течении воды в прямоугольном плоском канале в диапазоне чисел Рейнольдса от 10 до 60 тысяч. Измерения пульсаций температуры осуществлялись термопарой, имеющей в поперечнике размер около 10 микрон; что позволило провести регистрацию температурных флуктуаций в пристенной области, включая область вязкого подслоя. Регистрация и обработка опытных данных проводилась с помощью ЭЦВМ.

**В.Н. Пилипенко**

**1.83. ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОС ПРИ  
ТУРБУЛЕНТНОМ ТЕЧЕНИИ ЖИДКОСТИ ВБЛИЗИ ШЕРОХОВОЙ  
ПОВЕРХНОСТИ**

**(Институт механики МГУ им.Ломоносова, г.Москва)**

Анализируются причины нарушения аналогии Рейнольдса при течении вблизи шероховатой поверхности. На основе анализа данных по визуализации течения вблизи выступов шероховатости и результатов измерений параметров тепло- и массопереноса выдвигается предположение, что основной причиной различного влияния шероховатости на формирование профилей скорости и температуры является отличие в безразмерных распределениях теплового потока и напряжения трения в пределах области, занятой

выступами шероховатости. Построена схематизация течения вблизи выступов шероховатости, позволяющая рассчитывать тепло- и массоперенос при любых значениях чисел Рейнольдса, Прандтля и безразмерной высоте выступов шероховатости.

**В.П.Петров, С.П.Бесчастнов, В.И.Белозеров**

**1.84. ТЕПЛООБМЕН ПРИ ЕСТЕСТВЕННОЙ КОНВЕКЦИИ ОТ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ЦИЛИНДРА К CO<sub>2</sub> СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ОХЛАЖДЕНИЯ  
(Филиал МИФИ, г. Обнинск)**

Исследован теплообмен при свободной конвекции в условиях охлаждения. Приведены результаты измерения коэффициентов теплообмене и тепловых потоков при давлениях 70 + 100 бар и температурах CO<sub>2</sub> 40 \* 80°C, а также результаты исследования влияния давления на теплообмен. Экспериментальные данные, обработанные в критериальной форме, обнаруживают значительное расхождение с существующими расчетными рекомендациями»

**Б.С.Петухов, В.С.Григорьев, А.Ф.Поляков, С.В.Росвовский**

**1.85. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА В ТРУБАХ ПРИ ПЕРЕМЕННОЙ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛООВОГО ПОТОКА НА СТЕНКЕ  
(Институт высоких температур АН СССР, г.Москва)**

Получены экспериментальные данные по местной теплоотдаче при турбулентном течении воды и газообразного азота в условиях линейного роста или падения плотности теплового потока на стенке при умеренном изменении физических свойств. Получена зависимость для теплоотдачи в термическом начальном участке круглых труб для чисел Pr = 0,7\* 100 и Re = 10<sup>4</sup> - 5\*10<sup>5</sup>. Показано, что для расчета теплообмена в этих условиях справедлив принцип суперпозиции.

**В.Прейнингеровв**

**1.86. ТЕПЛООБМЕН НА НАЧАЛЬНОМ УЧАСТКЕ ТРУБ ПРЯМОУГОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ ПРИ ЛАМИНАРНОМ ТЕЧЕНИИ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ ПРИ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ВТОРОГО РОДА  
(НИИ сильноточной электротехники.Прага-Беховице, ЧССР)**

Приводится численное решение задачи о теплообмене в термическом начальном участке трубы прямоугольного сечения при ламинарном течении вязкой жидкости и при граничных условиях второго рода. Исследуется влияние разного отношения сторон прямоугольного сечения и конфигурации нагреваемых и ненагреваемых стенок трубы на средний и локальный теплообмен по длине и периметру трубы.

**В.Л.Рвачей, Л.П.Слесаренко, В.И.Попивший**

**1.87. МЕТОДЫ АЛГЕБРЫ ЛОГИКИ И ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЛАПЛАСА В ЗАДАЧАХ ТЕПЛООБМЕНА ДЛЯ ТРУБ И КАНАЛОВ СЛОЖНОГО СЕЧЕНИЯ  
(Институт проблем машиностроения АН УССР, г.Харьков)**

Рассматривается применение структурного метода (метода R-функций) и преобразования Лапласа к решению задач теплообмена в зоне термического начального участка при ламинарной вынужденной конвекции в трубах сложного сечения и к решению сопряженной задачи установившегося теплообмена при стержневом течении теплоносителя в ячейках тепловыделяющих элементов.

**Ю.М.Рудов**

**1.88. ВЛИЯНИЕ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ТЕПЛООБМЕН СВЕРХЗВУКОВЫХ СТРУЙ С ПРЕГРАДОЙ  
(Ленинградский механический институт)**

Получены результаты по исследованию теплообмена при взаимодействии

сверхзвуковых струй с плоскими и сферическими преградами.

Показано, что нагрев преграды вдоль линии растекания газа происходит неравномерно и зависит от положения преграды относительно сопла. Проведен анализ влияния внутренней волновой структуры на температуру в различных точках преграды. Получены данные о характере увеличения температуры с уменьшением расстояния между соплом и преградой. Приведены зависимости теплового потока в центральной точке преграды от расстояния, нерасчетности, числа Маха на срезе сопла.

Исследуется неустойчивый режим течения.

**Л.И.Скурин, А.В.Юрков**

### **1.89. КОНВЕКТИВНЫЙ ТЕПЛОМАССОБМЕН В ГИПЕРЗВУКОВОМ БЛИЖНЕМ СЛЕДЕ**

**(Ленинградский государственный университет им .А .А .Жданова)**

Рассматривается ламинарный ближний след за тупым конусом с плоским донным срезом, движущимся с большой гиперзвуковой скоростью. Расчетная схема основана на модели взаимодействия вязкого и невязкого потоков.

Результаты расчетов сравниваются с известными опытными данными, относящимися к донному давлению за моделями.

Приводятся расчетные данные, характеризующие влияние вдува в донную область и температуры стенки тела на тепловые и динамические характеристики ближнего следа.

**Б.М.Смольский, В.С.Богачев**

### **1.90. ТЕПЛО- И МАССОБМЕН ПРИ ОТСОСЕ КОНДЕНСИРУЮЩЕЙСЯ КОМПОНЕНТЫ ИЗ БИНАРНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ В КАНАЛАХ С ПОРИСТЫМИ СТЕНКАМИ**

**(Институт тепло- и массообмена им.А.В.Лыкова АН БССР г.Минск)**

Проведено численное исследование процессов переноса при ламинарном движении бинарных парогазовых смесей в каналах с пористыми стенками и отводе конденсирующегося компонента через эти стенки. Приведены результаты для плоского канала, круглой трубы, канала, образованного плоскими дисками, и газовых смесей: воздух - Н<sub>2</sub>O, Н<sub>2</sub>-Н<sub>2</sub>O, He-Н<sup>o</sup> и СО<sub>2</sub>-Н<sub>2</sub>O. Показано, что процессы переноса существенно зависят от изменения физических свойств, переменности движущейся парогазовой смеси по длине канала и поперечного потока.

**Н.М.Станкевич, Г.Б.Петражицкий**

### **1.91. ВЛИЯНИЕ СЖИМАЕМОСТИ СРЕДЫ НА ТЕРМОКОНВЕКТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЗАМКНУТОЙ ОБЛАСТИ**

**(Горьковский научно-исследовательский институт прикладной математики и кибернетики)**

На основе численного решения системы уравнений, записанной и физических переменных  $U$ ,  $p$ ,  $T$  и учитывающей сжимаемость и диссипативные процессы, проводится исследование влияния критерия сжимаемости  $i/F$  на характер термоконвективных процессов в сферических прослойках. Рассматриваются особенности полей течения и температуры при изменении  $i/F$  в диапазоне  $0,01 \ll i/F \ll 0,5$ .

20

Показано увеличение интенсивности теплопередачи с ростом критерия сжимаемости.

**А.С.Сукомел, Д.Ф.Гуцев, В.И.Величко**

### **1.92. ТЕПЛООТДАЧА НА НАЧАЛЬНОМ УЧАСТКЕ ПЛОСКОГО КАНАЛА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ ТУРБУЛЕНТНОСТИ ВХОДНОГО ПОТОКА**

**(Московский энергетический институт)**

Проведено экспериментальное исследование местной теплоотдачи на начальном участке плоского канала в потоке воздуха и различных режимах течения в пограничном слое.

Получены расчетные соотношения для определения теплоотдачи с учетом как уровня турбулентности входного потока, так и затухания турбулентности ядра потока по длине канала.

**А.Дк.Суо-Антила, А.Кэгтон**

**1.93. ЯЧЕИСТАЯ КОНВЕКЦИЯ БОЛЬШОЙ АМПЛИТУДЫ  
(Калифорнийский университет, Лос-Анжелес, США)**

Исследуются нелинейные адвективные процессы, возникающие при однородном нагреве жидкости снизу и охлаждении сверху (ячеистая конвекция), когда число Рэлея превышает критическое значение. Определяется амплитуда результирующей ячеистой конвекции и теплового потока (число Нуссельта) в зависимости от тепловыносимой переносимости импульса и энергии при использовании структурной одежды турбулизованной жидкости. Представлено обсуждение явления турбулентной релаксации, связанной с изменениями температурного поля, и ее влияния на перенос тепла в турбулентном пограничном слое.

**Б.П.Усгименко, В.Н.Змейков, А.А.Шишкин**

**1.94. ИССЛЕДОВАНИЕ ТУРБУЛЕНТНОГО ТЕПЛОПЕРЕНОСА В  
СИЛЬНОНЕИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ОСЕСИММЕТРИЧНОЙ СТРУЕ  
(Казахский научно-исследовательский институт энергетики, г. Алма-Ата)**

В докладе изложены результаты экспериментального исследования пульсаций скорости, температуры, коэффициентов корреляции и частотных спектров в неизотермической затопленной осесимметричной струе при различной начальной температуре течения от 3 до 500°C.

**А.В.Фафурин, К.Р.Шангареев**

**1.97. НЕСТАЦИОНАРНЫЙ ТУРБУЛЕНТНЫЙ ПОГРАНИЧНЫЙ СЛОЙ В  
НАЧАЛЬНОМ УЧАСТКЕ ПРОНИЦАЕМОЙ ТРУБЫ  
(Казанский авиационный институт им.А.Н.Туполева)**

Приводятся результаты аналитического и экспериментального решения задачи развития динамического и теплового пограничных слоев в начальном участке осесимметричного канала с проницаемыми стенками в условиях существенной неизотермичности.

Анализ результатов исследований показывает, что эффект вдува в условиях тепловой нестационарности может быть учтен посредством параметрических зависимостей теории относительного соответствия.

**В.Е.Фертман, Ю.И.Барков, А.Р.Баев**

**1.98. НЕСТАЦИОНАРНАЯ ТЕПЛОВАЯ КОНВЕКЦИЯ В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ  
ПОЛОСТЯХ, ПОДОГРЕВАЕМЫХ СНИЗУ, ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКОМ ПОДВОДЕ  
ТЕПЛА К БОКОВЫМ СТЕНКАМ**

**(Институт тепло- и массообмена им.А.В.Лыкова АН БССР, г. Минск)**

Экспериментально изучено нестационарное конвективное движение в горизонтальной прямоугольной полости при периодической модуляции температуры на боковых границах в диапазоне чисел Рэлея  $Ra = O*10$ . Представлены особенности взаимодействия термоконвективных волн, распространяющихся в полости.

**К.К.Чен, Р.Эйххорн**

**1.99. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЛОКАЛЬНОЙ НЕАВТОМОДЕЛЬНОСТИ В СЛУЧАЕ  
ЕСТЕСТВЕННОЙ КОНВЕКЦИИ ОТ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ЦИЛИНДРА.  
(Университет Кентукки, Лексингтон, США)**

Представлены результаты решения задачи естественной конвекции от изотермического круглого цилиндра методом локальной автомодельности. Решения

получены для чисел Прандтля  $Pr = 0,7$  и  $6,0$ . Приедятся локальные и общие коэффициенты теплообмена, а также прошли скорости и температуры. Обсуждается сравнение результатов решения с известными данными и решениями, полученными с помощью других методов.

**К. Чирандживи**

### **1.100. ИССЛЕДОВАНИЕ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА В КАНАЛАХ С СЕЧЕНИЯМИ СЛОЖНОЙ КОНФИГУРАЦИИ**

**(Университет, шт.Андхра, Индия)**

Представлены результаты исследования характеристик ламинарного и турбулентного течений, включающего измерения перепадов давления и интенсивностей конвективного теплообмена для случая постоянной температуры стенки в сложных каналах треугольного, прямоугольного, полукруглого и трапецидального сечений. Проводится сравнение коэффициентов трения в условиях ламинарного и турбулентного течений, полученных из экспериментальных данных для вышеупомянутых каналов, с расчетными данными по трению. Экспериментальные результаты по теплообмену при ламинарном течении в этих каналах сравниваются с расчетными данными, полученными с помощью известных из литературы аналитических выражений. Для случаев турбулентного течения в прямоугольных каналах проводится сравнение экспериментальных результатов по теплообмену с результатами по коэффициенту трения. Представлен вывод обобщенного эмпирического уравнения, описывающего процесс теплообмена при известной вынужденной и свободной конвекции в канале некруглой формы.

**И.Т.Швец, В.М.Репухов, К.А.Богачук-Козачук**

### **1.101. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЛЕНОЧНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ВРАЩАЮЩИХСЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

**(Институт технической теплофизики АН УССР, г.Киев)**

С помощью первого интеграла уравнения энергии, записанного в относительном движении, получены выражения для эффективности пленочного охлаждения стенки. Показано, что методы расчета эффективности, разработанные для абсолютных систем координат, могут быть с определенными поправками распространены на случай вращающихся систем координат. Представлено сопоставление опытных и расчетных данных по охлаждению роторов осевой и центростремительной газовых турбин.

**Р.Шистель, Х.Госс**

### **1.102. ТУРБУЛЕНТНЫЕ ТЕЧЕНИЯ В СПИРАЛЬНЫХ ТРУБАХ И ВЛИЯНИЕ ЧИСЛА ПРАНДТЛЯ НА КОНВЕКТИВНЫЙ ТЕПЛООБМЕН**

**(Высшее техническое училище, Париж, Франция)**

С помощью трехмерной турбулентной модели изучались турбулентное течение и теплообмен в спиральной трубе. Представленное математическое описание турбулентности включает в себя дифференциальные уравнения переноса в частных производных для двойных корреляций скорости и для двух эффективных шкал длины. Полученные результаты позволяют оценить влияние числа Прандтля на теплообмен для фиксированного числа Рейнольдса и грех значений радиуса кривизны. Сопоставление экспериментальных данных показывает удовлетворительное согласование численных расчетов и экспериментальных данных.

**А.А.Шланчяускас, М.-Р.М.Дрижюс**

### **1.103. РАСЧЕТ ТЕПЛООБМЕНА ШЕРОХОВАТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

**(Институт физико-технических проблем энергетики АН ЛитССР, г.Каунас)**

Измерение характеристик турбулентности показывает, что обмен в турбулентном пограничном слое определяют крупновыситабные перитечки и распад турбулентного ядра независимо от свойств поверхности. Это дает возможность применить универсальный метод

расчета уравнений пограничного слоя как для гладкой, так и для шероховатой стенок. В данной работе такой метод, в котором использована гипотеза длины пути перемешивания для описания турбулентности, использован для расчета теплоотдачи шероховатой стенки во всем диапазоне проявления шероховатости, а также для различных  $Pr$ . Увеличение трения, обусловленное сопротивлением формы элементов шероховатости, учтено с помощью соответствующего перераспределения касательных напряжений у стенки.

**В.К.Щукин, А.А.Халатов, А.В.Кожевников, В.Г.Летягин**

#### **1.104. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ И ТЕПЛООБМЕНА В НАЧАЛЬНОМ УЧАСТКЕ ТРУБЫ ПРИ ВДУВЕ В ПОТОК С НАЧАЛЬНОЙ ЗАКРУТКОЙ**

**(Казанский авиационный институт им. А.Н.Туполева)**

Исследованы закономерности течения и теплообмена в пористой трубе длиной 12,5 калибра при вдуве охладителя в нагретый воздушный поток, закрученный на входе лопаточным завихрителем с центральным телом. Сделан важный практический вывод о возможности раздельного учета неизотермичности, вдува и закрутки при расчете процессов теплообмена.

Приводятся результаты определения характеристик пористых волокнистых материалов (коэффициенты вязкостного и инерционного сопротивлений, внутреннего теплообмена, теплопроводности).

## **II**

### **ТЕПЛОМАССОБМЕН В ХИМИЧЕСКИ РЕАГИРУЮЩИХ СИСТЕМАХ**

**В.М. Агранг, В.Н. Берцун, А.М. Гришин, В.И. Зинченко**

#### **2.1. ПОСТАНОВКА И РЕШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ НОВЫХ СОПРЯЖЕННЫХ ЗАДАЧ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛО-И МАССООБМЕНА РЕАГИРУЮЩИХ ТЕЛ С ПОТОКОМ РЕАКЦИОННО СПОСОБНОГО ГАЗА**

**(НИИ прикладной математики и механики при ТГУ, г.Томок)**

Рассмотрена задача о тепло- и массообмене реагирующего газового потока о углеграфитовым твердым телом в окрестности лобовой критической точки. Проанализировано влияние химических реакций на характеристики нестационарного теплообмена.

При помощи анализа размерностей, расчетов на ЭВМО и методов теории динамических систем установлено, что при наличии неравновесных химических реакций время установления стационарного режима тепло- и массообмена сильно затягивается и в ряде случаев реализуется колебательный режим тепло- и массообмена, при котором поля температур и концентраций компонентов периодически изменяются с ростом времени.

**Г.А. Аксельруд, А.И. Дубынин, Н.М. Гумницкий**

#### **2.2. ТЕПЛО- И МАССООБМЕН В ХИМИЧЕСКИ РЕАГИРУЮЩИХ СИСТЕМАХ, СОПРОВОЖДАЮЩИЙСЯ ГАЗООБРАЗОВАНИЕМ**

**(Львовский политехнический институт)**

Исследован теплообмен и массообмен в условиях химических реакций, протекавших в системе твердое тело-жидкость и сопровождающихся газообразованием. Установлены пределы аналогий с теплообменом при кипении. Получены простые критериальные уравнения для оценки коэффициента теплоотдачи и температурного перепада на границе фаз.

**Л.Ю. Артюх, Э.А. Бакарин, В.П. Кашкаров, С.М. Орлова**

#### **2.3. ЗГИСТЕРЕЗИСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ ТЕПЛОМАССОБМЕНЕ В РЕАГИРУЮЩЕМ ПОТОКЕ**

**(Казахский государственный университет им. С.М. Кирова, г.Алма-Ата)**

На основе одномерной модели ламинарного потока предварительно перемешанной газовой смеси проведено исследование возможных очагов- опасных уровней реагирующей смеси и условий перехода с одного уровня на другой. Задача решена приближенными графоаналитическим и точным численным методами. Сопоставление результатов показало, что приближенный метод хорошо определяет критические условия воспламенения и потухания.

**В.И. Баптизмаюкий, В.А. Федосеев, В.Б. Охотский, К.С. Просвирин, Ю.А. Арделян, В.В. Курягаяков, А.Н. Ковзик**

#### **2.4. ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОС ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ЧАСТИЦ МЕТАЛЛА СИСТЕМЫ Fe-C С КИСЛОРОД (Днепропетровский металлургический институт)**

Проведены эксперименты по изучению горения частиц металла системы Fe-C в кислороде. Составлена модель-тепло- и массопереноса для этого процесса взаимодействия.

По предложенной модели проведены численные расчеты, результаты которых дали хорошую сходимость с экспериментальными данными.

**В.Л. Батиевский, Г.Т. Сергеев**

#### **2.5. ГОРЕНИЕ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ**

**(Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова АН БССР, г. Минск)**

Приводятся результаты исследования процесса тепло- и массообмена при наличии вдува пропана через полубесконечную проницаемую пластину, обтекаемую потоком воздуха. Задача решается для случая диффузионного горения, когда восстановительная и окислительная зоны протекания процесса описываются моделью двух фронтов реакции. Сравнение аналитических и экспериментальных результатов дает удовлетворительное согласие.

**Т.А. Бовина, Ю.В. Звягин, Н.В. Маркелов, Ю.В. Чудецкий**

#### **2.6. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗРУШЕНИЯ ГРАФИТОВ В ПОТОКЕ ДИССОЦИИРОВАННОГО ВОЗДУХА (г. Москва)**

Предложен метод совместного расчета прогреве и уноса массы углеродных материалов в высокоэнthalпийных потоках диссоциированного воздуха. Расчетный метод разработан в предположении наличия химического равновесия на поверхности углерода с учетом тепловых эффектов, сопровождающих горение и сублимацию углерода. Рассматривается равновесное испарение углерода в виде молекул  $C_2$  и  $C_j$ .

Результаты расчетов хорошо согласуются с полученными данными в достаточно широком интервале температур и давлений торможения потока.

**В.П. Большов, Э.С. Сергеенко, В.И. Скоморохов, А.Г. Усманов**

#### **2.7. ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ ТЕПЛОТДАЧИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ТЕЧЕНИЯ ПАРОВ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ С УЧЕТОМ ИХ ДИМЕР- МОНОМЕРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ <sup>24</sup>**

**(Казанский химико-технологический институт им. С.М. Кирова)**

Излагаются результаты экспериментального исследования местной теплоотдачи к диссоциирующим парам муравьиной и уксусной кислот при течении их в вертикальной трубе. Установлено влияние основных факторов на интенсивность теплообмена. Получены обобщенные зависимости, которые могут быть использованы при расчете теплоотдачи в некоторых реакционных аппаратах (в области чисел Льюиса от 0,8 до 1,2).

**Б.В. Бошняков, И.Г. Друкер, Л.Я. Треер, М.И. Ярославцев**



## **2.8. ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНОЙ ТЕПЛОЗАЩИТЫ ПРИ ГИПЕРЗВУКОВОМ ОБТЕКАНИИ ЗАТУПЛЕННЫХ ТЕЛ В ИМПУЛЬСНЫХ ТРУБАХ**

**(Институт теоретической и прикладной механики СО АН СССР, г. Новосибирск)**

В работе обсуждаются особенности экспериментального исследования проблем тепломассопереноса в гиперзвуковых высокоскоростных установках кратковременного действия и приводятся экспериментальные данные по активной теплозащите с помощью однородного вдува газообразного и жидкого охладителя, полученные в импульсной аэродинамической трубе.

Хорошее согласование с точными численными расчетами в области малых вдувов газообразного охладителя подтверждает большие возможности импульсных труб в исследовании проблем тепломассопереноса при гиперзвуковых скоростях полета.

**Э.П. Волчков, Е.й. Синайко, В.И. Терехов**

## **2.9. ТЕПЛОМАССОБМЕН В ТУРБУЛЕНТНОМ ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ С ОТСОСОМ В НЕИЗОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

**(Институт теплофизики СО АН СССР, г.Новосибирск)**

На основании асимптотической теории С.С. Кутателадзе и А.И.Леонтьева получены относительные коэффициенты тепломассообмена при равномерном отсасывании неизотермического турбулентного пограничного слоя.

Приводятся результаты опытного исследования влияния отсоса и неизотермичности на перенос тепла и массы в пограничном слое на химически активной поверхности. Температурный фактор в опытах составлял 7,55 относительная массовая скорость вещества на стенке достигала ЗЛО-5.

**Г.Н. Делягин, Е.М. Шварцшгейя**

## **2.10. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ТЕПЛОМАССОБМЕНА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УПРАВЛЯЕМОМУ ТЕПЛОЗАЩИТНОМУ ПОКРЫТИЮ СОПЛОВОЙ ГАЗОТУРБИНОЙ ЛОПАТКИ**

**(Институт горючих ископаемых, Всесоюзный теплотехнический институт им. Ф.Э. Дзержинского, г.Москва)**

Экспериментально исследован тепломассообмен между охлаждаемой газотурбинной лопаткой и аэрозолем двуокиси кремния в диапазоне температур от 1300 до 1960°К и концентрацией частиц от  $10^{-4}$  до  $3 \cdot 10^{-3}$  ( $Re \cdot 4 \cdot 10^4$  и Ю5,  $S = 2,66$ ). Выявлен режим спекшимся отслаивающимся осадком, а также режимы шероховатым и гладким спекшимся и оплавленным осадками.

**П.В. Жирков, С.А. Бостанджиян, В.й. Боярченко, Ж.А. Зиненко**

## **2.11. ТЕПЛОВОЙ ВЗРЫВ ПРИ ТЕЧЕНИИ РЕАГИРУЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ С ПЕРЕМЕННОЙ ВЯЗКОСТЬЮ МЕЖДУ КОАКСИАЛЬНЫМИ ЦИЛИНДРАМИ**

**(Отделение Института химической физики АН СССР, г.Москва, Куйбышевский политехнический институт им. В.В. Куйбышева)**

Рассматривается куэттовское течение реакционноспособной жидкости между двумя цилиндрами. Вязкость жидкости зависит от температуры и глубины превращения вещества. Учитывается тепловыделение как от химической реакции, ток и от диссипации энергии.

Представлены кривые зависимостей критических условий от механических параметров, а также кривые изменения температуры и гидродинамических характеристик во времени при различных граничных условиях.

**М.В.Заке, В.Н. Ковалев, В.Э. Лиепиня, В.К. Мельников**

## **2.12. ТЕПЛО- И МАССОБМЕН ПРИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ ОКИСЛЕНИИ МЕТАЛЛОВ**

**(Институт физики АН ЛатвССР, г.Рига)**

Проведено экспериментальное исследование теплообмена и переноса зарядов при химических реакциях на поверхности металлов в режиме нестационарного нагрева потоком низкотемпературной плазмы аргона с добавкой кислорода.

Для титана и циркония получены кинетические константы уравнения Аррениуса. Обнаружено влияние химических реакций на нагрев металла, на конвективный теплообмен и на перенос энергии за счет собственного излучения. В процессе воспламенения установлены значения интегральной излучательной способности, близкие к единице. В спектре излучения обнаружены полосы хемилюминесценции. Установлена неравновесная эмиссия электронов с химически реагирующих поверхностей.

**Г.Е. Зенькович, Б.И. Ломашев, А.А. Михалевич,  
В.А. Немцов, В.Б. Нестеренко**

**2.13. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В РЕГЕНЕРАТОРЕ  
С ХИМИЧЕСКИ РЕАГИРУЮЩИМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ  
(Институт ядерной энергетики АН БССР, г. Минск)**

Проведено экспериментальное и теоретическое исследование теплопередачи в теплообменном аппарате с химически реагирующим теплоносителем, где кинетика химических реакций оказывает существенное влияние как по горячей, так и по холодной сторонам.

**Т.Н. Микрюкова, В.Б. Нестеренко, В.Ю. Петрович Б.Е. Тверковкин, Н.Н. Тушин, А.П. Якушев**

**2.14. ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА ПРИ ТУРБУЛЕНТНОМ ТЕЧЕНИИ N2O4 КРУГЛОЙ ТРУБЕ И ПУЧКЕ ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ**

**(Институт ядерной энергетики АН БССР, г. Минск)**

В докладе представлены основные результаты по численному исследованию тепло- и массопереноса при течении азотного тетраксида в гладких и шероховатых трубах и в пучках тепловыделяющих элементов. Проведено экспериментальное обоснование предлагаемой математической модели для круглой трубы. Предложена формула для расчета  $Nu$  и течения  $N_2O_4$  в шероховатых трубах. Приведена оценка неравномерностей температур и концентраций  $O_4$  по периметру стержня. Получены распределения средних чисел Нуссельта по длине канала в зависимости от давления газовой смеси.

**М.Д. Михайлов, В.Б. Нестеренко, К.И. Спасов Б.Е. Тверковкин  
2.15. РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ХИМИЧЕСКИ РЕАГИРУЮЩЕГО  
ТУРБУЛЕНТНОГО  
ПОТОКА O В ТРУБЕ**

**(Центр прикладной математики, София; Институт ядерной энергетики АН БССР,  
г. Минск)**

Приведены метод и результаты численного решения уравнений сохранения количества движения, энергии и массы реагирующих компонентов при турбулентном течении  $MO_2$  в круглой трубе с переменными теп-

лофизическими свойствами. Полученные данные сравниваются с результатами численного расчета, полученными по программе Патанкара-Сполдинга. Показано влияние числа Рейнольдса, давления смеси и характеристик газа на входе в канал на распределения параметров газа в трубе.

**А.А. Михалевич, А.Е. Синкевич**

**2.16. ПРИБЛИЖЕННАЯ ТЕПЛО-И МАССОПЕРЕНОСА ПРИ  
КОНДЕНСАЦИИ ХИМИЧЕСКИ РЕАГИРУЮЩЕГО ГАЗА ВНУТРИ  
ВЕРТИКАЛЬНОЙ ТРУБЫ**

**(Институт ядерной энергетики АН БССР, г. Минск)**

Рассмотрена задача конденсации химически реагирующего газа  $N_2O_4$ ,  $^{238}PuO_2 + O_2$  от неравновесного состава в вертикальной трубе.

Получено приближенное решение распределения температуры, состава газа, интенсивности конденсации и других параметров теплообмена и гидродинамики по длине участка конденсации.

**Л.В. Мишина, Г.З. Серебряный**

**2.17. АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОСА В ХИМИЧЕСКИ НЕРАВНОВЕСНОЙ СМЕСИ  $N_2O_4$ ,  $^{238}PuO_2 + O_2$  ПРИ ЛАМИНАРНОМ ТЕЧЕНИИ В ПЛОСКОМ КАНАЛЕ ПРИ ПОСТОЯННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ИНЕРТНОЙ НЕПРОНИЦАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

**(Институт ядерной энергетики АН БССР, г. Минск)**

В работе проанализированы погрешности, связанные с линеаризацией источника массы в рассматриваемой системе.

Методом Фурье решена система линеаризованных дифференциальных уравнений в частных производных. Получены аналитические выражения

основных характеристик тепло- и массопереноса в химически неравновесной смеси.

Применение зонального метода расчета дает вполне удовлетворительное согласие с результатами численного решения на ЭВМ системы нелинейных дифференциальных уравнений, описывающих тепло- и массоперенос в рассматриваемой системе.

**А.Оегбезан, И. Альгермиссен**

**2.18. ТЕПЛОМАССОБМЕН В ДИССОЦИИРУЮЩЕМ ЛАМИНАРНОМ ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ ВОЗДУХА С УЧЕТОМ КОНЕЧНОЙ СКОРОСТИ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ**

**(Институт термодинамики космических полетов,  
Штутгартский университет, ФРГ)**

Проведен численный анализ процессов тепло- и массопереноса в ламинарном пограничном слое. Определяющие нелинейные уравнения в частных производных для двумерного вязкого потока, полученные с использованием сложной модели описания химического процесса с учетом конечной скорости химических реакций, решались конечно-разностным методом.

Проведен расчет потока энергии к стенке, коэффициента трения по стенке, скорости температуры и концентраций химических веществ в пограничном слое. Показано влияние степени охлаждения стенки на рассчитанные параметры пограничного слоя и каталитической способности - на направленные к стенке потоки энергии.

**М.С. Поварницын**

**2.19. ТЕПЛОМАССОБМЕН ПРИ ТУРБУЛЕНТНОМ ТЕЧЕНИИ В ПЛОСКОМ КАНАЛЕ ДИССОЦИИРУЮЩЕГО И КОЛЕБАТЕЛЬНО-РЕЛАКСИРУЮЩЕГО ГАЗА (г. Новосибирск)**

Рассматривается задача о нагреве и турбулентном течении двухатомного газа в плоском канале с тепловыделяющими каталитическими стенками с учетом неравновесных процессов диссоциации и колебательной релаксации. Система уравнений замыкается уравнением переноса коэффициента полной вязкости. В качестве примера рассчитаны температура, концентрация, коэффициент полной вязкости и другие функции для водорода.

**В.П. Попов, Ю.С. Скоропанов**

**2.20. ТЕПЛО- И МАССОБМЕН В ПЛОСКОМ КАНАЛЕ ПРИ ХИМИЧЕСКОМ ОСАЖДЕНИИ НА СТЕНКЕ ПРОДУКТОВ ГОМОГЕННЫХ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ**

**(Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова АН БССР, г. Минск)**

Проведено численное исследование тепло- и массообмена при химическом осаждении из газовой фазы при наличии гомогенных химических реакций. В качестве примеров выбраны наращивание монокристаллического слоя tails путем пиролиза  $\text{C}_2\text{H}_5$  в смеси  $\text{H}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  и осаждение диэлектрической пленки Si с O<sub>2</sub> путем окисления Si в смеси O<sub>2</sub> и N<sub>2</sub>.

**К.В. Прибыткова, С.И. Худяев, Э.А. Штессель**

## **2.21. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО САМОВОСПЛАМЕНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЕСТЕСТВЕННОЙ КОНВЕКЦИИ**

**(Отделение Института химической физики АН СССР, г. Москва)**

Численными методами с помощью ЭВМ изучаются закономерности возникновения и развития конвекции в жидкости с объемными химическими источниками тепла и влияние развитой конвекции на протекании реакции.

**С.С. Рыбачин, В.А. Струнин**

## **2.22. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОМАССООБМЕНА МЕЖДУ РЕАГИРУЮЩИМИ КОМПОНЕНТАМИ, РАЗДЕЛЕННЫМИ ГАЗОВОЙ ПРОСЛОЙКОЙ**

**(Отделение Института химической физики АН СССР, г. Москва)**

Исследован теплообмен между реагирующими конденсированными компонентами, разделенными газовой прослойкой продуктов. Получена аналитическая зависимость числа Нуссельта от числа Рейнольдса и отношения скоростей газификации компонентов. Рассмотрены несколько типов химических реакций между компонентами.

**В.Л. Сергеев, В.П. Веселов**

## **2.23. ТЕПЛООБМЕН С ПРЕГРАДОЙ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ПАРАМЕТРОВ СТРУИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ГАЗА**

**(Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова АН БССР, г. Минск)**

Приведены результаты исследования теплообмена высокотемпературной струи с преградой в области точки торюжения при изменении во времени параметров набегающего потока газа.

Показано, что в исследованном диапазоне параметров процесс является квазистационарным.

**Ю.Б. Соколова, Г.Я. Умарова, Р.А. Захидов, Б.В. Петрекевич**

## **2.24. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСЛАБЛЕННОГО ЛУЧИСТОГО ПОТОКА ГАЗООБРАЗНЫМ СЛОЕМ С ПРОДУКТАМИ РАЗРУШЕНИЯ МАТЕРИАЛА, ОБРАЗУЮЩИМИСЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИЗЛУЧЕНИЯ**

Проведено экспериментальное изучение воздействия лучистого потока мощностью 30-105 Вт/см<sup>2</sup> на материалы типа стеклопластика. Источником излучения служит радиационная печь Уран-Г1 с ксеноновой лампой ДКСР-10000.

Исследована динамика формирования экранирующего аэрозольного слоя и влияние его на теплообмен изучаемого материала.

28

Получены некоторые закономерности лучистого разрушения.

**Д.Б. Сполдинг**

## **2.25. МОДЕЛЬ «РАЗРУШЕНИЯ ВИХРЕЙ» ДЛЯ СЛУЧАЯ ТУРБУЛЕНТНОГО ГОРЕНИЯ**

**(Имперский колледж науки и техники, Лондон, Англия)**

Рассматривается новая модель турбулентной химической реакции, которую можно применить к турбулентно-диффузионным и предварительно смешанным пламенам, а также к

явлениям горения, соответствующим этим двум случаям. Приводятся результаты численного расчета с использованием ЭВМ явления переноса в турбулентном пламени.

Установлено, что окороег химической реакции пропорциональна средней скорости деформации жидкости, плотности жидкости, концентрации топлива.

Предлагаемая модель турбулентного горения оказывается более общей, чем ранее созданные методы, и характеризуется простотой, которая делает ее особенно удобной для практического использования.

**Р. С. Тюльпанов**

## **2.26. ОБ ЭФФЕКТАХ УСКОРЕННОЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИФФУЗИИ И ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ В РЕАГИРУЮЩИХ ТУРБУЛЕНТНЫХ ПОТОКАХ**

**(Ленинградский технологический институт ЦБП)**

На основании анализа эффектов ускоренной молекулярной диффузии получены выражения для коэффициентов тепло- и массообмена в реагирующих многокомпонентных турбулентных потоках. Эти коэффициенты будут сильно зависеть от коэффициентов молекулярной диффузии компонентов и завихренности потока. В ряде случаев изменение завихренности потока может привести к существенному изменению характера суммарного кинетического процесса ввиду больших по величине и сильно различающихся коэффициентов тепло и массообмена для разных компонентов.

**Ю.А. Финаев, Г.Т. Сергеев**

## **2.27. ТЕПЛО- И МАССООБМЕН ПРИ РЕАГИРОВАНИИ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА С ОКИСЛИТЕЛЕМ**

**(Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова АН БССР, г.Иинск)**

Рассмотрены закономерности тепло- и массообмена, имеющие место при реагировании с окислителем твердого топлива со значительным содержанием летучих. Показано, что вопреки существующему представлению, нет четкой и последовательной стадийности выгорания летучих и коксового остатка при реагировании твердого топлива с окислителем. Имеет место лишь псевдостадийность. Рассмотрены механизм и необходимые условия воспламенения частиц топлива, а также скорость выгорания отдельных компонентов элементарного состава топлива.

**Э.А. Штессель, Л.В. Калашникова**

## **2.28 ВЛИЯНИЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ КОНВЕКЦИИ НА МАССОПЕРЕНОС ПРИ ХИМИЧЕСКОМ ТРАНСПОРТЕ**

**(Отделение Института химической физики АН СССР, г.Москва)**

Экспериментально исследовано влияние естественной конвекции на окороег переноса металла при химических транопоргных реакциях. Получена формула, позволяющая рассчитать скорость образования ион рытия при наличии есгеогвенной конвекции.

### **III**

## **ТЕПЛОМАССООБМЕН ПРИ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЯХ 29**

**И.Н. Авакян, И.И. Кулагин, О.В. Шелудько**

## **3.1. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В ТЕПЛОВОЙ ТРУБЕ МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**(Северо-Западный политехнический институт, г. Ленинград)**

Разработана математическая модель работы коаксиальной тепловой трубы. Система взаимосвязанных дифференциальных уравнений тепломас- соперееноса решена методом

прямых по времени в комбинации с методом «прогонка», который при исследовании на ЭВМ показал удовлетворительную точность и устойчивость вычислительного процесса. Результаты работы использованы при определении оптимального режима запуска натриевой коаксиальной тепловой трубы.

**С.И. Аладьев**

### **3.2. ВОПРОСЫ МАССО- И ТЕПЛООБМЕНА В ИНЖЕКТОРЕ- КОНДЕНСАТОРЕ**

**(Энергетический институт им. Г.М.Кржижановского, г.Москва)**

Исследуется влияние массо- и теплообмена в инжекторе на поля температур, объемных концентраций и давления. Учитывается перенос массы, энергии и импульса между каплями различных размеров и скоростей.

**В.Х. Аракери, А. Кетгон, В.Э. Кастенберг**

### **3.3. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РАСПЛАВЛЕННОГО ОЛОВА С ВОДОЙ ЭФФЕКТ ТЕМПЕРАТУРНОЙ СТРАТИФИКАЦИИ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**(Калифорнийский Университет, Лос-Анжелес, США)**

Экспериментально показано, что с помощью температурной стратификации охлаждающей среды возможна релаксация температурных ограничений, необходимых для возникновения паровых взрывов при взаимно – действии расплавленного свинца с водой. В данной работе проводились значительные релаксации ограничений, для того чтобы показать, что локвльные перегревы охлаждающей среды, связанные со спонтанным образованием пузырьков, не являются единственным механизмом возникновения паровых взрывов в системах жидкость-жидкость. Фотографирование с помощью многократных исключительно коротких вспышек показало, что паровые взрывы могут быть вызваны также переходным или пузырьковым кипением.

**К.М. Арефьев, В.М. Боришанский, Н.И. Иващенко, Н.М. Фишман Б.М. Хоыченков,  
Б.Ф. Ремарчук**

### **3.4. ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОМАССООБМЕНА ПРИ КОНДЕНСАЦИИ ПРИСАДОК ПАРОВ МЕТАЛЛОВ ИЗ СМЕСЕЙ С ГАЗАМИ**

**(Ленинградский политехнический институт им.М.И. Калинина и Центральный  
коглотурбинный институт им. И.И.Ползунова)**

Рассмотрены особенности тепло- и массообмена при конденсации паров металлов из движущихся смесей с газами, связанные с диффузией и туманообразованием.

При использовании опытных данных по коэффициентам диффузии получено соотношение, определяющее диффузионное сечение взаимодействия молекул в смесях одноатомных паров металлов с гелием, аргоном и азотом.

**И.П. Асакавичюс, В.А. Гайгалис, В.К. Эва**

### **3.5. ТРАНСПОРТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОЙ ТРУБЫ С ВОДОЙ, МЕТАНОЛОМ И ФРЕОНСЫ-ИЗ И НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЕЕ РАБОТЫ**

**(Институт физико-технических проблем энергетики АН ЛитЗСР, г.Каунас)**

Представлены экспериментальные характеристики тепловой трубы с плотно сжатым сетчатым фитилем.

Обнаружена неравномерность температуры фитиля по периметру и гистерезис температуры при снижении тепловой нагрузки.

**Г. Баргау**

### **3.6. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КИПЕНИЯ В ПОТОКЕ АММИАКА ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ**

**(Институт термодинамики и теплотехники,**

### **Штутгартский университет, ФРГ)**

Определялись коэффициенты теплоотдачи аммиака для развитого пузырькового кипения при вынужденной конвекции (поток направлен вверх по трубе) при давлениях  $34 \leq P \leq 108$  бар ( $0,30 \leq P/P_{кр} \leq 0,95$ ). Плотность потока массы была  $\rho \approx 1000$  кг/м<sup>3</sup>, плотности теплового потока составляли  $5 \leq q \leq 130$  Вт/см<sup>2</sup>. Полученные коэффициенты теплоотдачи -  $9 \leq \alpha \leq 38$  В/сА. Для всего диапазона давлений была определена величина максимальной плотности теплового потока. В качестве измерительного участка служила позолоченная никелевая труба, обогреваемая с внешней стороны путем конденсации водяного пара, размеры которой были следующие: внутренний диаметр  $d = 30,34$  мм, внешний диаметр  $d_a = 40,00$  мм, длина  $l = 474$  мм.

**М.К. Безродный, С.Н. Файнзильберг, А.И. Белойван, Е.А. Кондрусик,  
Н.Ю. Колоскова**

### **3.7. ИССЛЕДОВАНИЕ КРИЗИСА ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В ЗАМКНУТЫХ ДВУХФАЗНЫХ ТЕРМОСИФОНАХ ПРИМЕНительно К УСЛОВИЯМ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ (Киевский политехнический институт)**

Приведены результаты экспериментального исследования теплопередающей способности термосифонов кольцевого, кругового сечения и с внутренней вставкой для возврата конденсата в зону теплоподвода. Установлено, что применение вставки дает возможность значительно увеличить теплопередающую способность термосифона.

**А.П. Беляков, В.С. Платунов**

### **3.8. СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГАЗОНАПОЛНЕННОЙ ТЕПЛОЙ ТРУБЫ ПРИ КОМПЛЕКСНЫХ ТЕПЛОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ**

**(Ленинградский институт точной механики и оптики)**

Помучены уравнения, позволяющие проводить оценку статической и динамической погрешности термостатирования при одновременных возмущающих воздействиях со стороны газового резервуара, внешнего хладагента и объекта стабилизации. Найденные передаточные функции позволяют определить время выхода системы "ГТТ - объект" на заданный уровень термостатирования и допустимые значения амплитуды и частоты колебаний дестабилизирующих воздействий.

**Дж. Бергмане**

### **3.9. МАШИНАЛЬНЫЙ ТЕПЛОЙ ПОТОК ПРИ КИПЕНИИ В БОЛЬШОМ СБЁЖЕ**

**(Католический университет в Левене, Бельгия)**

Представлены гидродинамические закономерности расчета максимального теплового потока (критического теплового потока) при кипении жидкости в большом объеме. В результате анализа было выделено два различных режима. В первом режиме силы поверхностного натяжения превосходят гравитационные силы. Найдено, что с помощью классического гидродинамического метода, основанного на понятии разрушения паровой колонки, невозможно объяснить наличие максимального теплового потока в этом режиме. Для цилиндрических и сферических нагревателей предложена новая модель, удовлетворительно объясняющая наблюдаемую зависимость критического теплового потока от параметров процесса. Во втором режиме гравитационные силы превосходят силы поверхностного натяжения. Для этого случая получено обобщающее соотношение для критического теплового потока, совпадающее с полученным ранее на основе результатов анализа устойчивости колонки.

**Г. Бианки, М. Кумо**

### **3.10. ТЕПЛООБМЕН И ПАДЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ В ПРЯМОТОЧНЫХ ПАРОГЕНЕРАТОРАХ**

**(Центр ядерных исследований, Рим, Италия)**

В технологической лаборатории Национального Комитета по ядерной энергии осуществлялась экспериментальная и научно-исследовательская программа по прямооточным парогенераторам, ставящая своей основной целью обеспечить проектировщиков "специальными" и надежными соотношениями для теплового проектирования. Широко пользовались две различные геометрии: прямая вертикальная трубка и змеевик, работающие в водяном контуре в 4 МВт. Исследовались различные области режимов теплообмена; для каждой отдельной характерной области или режима выведен полный набор обобщающих соотношений. В диапазонах давлений  $50 < P < 90$  кг/см<sup>2</sup> и  $HO < P < 180$  кг/см<sup>2</sup> обнаружены глубокие различия критических паросодержаний. Кроме того, исследовались расчетные соотношения по падению давления. Найдено, что гомогенная модель продолжает оставаться справедливой; предложена очень простая поправочная функция, зависящая от давления.

**М.К. Болога, А.Б. Дидковский**

### **3.11. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ПЛЕНОЧНОЙ КОНДЕНСАЦИИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ (Институт прикладной физики АН МССР, г. Кишинев)**

На основе экспериментальных исследований теплообмена и гидродинамики в условиях пленочной конденсации чистых паров диэлектрических жидкостей под воздействием электрических полей установлено, что значительная интенсификация теплоотдачи является следствием уменьшения толщины конденсатной пленки. В зависимости от величины напряженности выделены три характерные области влияния поля на теплообмен. Показано, что с точки зрения обеспечения максимальной интенсификации теплообмена в качестве теплоносителей следует использовать полярные жидкости. Предложена обобщенная зависимость теплоотдачи при конденсации под воздействием электрического поля.

**В.М. Боришанский, Д.И. Волков, Н.И. Иващенко, О.П. Кректунов Л.А. Воронцова, Г.А. Макарова, Н.Ш. Фишман**

### **3.12. ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСИ ГАЗА НА ТЕПЛОТДАЧУ ПРИ КОНДЕНСАЦИИ В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ТРУБЕ**

**(Центральный котлотурбинный научно-исследовательский институт им.Ползунова, г. Ленинград и Ленинградский кораблестроительный институт)**

В работе выполнено экспериментальное исследование теплоотдачи при неполной конденсации чистого водяного пара и пара из парогазовой смеси в вертикальной трубе при давлениях смеси  $P = 0,8$  и  $3,0$  МПа, тепловых нагрузках  $(15 + 450)$  ЮЗ Вт/м<sup>2</sup>, скоростях потока на входе  $2+50$  м/с, выходных массовых паросодержаниях (выпарах)  $X_7^{0,5}$  и объемных газосодержаниях до  $2,5\%$ .

Выявлено влияние газа на теплоотдачу при конденсации в трубе парогазовой смеси. Даны расчетные рекомендации для теплоотдачи при конденсации водяного пара из парогазовой смеси.

32

**Ю.М. Бродов, Е.З. Савельев, В.А. Пермяков В.К. Купцов, А.Г. Гальперин**

### **3.13. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВИБРАЦИИ НА ТЕПЛООБМЕН И ГИДРОДИНАМИКУ ПРИ КОНДЕНСАЦИИ ВОДЯНОГО ПАРА НА ОДИНОЧНОЙ ТРУБЕ**

**(Уральский политехнический институт им.С.М. Кирова, г. Свердловск, Центральный котлотурбинный институт им. И.И. Ползунова, г. Ленинград)**

Приводятся результаты аналитического и экспериментального исследований



теплоотдачи при пленочной конденсации неподвижного водяного пара на горизонтальной и вертикальной вибрирующих трубах.

**А.В.Бувевич, Е.Й. Лавров, А.З.Росинский, О.И.Соколов, Г.Г.Шкловск**  
**3.14. ТЕПЛООБМЕН И ГАЗОДИНАМИКА ПРИ СБРОСЕ ГОРЯЧЕГО ПАРА В**  
**КОНДЕНСАТОР ЧЕРЕЗ СВЕРХЗВУКОВОЕ СОПЛО**  
(Калужский турбинный завод)

Рассмотрено паросбросное устройство эжекционного типа со сверхзвуковым соплом Лаваля, установленный в трубном пучке конденсата.

Показана возможность охлаждения сбрасываемого пара без подачи охлаждающей воды. Установлено влияние геометрических и режимно-параметрических характеристик на эффективность охлаждения выходящего потока пара.

**Л.Л. Васильев, С.В. Конев**  
**3.15. ИССЛЕДОВАНИЕ КРИОГЕННЫХ ГАЗОРЕГУЛИРУЕМЫХ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ**  
(Институт тепло- и массообмена им. А.В.Лыкова АН БССР, г.Минск)

Проведен анализ особенностей работы криогенных газорегулируемых тепловых труб. Показано преимущество использования неконденсирующего-го газа в криогенной тепловой трубе при наличии дополнительного резервуара.

Получены результаты экспериментального исследования тепловой трубы на жидком азоте при различных количествах теплоносителя. Впервые получены результаты работы газорегулируемой криогенной тепловой трубы на жидком азоте.

**И.П. Вишнев**  
**3.16. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ АСПЕКТЫ ПРОЦЕССА КИПЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ**  
(Научно-производственное объединение «Гелиевая техника», г. Москва)

Парообразование жидкостей рассмотрено с позиции молекулярных взаимодействий. Получено обобщенное уравнение, содержащее макро-и микрохарактеристики процесса кипения. Составлена энергетическая диаграмма молекул веществ, часто используемых в парообразовании. Отмечается, что физические (энергетические) свойства веществ при кипении находятся в квазипериодической зависимости от природы меж молекулярных связей и от относительных молекулярных масс вещества.

Предложены зависимости для расчета теплоотдачи при пузырьковом кипении различных жидкостей: от гелия до жидких металлов при давлении от низких до околокритических.

**И.П. Вишнев, И.А. Филатов, Я.Г. Винокур, В.В. Горохов, Г.Г. Свалов,**  
**3.17. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ КИПЕНИИ ГЕЛИЯ НА**  
**ПОВЕРХНОСТЯХ С РАЗЛИЧНОЙ ОРИЕНТАЦИЕЙ**  
(Всесоюзный научно-исследовательский институт гелиевой техники, г. Москва;  
Всесоюзный научно-исследовательский институт кабельной промышленности, г.  
Подольск)

Экспериментально показано влияние ориентации и неметаллического покрытия обогреваемой поверхности на теплоотдачу и кризис пузырькового кипения гелия.

**В.Т. Вылков**  
**3.18. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ КАПЕЛЬНОЙ КОНДЕНСАЦИИ**  
**ОРГАНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ**  
(Энергопроект, София, Болгария)

Экспериментально исследован переход от пленочной к капельной конденсации с помощью разных лиофобизаторов для 21 вида органических жидкостей, имеющих поверхностное натяжение при температуре насыщения от 0,016 Н/м до 0,036 Н/м.

Количественно исследован переход от капельной к пленочной конденсации, полученный для ряда жидкостей при увеличении теплового потока. Опытным путем установлено повышение коэффициента теплоотдачи при капельной конденсации для этилендиэмина и фенола. Экспериментально исследован коэффициент теплоотдачи пар-стенка для сероуглерода на опытной установке для капельной и пленочной конденсации на горизонтальной трубе. Опытные данные обработаны в критериальной зависимости, которая сравнивается с критериальной зависимостью для водяного пара.

**Н.И. Гельперин, Б.М. Гурович, Л.Н. Тактаева, Г.Ш. Полищук, А.Я. Горелов**  
**3.19. ТЕПЛООБМЕН ПРИ КИПЕНИИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ**  
(Московский институт тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова,  
Ташкентский политехнический институт им. А.Р. Беруни)

Излагаются результаты исследования теплоотдачи к водным растворам  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{MnCl}_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ca(NO}_3)_2$  кипящим при атмосферном давлении и естественной циркуляции в вертикальных трубах и к растворам  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$ , кипящим в большом объеме.

Приводятся зависимости коэффициента теплоотдачи в зоне развитого кипения от физико-химических свойств жидкостей и тепловой нагрузки и среднего коэффициента теплоотдачи от физико-химических свойств растворов, тепловой нагрузки, высоты кипятильной трубы и кажущегося уровня жидкости в ней. Приводится зависимость коэффициента теплоотдачи при кипении в большом объеме от теплофизических свойств растворов и тепловой нагрузки.

**В.Р. Горбис, М.И. Берман**  
**3.20. ТЕПЛООБМЕН ПРИ КИПЕНИИ ЖИДКОСТЕЙ**  
**В ДИСПЕРСНОМ СЛОЕ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ**  
(Одесский технологический институт холодильной промышленности)

Приводятся модельные представления и полученные на их основе расчетные соотношения для теплообмена при кипении в дисперсном слое частиц. Результаты расчета сопоставляются с опытными данными по кипению воды, этанола и раствора  $\text{NaCl}$  в условиях теплового подогрева зернистого слоя.

**И.Г. Горячко, Г.В. Кижин**  
**3.21. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ**  
**ТЕПЛОВОЙ ТРУБЫ**  
(г. Ленинград)

Приводятся результаты измерений температур вдоль натриевой тепловой трубы и передаваемых ею тепловых потоков при сверхзвуковых режимах течения. Опытные данные сравниваются с результатами расчета по одномерной стационарной теории расходного сопла при движении в нем сухого пара.

Уравнения одномерных установившихся течений влажного пара в тепловой трубе качественно исследуются в трехмерном фазовом пространстве.

**М.А. Готовокий, А.В. Боришанок, Г.П. Данилова**  
**3.22. ОБОБЩЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КИПЕНИЯ**  
**МЕТОДОМ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО ПОДОБИЯ**  
(Центральный котлотурбинный институт им. И.И. Ползунова, г. Ленинград,  
Ленинградский технологический институт холодильной промышленности)

Представлены результаты обобщения опытных данных по измерению отрывных диаметров и по теплоотдаче при кипении в большом объеме. Получены формулы для расчета отрывных диаметров и коэффициентов теплоотдачи при кипении в функции от безразмерных термодинамических переменных.

**Г.Н. Данилова, З.Й. Гуйго, А.В. Боришанокая, В.Г. Букин В.А, Дюндин, А.А. Козырев,  
Л.С. Малков, Г.И.Малюгин**

### **3.23. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ КИПЕНИИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ЖИДКОСТЕЙ В УСЛОВИЯХ МАЛЫХ ПЛОТНОСТЕЙ ТЕПЛООВОГО ПОТОКА**

**(Ленинградский технологический институт холодильной промышленности)**

Приведены результаты экспериментальных исследований различных способов интенсификации теплообмена при кипении фреонов и аммиака на горизонтальных трубах и в вертикальных каналах. Установлена высокая интенсивность теплоотдачи при кипении на пористых и сетчатых покрытиях в стекающей пленке и в щелевых каналах.

**Ю.И. Дзарасов**

### **3.24. ТЕПЛООТДАЧА И ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ПРИ ТЕЧЕНИИ ПАРОВОДЯНОЙ СМЕСИ С БОЛЬШИМИ ПАРСОДЕРЖАНИЯМИ В КОЛЬЦЕВОМ КАНАЛЕ**

**(Дагестанский научно-исследовательский отдел энергетики, г. Махачкала)**

В статье приводятся результаты комплексного исследования коэффициента теплоотдачи, падения давления, расхода воды в пристенном слое и картины течения пароводяной смеси в кольцевом канале с внутренним обогревом при давлениях 35 и 70 бар. Областью исследований были преимущественно большие паросодержания и массовые скорости примерно от 1000 до 3000 кг/сек.м, где теплообмен к двухфазному потоку носит конвективный характер. Как обнаружено, экспериментальные данные хорошо согласуются с данными других работ, где использовались кольцевые каналы. Предложено уравнение, с помощью которого конвективный коэффициент теплоотдачи к двухфазному потоку описывается достаточно хорошо. Предлагается модель дисперсно-кольцевого потока. Модель предполагает, что перенос тепла происходит через очень тонкую ламинарную жидкую пленку на стенке, причем в ядре потока движется гомогенная паро-капельная смесь.

**В.Е. Дорошук, Л.Л. Левитан, Ф.П. Ланцман**

### **3.25. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦЫ МЕЖДУ КОЛЬЦЕВОЙ И ДИСПЕРСНОЙ СТРУКТУРАМИ ДВУХФАЗНОГО ПОТОКА**

**(Всесоюзный теплотехнический институт им.Ф.Э.Джвржинского, г. Москва)**

На основании систематических исследований кризиса теплообмена, обусловленного высыханием пристенной жидкой пленки (кризиса теплообмена второго рода), экспериментально определена граница между кольцевым и дисперсным режимами течения в диапазоне давлений и массовых скоростей 750+3000. Разработаны простые полуэмпирическое и эмпирическое уравнения, обобщающие полученные результаты с достаточной точностью.

**Г.М. Заки, М.А. Марван**

### **3.26. ИЗМЕНЕНИЯ ЛОКАЛЬНОГО ИСТИННОГО ОБЪЕМНОГО ПАРСОДЕРЖАНИЯ ПРИ ОГРАНИЧЕНИЯХ ДВУХФАЗНОГО ПОТОКА (Управление по атомной энергии, Арабская республика, Египет)**

Рассматриваются потери и восстановление давления при двухком- понентном двухфазном течении, вызываемые внезапным сужением и расширением потока. Измерялось радиальное распределение истинного объемного паросодержания для диапазона расхода воды и воздуха до м<sup>3</sup>/г и 8,7 м<sup>3</sup>/г, соответственно, при отношениях диаметров труб 0,28 при расширении и 3,57 при сужении.

Данные по объемному локальному паросодержанию имеют симметричный радиальный профиль внутри труб и свидетельствуют об уменьшении значения паросодержания после расширения и увеличении его после сужения.

Получено соответствие расчетов по методике Петрика и опытных данных с отклонениями в пределах от +14% до -6% для расширения и +16% до -9% для сужения. Зависимость для расчета локальных изменений паросодержания имеет вид  $A_p = a \cdot \frac{r}{U} \cdot J_m$ . Исследуются различные параметры, влияющие на градиент давления двухфазного потока.

**Г.М. Заки, М.М. Фарахат, М.Эль-Генк**

### **3.27. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ КИПЯЩИХ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ (Комитет по ядерной энергии, Каир, ОАР)**

Представлена теоретическая модель для расчета локальных параметров кипящих каналов ядерных реакторов. В основе модели лежат стационарные конечно-разностные уравнения, описывающие законы сохранения массы, энергии и количества движения при отсутствии теплового равновесия.

Методом итераций рассчитаны параметры двухфазного потока (истинное объемное паросодержание, степень сухости пара, скорость испарения и отношение истинных скоростей фаз) для кипящего ядерного реактора в 59 МВт, работающего на корабле при 49,27 атм.

Представлены результаты экспериментальных исследований, проводимых в лаборатории по теплопереносу при Комитете по ядерной энергии. Эксперименты проводились при атмосферном давлении внутри круглого канала для различных скоростей естественной циркуляции и мощностей (до 23,2 ом/сек и 18,7 квт, соответственно). Математическая модель хорошо согласуется с результатами измерений.

**А.Ф. Залегнев, А.Ф. Аксельрод, А.В. Тихонов**

### **3.28. О РАСЧЕТЕ ТЕПЛОПЕРЕНОСА ПРИ ПОВЕРХНОСТНОМ КИПЕНИИ ВОДЫ В ТРУБАХ**

**(Ленинградский институт точной механики и оптики)**

Предложена модель процесса теплопереноса и сформулирована задача анализа некоторых теплогидравлических характеристик при поверхностном кипении жидкостей в трубах.

На основе численных расчетов, выполненных для воды, проанализированы интенсивность конденсации пара в потоке и интенсивность конвективного теплообмена с недогретой жидкостью. Найдена удобная аналитическая форма аппроксимации расчетных данных.

**Ю.А. Зейгарник, В.Д. Литвинов**

### **3.29. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООТДАЧИ И ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЙ ПРИ КИПЕНИИ НАТРИЯ В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ТРУБЕ**

**(Институт высоких температур АН СССР, г. Москва)**

Проведено экспериментальное исследование теплоотдачи и потерь давления при кипении натрия в условиях подъемного течения. Данные по сопротивлению трения описываются расчетной зависимостью Мартинелли-Локкарха с поправочным коэффициентом, учитывающим влиянием расхода.

Измеренные в опытах коэффициенты теплоотдачи оказались очень высокими, что подтверждает гипотезу о переносе тепла испарением с поверхности жидкой пленки при кипении натрия в трубе.

**Н.В. Зозуля, В.А. Карху, В.П. Боровков**

### **3.30. АНАЛИТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ КОНДЕНСАЦИИ ПАРА НА РЕБРИСТЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ**

**(Институт технической теплофизики АН УССР, г. Киев)**

На основе разработанной модели составлено дифференциальное уравнение движения пленки конденсата по межреберному каналу ребристой поверхности.

Получена зависимость для определения интенсивности теплоотдачи при конденсации пара на горизонтальных ребристых трубах, которая может быть использована при расчетах теплообменной аппаратуры.

**В.А. Зысин, Э.Л. Китанин, Ф.Р. Латыпов, Б.Е. Иванов**  
**3.31. ПРОБЛЕМА ВНУТРЕННЕГО ТЕПЛООБМЕНА В**  
**ПАРОКИДКОСТНЫХ ПОТОКАХ**

(Ленинградский политехнический институт им.М.И. Калинина)

Производится сопоставление расчетных значений диабадного и адиабатного коэффициентов теплоотдачи при истечении грех различных жид костей, близких к состоянию насыщения.

На основе анализа внутреннего теплообмена в подобных потоках, указывается граница режимов вскипания при истечении через диафрагмы.

**В.А. Быоин, В.В. Невинский, Е.Л. Плудовокая, В.И. Розенблюм**  
**3.32. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОМАССОБМЕНА ВЗВЕШЕННОЙ ВЛАГИ**  
**С ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫМ ПАРОГАЗОШМ ПОТОКОМ**

(Ленинградский политехнический институт им, М.И. Калинина)

Поставлена задача неравновесного течения взвеиенной влаги в паро-газовом потоке. Описывается методика расчета реальных термодинамических свойств компонентов смеси и способ расчета характерна тик потока в канале. На упрощенных моделях оценивается роль мяефавового теплообмена в процессах движения парожидкоотной среды. Результаты численного решения полной задачи гетерогенного парожидкоотного потоке сравниваются о экспериментальными данными. Показана возможность численного анализа движения двухфазных систем о боль той термической неравновесностью.

**О.П. Иванов, Г.Н. Данилова, В.О. Мамчевко, Ю.Н. Ширяев**  
**3.33. ТЕПЛООТДАЧА ПРИ КОНДЕНСАЦИИ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГЕНТОВ**  
**ВНУТРИ КАНАЛОВ**

(Ленинградский технологический институт холодильной промышленности)

Излагаются результаты теоретического и экспериментального исследования гидродинамики и теплообмена при конденоации холодильных агентов внутри каналов.

Ка основании изучения локальных характеристик процесса предлагается метод теплогчдравлического анализа работы проточных конденсаторов.

**Л. Йович, Н. Афган**  
**3.34. АНАЛИЗ ФЛУКТУАЦИИ ПЕРЕГРЕВА ЖИДКОСТИ ПРИ КИПЕНИИ НА**  
**ОСНОВЕ УСЛОВНОГО КВАНТИРОВАНИЯ СИГНАЛА**

(Институт ядерных исследований им.Бориса Кидрича, г.Белград, Югославия)

Перегрев жидкости при кипении вблизи стенки представляет нестационарную величину, которая, кроме случайного, имеет и определяющий нестационарный характер. Случайный характер перемен, происходящий от стохастических флуктуаций параметров, влияет на перегрев жидкости, а неслучайный характер связан о динамикой возникновения паровой фазы в двухфазном пограничном слое.

37

Анализ флуктуации перегрева кидкос ти при кипении проведен на основе условного квантирования экспериментальной записи флуктуации температуры в двухфазном пограничном слое. Статистическим анализом сигнала, который соответствовал системам, получено распределение температуры для каждой рассматриваемой системы. Анализ по- казал, что этим способом можно определить среднюю величину объемного паросодержания в каждой точке двухфазного пограничного слоя. Изменение перегрева в окружающей жидкости и в перегретом слое в зависимости от расстояния от нагреваемой поверхности показывает существование неслучайных изменений температуры в двухфазном пограничном слое,

которые связаны с механизмом подвода тепла на границе раздела фаз.

**Т.В. Йбрданова, Б.П. Павлов**

### **3.35. НЕСТАЦИОНАРНАЯ КОНДЕНСАЦИЯ ПАРА НА ТОЛСТОСТЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

**(Энергопроект, София, Болгария)**

Рассматривается процесс конденсации чистого водяного пара на толстостенной поверхности при существенно нестационарных условиях.

Задача поставлена как сопряженная - нестационарная конденсация и нестационарная теплопроводность. Предложена математическая модель процесса. Полученная система уравнений решается численным методом на ЭВЦМ.

**Ю.А. Кириченко, М.Л. Долгой, Н.М. Левченко, В.В. Цыбульский Л.А. Слобожанин, Н.С. Щербакова**

### **3.36. ИССЛЕДОВАНИЕ КИПЕНИЯ КРИОГЕННЫХ ЖИДКОСТЕЙ**

**(ФТИНТ АН УССР, г. Харьков)**

Экспериментально исследованы внутренние и интегральные характеристики кипения криогенных жидкостей в широком диапазоне давлений насыщения. Показано, что изменение характеристик кипения с давлением имеет различный характер при «низких» и «высоких» давлениях, определяемых соответственно квазистатическим и динамическим режимами отрыва паровых пузырей.

Получены расчетные формулы для определения коэффициентов теплоотдачи при пузырьковом кипении, первых критических тепловых потоков и первых критических температурных напоров.

**Т.Кобори, А.Кикучи, Т.Обата, М.Мацуо**

### **3.37. ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА КРИТИЧЕСКИЙ ТЕПЛОВОЙ ПОТОК В ПУЧКЕ СТЕРЖНЕЙ**

**(Корпорация по разработке атомных реакторов и ядерного топлива, Япония)**

Измерения стационарного критического теплового потока проводились в целях изучения Эффе́кта эксцентричности пучка стержней в кипящем потоке воды с натурным пучком стержней в реакторе с трубами высокого давления.

Эксперимент проводился с натурным пучком стержней, состоящим из 70 стержней, длина нагрева которых равнялась 3,7 м, а эксцентричность пучка - 0 - 1,0 мм. Другими условиями являлись: массовая скорость 1000 - 2300 кг/м<sup>2</sup> сек, переохлаждение на входе 40 - 600 Д<sup>0</sup>/г.

Экспериментальные данные показывают, что эксцентричность пучка в 0,6 - 1,00 мм снижает критический тепловой поток на 20- 30%. Эти явления могут быть описаны внутриканальным распределением отклонения локального паросодержания в пучке стержней.

**С.А.Ковалев, Д.Я.Деревинко, М.В.Махалова И.И.Долгинцев, В.С.Синельников**

### **3.38. ИССЛЕДОВАНИЕ КРИЗИСА ТЕПЛООБМЕНА ПРИ КИПЕНИИ НЕДОГРЕТОЙ ВОДЫ НА РЕБРИСТОЙ ПОВЕРХНОСТИ В УСЛОВИЯХ ВЫНУЖДЕННОГО ДВИЖЕНИЯ**

**(Ленинградское Объединение электронного приборостроения «Светлана», Институт высоких температур АН СССР, г.Москва)**

Описаны методика и результаты измерений критических тепловых потоков при кипении воды на ребристых поверхностях различной геометрии в широком диапазоне недогревов и скоростей.

Предложены обобщенные зависимости, описывающие данные по критическим тепловым потокам при кипении воды на ребристых поверхностях в большом объеме и в условиях вынужденного движения.

**И.З.Колп**

### **3.39. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЙ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ НА ТЕПЛООБМЕН ПРИ КИПЕНИИ**

**(г.Ленинград )**

В развитие модели о роли шероховатости поверхности не условия вародышеобразования рассматривается механизм влияния поверхности на теплоотдачу при кипении. Используя вероятностный подход к описанию микрорельефа реальной поверхности, определяется число потенциальных центров парообразования.

Приведены результаты экспериментального исследования теплоотдачи при кипении ртути на поверхностях с различной шероховатостью при плотнотех теплового потока до  $3 \cdot 10^4$  Вт/м. Экспериментальные данные согласуются с принятой для анышзе моделью.

**В.А.Кравченко, Ю.Н.Островский, ЛЖТолубинская**

### **3.40. КИПЕНИЕ ЛЕГКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ И СМЕСИ ЭТИЛЕН-ЭТАН**

**(Институт газа АН УССР, Институт технической теплофизики АН УССР, г.Киев)**

Исследована теплоотдача при кипении легких углеводородов этана», этилена и их смесей.

Рекомендуются уравнения для расчета коэффициентов теплоотдачи при кипении чистых углеводородов и смеси этилен-этан.

**В.В.Кудрявцев, И.И.Рац, А.И.Суровев**

### **3.41. АНАЛИТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДУШНО-ИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КАНАЛОВ**

**(г. Москва)**

Рассмотрены вопросы тепломассообмена в горизонтальных и иортикальных цилиндрических каналах при движении в них газожидкостных потоков в условиях вакуума.

Получены приемлемые для инженерной практики решения, на основе которых разработан метод расчета теплообменников с воздушно-испарительным принципом охлаждения.

**Е.В.Лыков**

### **3.42. АКУСТИЧЕСКИЕ СПЕКТРЫ В ОБЛАСТИ КРИЗИСА КИПЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ**

**(Ростов-на-Дону)**

Экспериментально исследованы акустические спектры шума в области кризиса поверхностного кипения жидкости.

На основе опытных данных формулируется представление о тепло-акустической турбулентности в области кризиса теплообмена.

**Я.Мадейский**

### **3.43. К ВОПРОСУ ИСПАРЕНИЯ КАПЕЛЬ В ДВУХФАЗНОМ ПОТОКЕ**

**(Польская Академия наук, Варшава, ПНР)**

Исследуется механизм локального испарения капли, заключающийся в многократном ударении капли о стенки канала. Для осуществления указанного процесса локального испарения должно выполняться условие  $(Re)_0 > (Re)$ , где  $(Re)_0$  - число Рейнольдса падающей капли,  $(Re)$  – число Рейнольдса отлетающей капли. Принимая  $(Re)_0 = (Re)$ , можно вычислить действительное значение перегрева стенки.

**В.А. Майоров, Л.Л. Васильев**

### **3.44. ИССЛЕДОВАНИЕ ВНУТРЕННЕГО ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА ПРИ ДВУХФАЗНОМ ОХЛАЖДЕНИИ ПОРИСТОГО ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА**

**(Новополоцкий политехнический институт;  
Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова АН БССР.г.Минск)**

Разработана аналитическая модель процесса двухфазного охлаждения пористого тепловыделяющего элемента. На ее основе выполнено исследование закономерностей сопротивления и тепло- и массообмена при движении охладителя, испаряющегося внутри пористого ТВЭЛа.

Установлены следующие характеристики и особенности процесса: размеры отдельных участков течения охладителя; существенное уменьшение расхода охладителя при заглублении начала области испарения с внешней поверхности внутрь элемента; относительные перепады давления на каждом из участков течения охладителя; влияние давления в системе, режимов течения охладителя, а также влияние вида выражения для расчета кинематической вязкости гомогенного двухфазного потока на конечные результаты.

**С.Марковичи, Н. Афган**

**3.45. ВЛИЯНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ВОЗМУЩЕНИЯ ПРИ ВНЕЗАПНОМ РАСШИРЕНИИ  
СЕЧЕНИЯ КАНАЛА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАРОВОДЯНОГО ПОТОКА  
(Институт ядерных исследований им.Бориса Кидрича, г.Белград, Югославия)**

Экспериментально определены повышение давления, необратимая потеря давления и длина восстановления в пароводяном потоке из-за внезапного изменения сечения канала при различных факторах изменения сечения расширением. Получено обобщение для длины восстановления потока, фактора изменения сечения канала и параметров двухфазного потока. На основании законов о сохранении массы, энергии и импульса, используя коррелятивное выражение для длины восстановления потока, получено выражение для коэффициента необратимой потери давления из-за внезапного расширения пароводяного потока.

Эксперименты проведены на петле высокого давления при изменении сечения канала  $C = 0,250$ ,  $d = 0,347$  и  $b^* = 0,440$ , при рабочем давлении от 5 до 15 бар, при массовых скоростях от 500 до 2000 кг/л; и паросодержания до 20%.

**Л.С. Мидлер, М.В. Шицман**

**3.46. ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ ХЛОРИСТОГО НАТРИЯ  
НА КРИЗИС ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ПОДЪЕМНОМ И ОПУСКНОМ ДВИЖЕНИИ  
ВОДЫ**

**(Энергетический институт им.Г.У.Кржижановского, г.Москва)**

Ранее установлено, что добавки небольших количеств NaCl к воде СЭД при определенных сочетаниях режимных параметров радикально меняют характер теплоотдачи при подъемном и опускном движении. В настоящей работе приводятся экспериментальные данные по кризисам теплообмена при подъемном и опускном движении воды и растворов  $h_{1aU}$  с  $W_j > 1000$  кг/м<sup>2</sup> сек и  $P \gg 100 \cdot 10^4$  Па. В исследованном диапазоне параметров направление движения потоке, то есть подъемные силы, не оказывают влияния на величины  $C_j$ , и ж в месте кризиса. Однако добавление соли к воде (0,13 - 3,8 г/л) приводит к снижению значений граничных паросодержаний по сравнению со значениями для чистой воды.

**И.Л.Миропольский, Л.Р. Хасанов**

**3.47. СООТНОШЕНИЙ МЕЖДУ ЛОКАЛЬНЫМИ И ИНТЕГРАЛЬНЫМИ  
ЗНАЧЕНИЯМИ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТЕПЛОТДАЧИ 2 ГИДРАВЛИЧЕСКИХ  
СОПРОТИВЛЕНИЙ ПРИ КОНДЕНСАЦИИ ПАРА ВНУТРИ КАНАЛОВ  
(Энергетический институт им. Г.М.Кржижановского, г. Москва)**

Рассматривается влияние изменения по длине канала теплового потока на локальные и интегральные значения коэффициентов теплоотда и гидравлические сопротивления яри конденсации пара внутри каналов.

**И.Л. Мостинский, Л.И. Ламден**



### **3.48. ТЕПЛОМАССОБМЕН ПРИ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЯХ РАСТВОРОВ, ДИСПЕРГИРОВАННЫХ В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ ГАЗОВОМ ПОТОКЕ** (Институт высоких температур АН СССР, г. Москва)

Рассмотрены вопросы, связанные с испарением капель растворов, движущихся в потоке горячего газа. Получены аналитические решения для всех стадий этого процесса (включая плавление и прогрев), учитывающие взаимное влияние изменения размера и скорости капель, концентрации в них раствора, оттока пара и других факторов. Получены выражения для изменения доли испарившейся примеси и растворителя вдоль потока в случае испарения дисперсной системы капель. При этом учитывается так же взаимное проскальзывание и разница времени начала и конца испарения для капель разных начальных размеров.

**Е.И. Невструева, В.В. Тютяев**

### **3.49. ВЗАИМОСВЯЗЬ ТЕПЛОВЫХ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В ДВУХФАЗНОМ НЕРАВНОВЕСНОМ ПОТОКЕ** (Институт высоких температур АН СССР, г. Москва)

Приводятся результаты совместного экспериментального исследования истинных объемных паросодержаний и распределений температур в двухфазных неравновесных потоках в парогенерирующих и необогреваемых каналах.

Показано, что измерения истинных, объемных паросодержаний и температур жидкой фазы в неравновесном двухфазном потоке позволяют оценить действительные расходные массовые и объемные паросодержания, а также скольжение, то есть величины, которые другими известными методами непосредственно определить невозможно.

**Е.И. Несис, В.В. Чеканов**

### **3.50. НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ КИПЕНИЯ И ПУТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ФАЗОВОМ ПРЕВРАЩЕНИИ** (Ставропольский пединститут)

Сформулированы некоторые задачи физики кипения, решение которых позволит наметить пути интенсификации теплообмена; на основе представлений о механизме действия активных центров получено аналитическое выражение для зависимости числа действующих центров от параметров углублений на поверхности; приведено соотношение, показывающее роль различных факторов в теплопередаче от поверхности, на которой происходит кипение. Проанализирована возможность регулирования процессом кипения феррожидкостей внешним магнитным полем, приведены некоторые экспериментальные результаты влияния магнитного поля на перегрев жидкостей, скорость роста, частоту отрыва пузырьков.

**Б.И. Нигматулин, В.И. Милашенко, В.И. Алексеев,**

**В.Е. Николаев, С.И. Ивандаев**

### **3.51. ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИДКОСТИ И ИНТЕНСИВНОСТИ МАССООБМЕНА МЕЖДУ ЯДРОМ И ЖИДКОЙ ПЛЕНКОЙ В ДИСПЕРСНО-КОЛЬЦЕВОМ ПОТОКЕ**

(Всесоюзный теплотехнический институт им.Ф.Э.Дзержинского, Всесоюзный заочный политехнический институт, г.Москва) 41

Приводятся результаты систематического экспериментального исследования расхода жидкости в пленке при восходящем течении пароводяной смеси в вертикальной необогреваемой трубе внутренним диаметром 13 мм при давлениях 10-100 бар, удельных массовых расходах смеси 500-4000 кг/ДГсек.

На основании опытных данных по изменению расхода жидкости в пленке по длине канала, опубликованных в литературе, получены зависимости по интенсивностям срыва капель с пленки и осаждения влаги на нее.

**Р.И. Нигматулин, Б.И. Нигиатулин, А.И. Ивандаев**

**А.А. Губайдуллин, И.Х. Рахматулина, Н.С. Хабеев**

### **3.52. ВЛИЯНИЕ МЕЖФАЗНОГО ТЕПЛОМАСООБМЕНА НА ПРОЦЕСС НЕСТАЦИОНАРНОГО ИСТЕЧЕНИЯ ВСКИПАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ**

**(Институт механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова)**

Изучается неравновесное истечение вскипающей жидкости из сосудов высокого давления. Установлено определяющее влияние тепломасообмена между фазами (микрпроцесс) на процесс нестационарного истечения (макропроцесс). Разработана методика численного решения.

Представлены некоторые результаты.

**В.С. Новиков**

### **3.53. РОСТ ПАРОВЫХ ПУЗЫРЕЙ НА ОБОГРЕВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

**(Институт технической теплофизики, АН УССР, г.Киев)**

В виде системы из семи уравнений с соответствующими граничными и начальными условиями и условиями сопряжения на границе раздела фаз сформулирована новая математическая модель роста парового пузыря на обогреваемой поверхности.

Получено приближенное аналитическое решение предложенной модели, что позволило впервые установить законы изменения во времени радиуса, температуры, давления и массы пара в пузыре при его росте в зависимости от физических свойств жидкости, внешнего давления и интенсивности подвода тепла к пузырю.

**А.П. Орнагский, В.А. Чернобай, А.Ф. Васильев, Г.В. Струц**

### **3.54. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ КРИТИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ В КОЛЬЦЕВЫХ КАНАЛАХ ПЕЙ БОЛЬШИХ КОЭФФИЦИЕНТАХ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ТЕПЛОТЫДЕЛЕНИЯ ПО ДЛИНЕ**

**(Киевский политехнический институт)**

Излагаются результаты исследования кризисов теплоотдачи при равномерно возрастающем и равномерно убывающем аксиальном тепловыделении. Приводится методика определения приращения критической мощности и результаты обработки опытных данных. Отмечается независимость критического приращения мощности от входного теплосодержания и от вида неравномерной нагрузки. Делается вывод о возможности использования величины критического приращения мощности для анализа и обобщения опытных данных по кризису теплоотдачи при кипении.

**В.П.Павлов, В.Т. Вылков, Г.А. Апостолова**

### **3.55. ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОС ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ПАРОВАЗОВОЙ СМЕСИ С ВОДЯНОЙ КАПЛЕЙ**

**(Энергопроект, София, НРБ)**

На основе анализа дифференциальных уравнений для переносных процессов в двухкомпонентном потоке при граничных условиях, описывающих тепло- и массообмен с поверхностью водяной капли, установлены критериальные зависимости, связывающие взаимосвязанные процессы.

Приведены некоторые результаты экспериментального исследования конденсации водяного пара из паровозовой смеси в монодисперсном потоке падающих капель различной величины.

**В.И.Певзнер, В.П.Толчанов, Ю.Н.Кузнецов, Г.Л.Урусов**

### **3.56. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ**

**ТЕПЛОМАСООБМЕНА И СЕПАРАЦИИ ПРИ БАРБОТАТЕ**

**(Всесоюзный теплотехнический институт им.Ф.Э.Дзержинского, г.Москва)**

Представлены результаты экспериментального исследования нестационарных процессов в сосуде типа барботажной колонки со встроенным калюзийным сепаратором при глубоких возмущениях по расходу пара на входе и выходе из экспериментального участка.

**Ф. Полашек, П. Штульц**

### **3.57. ТЕПЛО- И МАССООБМЕН В РОТАЦИОННОЙ ТЕПЛОВОЙ ТРУБЕ С ОСЬЮ РОТАЦИИ, ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ОСИ ТРУБЫ (ГИИМ, Прага - Беховице, ЧССР)**

Описан метод расчета тепловых характеристик ротационных тепловых труб с осью, параллельной оси вращения, а именно, - расчет зависимости передаваемого тепла от количества рабочего вещества, геометрии системы и центробежного ускорения. Расчет исходит из баланса и потерь давления при течении рабочего вещества из конденсационной части в испарительную часть трубы и давления, обусловленного центробежным ускорением, действующим на жидкую пленку в испарительной и конденсационной частях. Численным методом для различных значений центробежного ускорения была определена площадь смачивания теплообменной поверхности трубы рабочим веществом.

Теоретические результаты были проверены на алюминиевых трубах с водяным наполнением в диапазоне центробежного ускорения от 10 до 1600 м/сек<sup>2</sup>.

### **3.58. ТЕОРИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И ИСПАРЕНИЯ МИКРОСЛОЯ (Томский политехнический институт им. С.М.Кирова)**

Рассмотрены гидродинамические и теплофизические вопросы микро-слоевой модели роста поверхностных пузырьков. В режиме существования микрослоя (при  $U_{\text{г}} > 30$ ) полученные расчетные зависимости дают необходимую информацию о динамике формирования и последующего испарения микрослоя, флуктуации температуры поверхности, радиуса сухой зоны и др.

Теоретические выражения роста пузырька с учетом теплофизических свойств материала нагревателя удовлетворительно описывают экспериментальные данные в диапазоне чисел Якоба 30-800.

**В.Г.Риферт, П.А.Барабаш, А.Б.Голубев, Г.Г.Леонтьев, С.И.Чаплинский**

### **3.59. ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЕНОЧНОЙ КОНДЕНСАЦИИ ПАРА ПРИ НАЛИЧИИ ИНТЕНСИФИЦИРУЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СИЛ**

**(Киевский политехнический институт)**

Для обоснования геометрии ребрения труб конденсаторов для интенсификации процесса конденсации пара определены величины зоны затопления поддонной части горизонтальных труб и определены параметры пленки, стекающей в канавках вертикальных труб.

Дано теоретическое решение задачи о конденсации пара на профилированных поверхностях. Экспериментальные данные по конденсации паров различных жидкостей подтвердили полученное решение.

**В.Г. Риферт, П.А. Барабаш, В.Ю.Задирака, Б.В. Андреев**

### **3.60. МЕХАНИЗМ И ИНТЕНСИВНОСТЬ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ПАРООБРАЗОВАНИИ В ЖИДКОЙ ПЛЕНКЕ, СТЕКАЮЩЕЙ ПО ПРОФИЛИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

**(Киевский политехнический институт)**

На электрически обогреваемых профилированных поверхностях теплообмена определены коэффициенты теплоотдачи от стенки к испаряющей пленке. Определено влияние на интенсивность теплообмена параметров профилирования, плотностей теплового потока и орошения. Выявлены оптимальные характеристики профилирования,

обеспечивающие максимальную интенсификацию теплообмена по сравнению с гладкой поверхностью. Даны зависимости для расчета средних коэффициентов теплоотдачи при парообразовании в пленке на профилированных поверхностях.

**Т.Р. Роудз, К.Дж. Белл**

### **3.61. ПЛЕНОЧНОЕ КИПЕНИЕ КАПЕЛЬ ФРЕОНА-114 ПРИ ДОКРИТИЧЕСКИХ ДАВЛЕНИЯХ**

**(Оклахомский государственный университет,  
Стилуотер, Оклахома, США)**

Экспериментально и теоретически изучалось пленочное кипение ка ноль фреона-Ш при докритическом давлении (32,3 атм). Экспериментальная часть исследования включала определение по фотографическим оимкпм изменения диаметра и времени жизни капель при пониженных давлениях, равных 1/8, 1/4, 1/3, 1/2, 3/4 и I. Исследовались температуры поверхности до 270°C, а температура Лейденфросга определя - лнь как функция давления. Почучено в основном удовлетворительное оответотвие экспериментальных результатов о раочетами по модельной мптодике Гопфрида-Лй-Белда.

**А.Н.Рябов, Ф.Т.Кабыньщиков, В.Н.Филипов, А.Ф.Чалых, Т.Югай, Е.В.Столяров,  
Д.К.Благовестова, В.Н.Нандракицкий, А.И. Емельянов**

### **3.62. ИССЛЕДОВАНИЕ КРИЗИСА ТЕПЛООТДАЧИ И ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ В СБОРКЕ СТЕРЖНЕЙ С ИНТЕНСИФИКАТОРАМИ ТЕПЛООБМЕНА**

**(Институт атомной энергии им. И.В.Курчатова, Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского, г. Москва)**

Дан краткий обзор работ по способам интенсификации теплосъема в сборках стержней.

Приведены экспериментальные данные авторов по температурным режимам, кризису теплоотдачи и гидравлическому сопротивлению в стержневой сборке с различными интенсификагорами теплообмена.

Показано, что исследованные интенсификаторы теплообмена позволяют повысить критическую плотность теплового потока до 60 %.

**Г.А. Савченков, З.Р. Горбис**

### **3.63. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБМЕНА ПРИ КИПЕНИИ В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ИСПАРИТЕЛЬНЫХ ТЕРМОСИФОНАХ (Одесский технологический институт холодильной промышленности)**

Проведено экспериментальное изучение закономерностей теплообмена при кипении в испарительном термосифоне.

Получены критериальные уравнения,обобщающие опытные данные в широком диапазоне изменения геометрических характеристик, степеней заполнения гоплоносителем и его свойств, ориентации вс'пространстве и наличия неконденсирующихся примесей.

**А.Л. Сатэновский**

### **3.64. ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПОЛЯ В ТОНКИХ ОБОЛОЧКАХ ПРИ ИХ КОНТАКТЕ С КАПЛЯМИ ЖИДКОСТИ**

**(Институт технической теплофизики АН УССР, г. Киев)**

В работе исследованы температурные поля в нагретых тонких оболочках, охлаждаемых путем испарения, контактирующих с ними капель жидкости. Получены зависимости для приближенного расчета температурных полей в таких объектах.

**К.Н. Ситараму, М.В. Кришнамурти**

### **3.65. ЛАМИНАРНАЯ ПЛЕНОЧНАЯ КОНДЕНСАЦИЯ ПРИ ВЫНУЖДЕННОЙ**

## **КОНВЕКЦИИ НА ПОВЕРХНОСТЯХ ПРИ НАЛИЧКИ ПРОИЗВОЛЬНО МЕНЯЮЩЕГОСЯ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА**

**(Отделение механики Индийского технологического института, Мадрас, Индия)**

На основе теории пограничного слоя анализируется ламинарная пленочная конденсация при вынужденной конвекции на горизонтальной пластине в случае произвольно меняющегося теплового потока. Решения получены в виде возмущения для изотермических условий. Используя в качестве элементов возмущения дифференциалы теплового потока к  $\alpha$  отенке, которые являются функциями расстояния вдоль поверхности, выведены универсальные функции для различных значений числа Прандтля и отношения  $\rho/\rho_j$ . Эти универсальные функции могут быть использованы для оценки изменения температуры стенки и поверхностного трения и случае любого изменения теплового потока на стенке. Получены соотношения для некоторых изменений теплового потока на стенке путем использования универсальных функций.

**В.Н. Слесаренко, Г.А. Гудаков, В.М. Саверченко,**

**В.С. Нагорный, А.Е. Рудакова, С.Д. Угрюмова**

### **3.66. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДИСТИЛЛЯЦИИ МОРСКОЙ ВОДЫ В ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ОПРЕСНИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ**

**(Дальневосточный политехнический институт, г. Владивосток)**

По результатам экспериментальных исследований теплообмена в опреснительных установках с восходящим воздушно-водяным, пароводяным и горизонтально-пленочным потоком показаны особенности процесса и предложены эмпирические и критериальные уравнения теплоотдачи при работе на морской воде.

**Г.Ф. Смирнов**

### **3.67. ПРЕДЕЛЬНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ ПОТОКИ ПРИ КИПЕНИИ В НЕКОТОРЫХ СПЕЦИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

**(Одесский технологический институт холодильной промышленности)**

Предлагается получать формулы для обобщения опытных данных по предельным тепловым потокам при кипении в специальных условиях на основе приближенного анализа устойчивости двухфазного граничного слоя. Приводится обобщение опытных данных.

**Г.Ф. Смирнов, А.Л. Коба, Б.А. Афанасьев, В.В. Зродников**

### **3.68. ТЕПЛООБМЕН ПРИ КИПЕНИИ В ЩЕЛЯХ, КАПИЛЛЯРАХ И ДРУГИХ СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

**(Одесский технологический институт холодильной промышленности)**

Выполнены экспериментальные и аналитические исследования теплообмена, внутренних характеристик и предельных тепловых потоков при кипении в щелях. Предложены формулы для расчета коэффициентов теплоотдачи и предельных тепловых потоков.

**М.А. Стырикович, А.И. Леонтьев, В.С. Полонский, И.И. Малашкин**

### **3.69. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА В ЗАКРИЗИСНОЙ ОБЛАСТИ ГЛАДКИХ И ШЕРОХОВАТЫХ ПАРОГЕНЕРИРУЮЩИХ КАНАЛОВ**

**(Институт высоких температур АН СССР, г. Москва)**

Предложена аналитическая модель расчета теплообмена в закризисной области, основанная на асимптотической теории турбулентного пограничного слоя. Показана высокая эффективность искусственной шероховатости в интенсификации теплообмена в дисперсном режиме течения двухфазного потока. Обработка части опытов авторов и ряда опытов других исследователей в соответствии с предложенной моделью процесса теплообмена в закризисной области показала удовлетворительную сходимость экспериментальных и расчетных данных.

**Л.Л. ТОВАЖНЯНСКИЙ, В.И. АТРОЩЕНКО, М.С. КЕДРОВ**

### **3.70. ТЕПЛООБМЕН ПРИ КОНДЕНСАЦИИ ПАРОВ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ В ЩЕЛЕВИДНЫХ КАНАЛАХ СЕТЧАТОГО ТИПА ПЛАСТИНЧАТЫХ КОНДЕНСАТОРОВ**

**(Харьковский политехнический институт им. В.И. Ленина)**

Экспериментально исследован теплообмен при конденсации пара низкого давления в щелевидных каналах сетчатого типа пластинчатых теплообменников. Определен характер влияния на теплоотдачу от конденсирующегося пара плотности теплового потока, давления и скорости пара. На основе обобщения опытных данных получены расчетные зависимости для пластинчатых вакуумных конденсаторов.

**В.М. Токарев**

### **3.71. ОСНОВЫ КИНЕТИКИ КОЛЛЕКТИВНЫХ ЯВЛЕНИЙ И ОБ АНАЛИТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ «КРИВОЙ НУКИЯМА» - ЗАВИСИМОСТИ ТЕПЛООВОГО ПОТОКА ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕПЛООТДАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ - ПРИ КИПЕНИИ ЖИДКОСТЕЙ НА ТЕХНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЯХ**

**(Челябинский политехнический институт им. Ленинского комсомола)**

С позиций теории коллективных явлений рассмотрены вопросы перехода от ядерного режима кипения к пленочному; предложен метод оценки относительных величин критических тепловых потоков при всевозможных условиях.

Предлагается модель механизма теплообмена при кипении, позволяющая объяснить характер экспериментальной кривой кипения – «кривой Нукияма».

**В.М. Токарев**

### **3.72. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ДИНАМИКИ ТЕПЛО ВЫДЕЛЯЮЩИХ И ТЕПЛО ПЕРЕДАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ**

**(Челябинский политехнический институт им. Ленинского комсомола)**

Методами теории устойчивости исследуются динамические свойства теплопередающих и тепловыделяющих элементов. Предлагаемыми методами проанализировано влияние толщины стенки и теплофизических свойств материала нагревателя на величину первого критического теплового потока.

Предложены рекомендации по интенсификации теплообмена в теплообменных аппаратах с кипящим теплоносителем.

**В.И. Толубинский**

### **3.73. ИНТЕНСИВНОСТЬ ТЕПЛООТДАЧИ И КРИЗИС ТЕПЛООТДАЧИ ПРИ КИПЕНИИ В УСЛОВИЯХ СВОБОДНОГО ДВИЖЕНИЯ**

**(Институт технической теплофизики АН УССР, г.Киев)**

Изложены обоснования обобщенных зависимостей для интенсивности теплообмена и кризиса теплоотдачи при кипении в условиях свободного движения.

Показано, что с использованием внутренних характеристик процесса обе главные задачи приближенной теории теплообмена при кипении – определение коэффициента теплоотдачи и критической плотности теплового потока – решаются на основе общего уравнения подобия.

**В.И. Толубинский, Е.Д. Домашев, А.К. Лктошенко, А.С. Мегорин**

### **3.74. КРИЗИС ТЕПЛООТДАЧИ ПРИ КИПЕНИИ В КОНЦЕНТРИЧЕСКИХ И ЭКСЦЕНТРИЧЕСКИХ КОЛЬЦЕВЫХ ЩЕЛЯХ**

**(Институт технической теплофизики АН УССР, г.Киев)**

Приведены результаты экспериментального исследования закономерностей возникновения кризиса теплоотдачи в кольцевых щелях. Опытные данные для

эксцентрических щелей с гурбулизаторами на нетеплоотдающей поверхности получены впервые. Предложены эмпирические формулы, с достаточной для практики точностью обобщающие существующие экспериментальные данные.

**Л.А. Фельдберг, А.Л. Добкес, Л.В. Зысин, А.Г. Сакенин**

### **3.75. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМ КИПЕНИЯ ВОДЫ ВНУТРИ ВЕРТИКАЛЬНОГО КАНАЛА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПОДОГРЕВАХ**

**(Центральный котлотурбинный институт им. И.И. Ползунова, г. Ленинград)**

Описаны результаты применения оптических методов для изучения структуры потока при повторном кипении. Опробованы количественный теневой метод, позволяющий получить поля температур жидкости, и голографический метод определения концентрации и размеров паровых пузырей в потоке.

Поставлен и рассмотрен вопрос о распознавании реальной формы мировых пузырей при фотографировании их в пристенной области. Исследования выполнены на вертикальном плоскопараллельном канале.

**Э. Хане, Г. Фойерштейн**

### **3.76. МАКСИМАЛЬНЫЙ И МИНИМАЛЬНЫЙ ТЕПЛОВЫЕ ПОТОКИ ПРИ ОКОЛОКРИТИЧЕСКОМ КИПЕНИИ В БОЛЬШОМ ОБЪЕМЕ**

**(Институт термодинамики и теплотехники, Штутгартский университет)**

Экспериментальные исследования проводились на платиновых горизонтальных проволоках с разными диаметрами  $d = 0,05, 0,1, 0,2$  и  $0,3$  мм в баке высокого давления, наполненном или двуокисью углерода ( $\text{CO}_2$ ), фтормонохлоридом ( $\text{CF}_3\text{Cl}$ ), или трифторметаном ( $\text{CHF}_3$ ), в области давления  $P/P_{\text{кр}} = 0,5$  до  $0,99$ . Результаты измерений сравнивались с корреляциями, приведенными в литературе. Это сравнение доказывает во всяком случае, что корреляции правильно отражают тенденцию уменьшения критических тепловых потоков при повышении давления. Количественное соответствие между нашими результатами измерений при высоких давлениях и уравнениями неудовлетворительно в большинстве случаев.

**А.Н. Хозе, Ю.В. Дьячекя, А.С. Захаров**

### **3.77. ИССЛЕДОВАНИЕ КОНДЕНСАЦИИ ВОДЯНОГО ПАРА В СЛУЧАЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ, ПОМЕЩЕННЫХ В ДИНАМИЧЕСКИЙ ДВУХФАЗНЫЙ СЛОЙ**

**(Научно-исследовательская лаборатория охлаждающих систем Новосибирского электротехнического института)**

В работе приводятся некоторые результаты исследования конденсации водяного пара в случае разреженных шахматных пучков, помещенных в пенный слой. Предложены расчетные зависимости для среднего объемного газосодержания и гидравлического сопротивления слоя. Рассмотрен вклад в суммарный процесс теплообмена в собственном пенном слое.

**Я. Хун**

### **3.78. МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛООБМЕНА В ДВУХФАЗНОМ КОЛЬЦЕВОМ ПОТОКЕ**

**(Технический университет, Дрезден, ГДР)**

Описана модель, которую можно использовать и при испарении и при конденсации кольцевого течения жидкости и газа в вертикальной трубе при высоких скоростях газа. Для вычисления коэффициента теплопередачи применяются уравнения переноса импульса и тепла через турбулентную жидкую пленку на стенке. Для вычисления коэффициента турбулентной диффузии был выбран метод Шаблевского, который учитывает влияние границы фаз жидкость-пар на зависимость коэффициента турбулентной диффузии. Принятая модель описывается приближенными уравнениями, которые рекомендуются для использова-

ния на практике. Дано сравнение расчета с опытными данными.

**Г.Ф. Хьюитт, П. Хатчинсон**

### **3.79. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВУХФАЗНОГО КОЛЬЦЕВОГО ТЕЧЕНИЯ (Отделение термодинамики, Харуэлл, Великобритания)**

Описана математическая модель, позволяющая теоретически рассчитывать локальный режим кольцевого двухфазного течения. Рассчитав скорость сноса капель с жидкой пленки и скорость позтрного осаждения этих капель ка пленку, можно получить изменение потока жидкости, сносимой вдоль стенки трубы. О помощью данного метода можно также рассчитать локальное изменение  $m_i$  е других параметров течения, таких, как перепад давления, содержание газовой фазы и толщина пленки на стенке. Представлены используе в модели фундаментальные соотношения и выполнена экспериментальная проверка.

**П.А. Целишев, Т.М. Богачева, Г.Г. Абаев**

### **3.80. ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ КОНДЕНСАЦИИ ПАРОВ НА ВЕРТИКАЛЬНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ТЕМПЕРАТУРОЙ МЕНЬШЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА В ТВЕРДОЕ СОСТОЯНИЕ (Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского, г.Москва)**

Рассмотрено задача о стационарном теплообмене при коиденсации пара о температурой выше тройной точки на вертикальной цилиндрической поверхности с постоянной температурой ниже температуры фазового перехода жидкости в твердое состояние.

Проведены опыты по исследованию конденсации водяного пара в вертикальной трубе при температуре охлаждающей жидкости до  $-30^{\circ}\text{C}$ .

**И.Г. Чувак, А.В. Гордиенко, А.И. Коханский**

### **3.81. ТЕПЛООБМЕН ПРИ ДВУХФАЗНОМ ТЕЧЕНИИ АММИАКА В ГОРИЗОНТАЛЬНОТРУБНЫХ АППАРАТАХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК (Одесский технологический институт холодильной промышленности)**

В результате проведенного экспериментального исследования предложены зависимости для расчета теплообмена в горизонтальнотрубных аппаратах аммиачных холодильных установок.

Показано, что интенсивность теплообмена зависит от режима течения парожидкостной смеси и геометрических характеристик исследуемого объекта.

**Д. Штайнер, Э.У. Шлюндер**

### **3.82. ПЕРЕНОС ТЕПЛА И ПЕРЕПАД ДАВЛЕНИЯ ПРИ ТЕЧЕНИИ, КИПЯЩЕГО АЗОТА В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ТРУБЕ (Институт термической технологии, Карлсруэ, ФРГ)**

В данной работе экспериментально исследуется местный коэффициент теплообмена и перепада давления при принудительном движении кипящего азота в горизонтальной медной трубе внутреннего диаметра 14 мм.

Измерения показали, что местный коэффициент теплообмена при пузырьковом кипении зависит от плотности теплового потока и плотности потока массы. При средней и высокой плотности теплового потока следует обратить внимание прежде всего на зависимость паросодержания. Как правило, коэффициент теплообмена о увеличением паросодержания уменьшается. Этот результат можно опксэть новьш уравнением. Это уравнение описывает также зависимость массы, давления и днамет рп от других параметров при наличии пароводорода.

Измеренный перепад общего давления известным образом зависит от количества пара, плотности потока массы и от плотности теплового потока. Полученные ранее значения перепада давления, обусловленного трением по Ванделю, соответствуют нашим измеренным



значениям.

**С.Дж.ван Штрален, В. Зийл, Д.А. де Вриз**

### **3.83. СКОРОСТЬ РОСТА ПУЗЫРЬКОВ В ВОДНЫХ БИНАРНЫХ СИСТЕМАХ ПРИ СУБАТМОСФЕРНЫХ ДАВЛЕНИЯХ**

**(Технический университет, Эйндховен, Нидерланды)**

Вначале разрыв растущего пузырька пара описывается соотношением Рэлея. Дальнейший рост пузырька определяется диффузией тепла и массы. Сочетание обоих механизмов в переходный период вызывает колебания эквивалентного диаметра пузырька. Экспериментальные данные по росту пузырьков воды и водных бинарных систем (вода - этанол, вода - I - бутанол и вода - 2 - бутанон) количественно согласуются с аналитической моделью ван Штралена и др., которая объединяет решение Рэлея с решением диффузионного типа, учитывающим как релаксационный, так и испарительный микропроцессы. Экспериментальные данные по колебанию растущих разрывающихся пузырьков в воде количественно согласуются с численным решением основных уравнений сохранения.

**(Л.М.Эль-Вакил, С.С. Гривал, К.Ши)**

### **3.84. ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИСПАРЕНИЯ С ПОВЕРХНОСТИ**

#### **И КИПЕНИЯ ЖИДКОСТИ ПРИ ВНЕЗАПНОМ СБРОСЕ ДАВЛЕНИЯ**

**(Университет штата Висконсин, Мэдисон, США)**

Было замечено, что первоначально переохлажденная жидкость, перегреваясь при внезапном сбросе давления, подвергается свободному испарению с поверхности и кипению. Это явление исследуется с помощью интерферометрии и высокоскоростной киносъемки. Исследование показывает образование гетерогенной смеси переохлажденной и перегретой жидкостей у поверхности и ниже ее. В исследуемой системе фреон-11, первоначально находившейся при атмосферном давлении и температуре 21°C, давление сбрасывалось до 20,3 см рт.ст., что соответствует температуре насыщения 15,3°C. Были измерены перегрев в 5,7°C и переохлаждение более чем 5,9°C. Именно образование смеси переохлажденной и перегретой жидкостей объясняет явление быстрого удаления двухфазной среды при больших перегревах.

**В.Д. Юсуфова, А.И. Черняховский**

### **3.85. ТЕПЛООБМЕН ПРИ КИПЕНИИ СМЕСЕЙ**

**(Азербайджанский научно-исследовательский институт энергетики им. И.Г. Есьмана, г. Баку)**

Приводятся результаты исследования теплообмена бинарных смесей при повышенных давлениях.

Рассматриваются особенности при кипении смесей с позиции современных воззрений.

**С.А. Ярхо, Н.В. Филин, А.П. Яньков, А.А. Статьев, В.Н. Уткин**

### **3.86. ТЕПЛООБМЕН, ГИДРОДИНАМИКА И ТЕРМИЧЕСКАЯ НЕРАВНОВЕСНОСТЬ В ДИСПЕРСИИ РЕЖЕ ПЛЕНОЧНОГО КИПЕНИЯ ВОДОРОДА, АЗОТА И АРГОНА В ПАРОГЕНЕРАТОРАХ**

49

**(Научно-производственное объединение криогенного машиностроения, г. Балашиха; Всесоюзный заочный машиностроительный институт, г. Москва)**

Приведены результаты исследования теплообмена, гидродинамики и термической неравновесности двухфазных потоков H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> и Ar, выполненного на базе единой экспериментально-теоретической методики. Даны анализ механизма явления и приведены результаты обобщения от них данных. Показано, что одномерная модель с отдельным описанием фазовых превращений является в настоящее время наиболее перспективным путем исследования потоков с фазовыми превращениями.

## IV

### ТЕПЛОМАССОБМЕН В ДВУХФАЗНЫХ ПОТОКАХ

**Л.С.Аксельрод, Н.И.Воротникова, А.А.Козлов**

#### **4.1. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА И НЕКОТОРЫХ ВОПРОСОВ ГИДРОДИНАМИКИ НА СИТЧАТЫХ И ПРОВАЛЬНЫХ ТАРЕЛКАХ С ТРУБНЫМ ПУЧКОМ**

**(Московский институт химического машиностроения)**

Методом локального моделирования исследовалась интенсивность теплоотдачи от стенки одиночного теплообменного элемента и трубных пучков различной компоновки к барботажному слою, образованному на тарелках массообменной колонны с перекрестит и противоточным движением фаз.

Результаты исследования обобщены в критериальной форме, Установлено влияние параметров компоновки трубных пучков на степень неравномерности работы тарелок, величину гидравлического сопротивления и интенсивность теплоотдачи.

**Ю.А.Алексеев, Ю.Г.Мясщев, С.Г.Мазина**

#### **4.2. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛО-И МАССООБМЕНА НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ ПОЛЕЙ ТЕМПЕРАТУР И КОНЦЕНТРАЦИИ ПРОШИЛЕННЬИ РЕКТИ- ФИКАЦИОННЫХ КОЛОНН**

**(Краснодарский филиал ЕНИИНефтехим)**

Разработаны и предложены способы определения кинетических коэффициентов промышленных ректификационных колонн с использованием их концентрационных и температурных полей. Это позволяет увеличить точность определения и получать эффективные значения кинетических коэффициентов. На основе разработанных методик получены обещающие зависимости поправочных масштабных коэффициентов к кинетическим уравнениям, полученным в стендовых условиях. Разработанные методы использованы при статической оптимизации промышленных объектов.

**Р.З.Алимов, Е.Л.Касим**

#### **4.3. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА ПРИ ТЕЧЕНИИ ОДНО-И ДВУХФАЗНОГО ПОТОКА ВО ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ТРУБЕ**

**(Казанский авиационный институт им. А.Н.Туполева)**

Экспериментально исследуется теплопередача от внутренней стенки электрически нагреваемой вращающейся трубы к протекающему через нее потоку воздуха. Исследование массопередачи проводится в условиях наличия на внутренней стенке трубы тонкой сплошной испаряющейся пленки вода. Результаты представляются в виде обычных критериальных зависимостей.

В заключение приводится анализ энергетической эффективности исследованной разновидности теплообменного аппарата с использованием для этой цели полученных в ходе экспериментов данных по гидравлическому сопротивлению системы.

**А.Артяков, И.И.Кйусов, Н.Р.Юсупбеков**

#### **4.4. АНАЛИТИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И КОНЦЕНТРАЦИИ ПАДШЕЙ КАПЛИ В АППАРАТАХ КОНЦЕНТРИРОВАН М)1 РАСТВОРА РАСПЫЛЕНИЕМ**

**(Ташкентский политехнический институт им. Абу-Райхана Бируни)**

На основе анализа механизма перегонки с водяным паром составлена математическая модель с распределенными параметрами по времени и по высоте аппарата для процесса распыления жидкости с нелетучим компонентом, учитывающая испарения летучего компонента самоиспарением и теплопередачей газовой смеси. Введенный коэффициент испарения определяется экспериментальным путем. Исследования математической модели дают возможность построить кривые распределения концентрации и температуры падающих капель распыленной жидкости по высоте аппарата.

**В.Н.Бабак, Т.Б.Бабак, Л.П.Холпанов,**

**В.А.Матосов, Н.М.Жаворонков**

#### **4.5. ТЕПЛОМАССОБМЕН МЕЖДУ ПЛЕНКОЙ ЖИДКОСТИ И ГАЗОМ В РЕЖИМЕ НИСХОДЯЩЕГО ПРЯМОТОКА**

**(Институт новых химических проблем АН СССР, Институт общей и неорганической химии им. Н.С.Курнакова, г. Москва)**

Проведено исследование теплообмена между пленкой жидкости и газом в режиме нисходящего прямотока.

Результаты исследования представлены в виде графиков, позволяющих рассчитывать безразмерную температуру (концентрацию) для любых значений параметров, характеризующих теплообмен.

**Т.Бликле, Ж.Халас**

#### **4.6. УРАВНЕНИЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ В УСЛОВИИ ТЕПЛООБМЕНА (НИИ технической химии АН ВНР, Вэспрем, ВНР)**

На основе критического обзора литературных данных и экспериментов получена математическая модель для описания кинетики кристаллизации.

Составлен алгоритм, однозначно обобщающий описанную математическую модель для различных случаев ее реализации. На основе исходных данных алгоритм позволяет рассчитать характеристики результирующих потоков и размеры частиц получаемого продукта.

**Т.Бликле, Б.Чужас**

#### **4.7. СИСТЕМЫ БАЛАНСНЫХ УРАВНЕНИЙ, ОПИСЫВАЮЩИХ ОПЕРАТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДВУХФАЗНОГО ПЕРЕНОСА (НИИ технической химии АН ВНР, Вэспрем, ВНР)**

Теоретическое структурное исследование системы оперативных единиц и описывающих их действие балансовых уравнений позволяет разработать общий алгоритм, который задает данному элементу процесса его математическую модель и, наоборот, данной математической модели соответствующие элементы процесса. В докладе представлен алгоритм, который связывает двухфазные системы массо- и теплообмена с их математическими моделями.

**В.Е.Богословский, А.Н.Красильников, В.С.Крылов**

#### **4.8. СОВМЕСТНЫЙ ТЕПЛО-И МАССОПЕРЕНОС ПРИ РАСТВОРЕНИИ**

**(Всесоюзный научно-исследовательский институт синтетических смол, г.Владимир; Институт электрохимии АН СССР, г.Москва)**

Проведено экспериментальное исследование межфазного теплообмена в парожидкостных одно- и двухкомпонентных системах в условиях барботажа. Установлено, что в бинарных системах ацетон- вода, метанол-вода и ацетон-метанол теплопередача протекает более интенсивно, чем в соответствующих однокомпонентных системах. Дано теоретическое объяснение полученных данных с точки зрения взаимного влияния процессов тепло- и массопереноса.

**Б.Г.Еанчев, А.Е.Боков, А.Б.Цусвик**

**4.9. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОТДАЧИ И КРИЗИСНЫХ ЯВЛЕНИЙ ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ ВЕРТИКАЛЬНОГО КАНАЛА ПЛЕНКОЙ ЖИДКОСТИ И ОПУСКНЫМ ДВУХФАЗНЫМ ДИСПЕРСНО-КОПЬЦЕШМ ПОТОКОМ  
(Московское высшее техническое училище им.Н.Э.Баумана)**

Проведено экспериментальное исследование локального тепло- переноса к стекающей пленке жидкости и опускному двухфазному дисперсно-кольцевому потоку в их взаимосвязи с характеристиками волнового движения на поверхности пленки и гидравлическим сопротивлением. Получены расчетные зависимости для определения основных характеристик пленки по длине канала и локальных коэффициентов теплоотдачи.

Показано, что при атмосферном давлении при пленочном охлаждении канала значение предельных паросодержаний может быть доведено до 90.

**Н.И.Гельперин, Г.А.Носов, В.Д.Параконный, Я.В.Тихоненко**

**4.10. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ТЕПЛООБМЕНА В ПРОЦЕССАХ ПЛАВЛЕНИЯ И КРИСТАЛЛИЗАЦИИ РАСПЛАВОВ**

**(Московский институт тонкой химической технологии им. М. В. Ломоносова)**

Теоретически рассмотрен процесс образования кристаллического слоя на плоской охлаждаемой стенке в граничных условиях третьего рода при разных способах передачи тепла в расплаве и процесс досхлэжэеия полученной твердой фазы до заданной температуры, а также плавление полубесконечного тела при конвективной.

**А.С.Гинзбург, В.И.Сыроедов, В.И.Ковнацкий**

**4.11. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЗАМОРАЖИВАНИЯ И КИНЕТИКИ СУБЛИМАЦИИ В ВАКУУМЕ**

**(Московский технологический институт пищевой промышленности)**

Рассмотрены вопросы влияния кристаллизации на структуру и овойства замороженных экстрактов кофе, а также влияние переохлаждения на форму и расположение кристаллов.

Получена аналитическая зависимость координаты зоны сублимации  $\xi$  от времени  $T$ . Величина суммарного коэффициента переноса может быть определена из полученного аналитического выражения по известному значению  $\xi$  для момента времени.

**А.А.Гухман, А.З.Волынец, А.В.Жучков,**

**В.Э.Матханова, В. К. Сафонов**

**4.12. ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕСУБЛИМАЦИИ ПАРА ИЗ ПОТОКА ПАРОГАЗОВОЙ СМЕСИ В ВАКУУМЕ**

**(Московский институт химического машиностроения)**

Рассматривается процесс десублимации пара при ламинарном движении парогазовой смеси в каналах. При аналитическом решении предполагалось, что термическое сопротивление образующегося олоя десублимата и диссипативные эффекты пренебрежимо малы. Получены решения для течений в плоской и круглой трубах при прямолинейном и параболическом профилях продольной скорости.

Сравнение результатов решения с экспериментальными данными по десублимации пара в вакууме показывает удовлетворительное совпадение даже в тех случаях, когда толщина образующегося слоя десублимата значительна. Приводится также сравнение результатов решения с экспериментальными данными по конденсации паров щелочных металлов.

**И.В.Доманский, В.Н.Соколов**

**4.13. ТЕПЛООБМЕН ПРИ ТУЮТЕНТНОМ ВОСХОДЯЩЕМ ТЕЧЕНИИ  
ЕАЗОВДЦКОСТНОП) ПОТОКА В ТРУБЕ С ЛЕНТОЧНЫМ ЗАВИХРИТЕЛЕМ**

**(Ленинградский технологический институт им.Ленсовета)**

На основе полуэмпирической теории турбулентного переноса проанализирован процесс теплообмена в закрученном газожидкостном потоке. Получено простое уравнение для расчета коэффициента теплообмена между закрученной пленкой жидкости и стенкой трубы.

**В.А.Елюхин, Л.А.Калимулина**

#### **4.14. ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ И ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТЕЧЕНИЙ ЖИДКИХ ПЛЕНОК**

**(Челябинский политехнический институт)**

Исследовано влияние процессов теплообмена и поверхностно-активных веществ на линейную и нелинейную устойчивость жидких пленок. Найдены аналитические зависимости фазовой скорости амплитуда нелинейных волн, полей скорости и температуры нестационарных течений жидких пленок.

**А.И.Ершов, М.Ф.Шнайдерман**

#### **4.15. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СКОРОСТНЫХ ТЕПЛОМАССОБМЕННЫХ АППАРАТОВ С ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ ФАЗ В ЗАКРУЧЕННОМ ПОТОКЕ**

**(Белорусский технологический институт им.С.М.Кирова, г.Минск)**

Представлен расчет эффективности высокоскоростных тепло- и массообменных аппаратов с взаимодействием фаз в закрученном потоке.

На основе технико-экономического анализа проведено сравнение с другими известными массообменными аппаратами.

**Я.Земанек**

#### **4.16. НЕКОТОРЫЕ ПУТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛОМАССОБМЕНА ПРИ ДВУХФАЗНОМ ПЛЕНОЧНОМ ТЕЧЕНИИ**

**(ШИЛ, Прага, ЧССР)**

Анализ двухфазной системы газ-жидкость показывает, что интенсификация теплообмена при испарении пленки в условиях вынужденной конвекции газовой фазы ограничена режимом перегрузки и захлебывания и режимом неравномерного смачивания системы пленкой жидкости в условиях низких гидравлических нагрузок.

Новые системы из волнистых капиллярнопористых плит обеспечивают не только парциальное отсасывание жидкости с их поверхности (при перегрузке), равномерное смачивание этой поверхности (при субкритической нагрузке), но, снимая таким образом вышеуказанные ограничения, одновременно обеспечивают и интенсификацию теплообмена.

**В.В.Кафаров, В.М.Барабаш, Л.Н.Брагинский,**

**О.Н.Маньковский, В.И.Бегачев**

#### **4.17. О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ В ОБЪЕМЕ НЕПРЕРЫВНО ДЕЙСТВУЮЩИХ АППАРАТОВ С МЕШАЛКАМИ**

**(Ленинградский научно-исследовательский институт химического машиностроения)**

На основе особенностей гидродинамики и турбулентного переноса в аппаратах с механическими перемешивающими устройствами предложена математическая модель для расчета поля температур в объеме смешения.

Получены простые для инженерной практики зависимости по оценке возможных перепадов температуры в объеме аппарата.

**П.М.Колесников, А.А.Карпов, В.М.Петренко**

#### **4.18. О НЕСТАЦИОНАРНОМ ТЕЧЕНИИ МНОГОФАЗНЫХ СРЕД С УЧЕТОМ КИНЕТИКИ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В КАНАЛАХ**

**(Институт тепло-и массообмена им.А.В.Лыкова АН БССР, г.Минск)**

Рассматриваются процессы тепло-и массопереноса при нестационарном течении многофазных сред в каналах при наличии пузырьков пара.

Приводится описание экспериментальной установки и снятые экспериментально характеристики нестационарного потока, рассматриваются особенности нестационарного течения многофазных сред с учетом динамики пузырьков газа. Получены некоторые аналитические решения модельной задачи.

**Р.Крупичка, Х.Херман, Е.Эри**

#### **4.19. ОДНОМЕРНАЯ МОДЕЛЬ КОНДЕНСАЦИИ И РАСЧЕТ НЕКОТОРЫХ СЛУЧАЕВ КОНДЕНСАЦИИ ИЗ ПАРОВАЗОВЫХ СМЕСЕЙ**

**(Институт химического машиностроения, Единице, ПНР)**

На основе представленной одномерной модели выполнено численное решение процесса конденсации пара в присутствии неконденсирующегося газа в параллельноточном аппарате. Для проверки модели использованы опыты различных авторов. Установлено хорошее совпадение опытных и расчетных данных.

На основе теории пограничного слоя обнаружено небольшое влияние перегрева газовой смеси на тепловой поток (по сравнению) с тепловым потоком, получаемым из насыщенной смеси при одинаковой концентрации пара.

**Ю.Е.Лукач, Л.Б.Радченко, Ю.М.Тананайко, А.Д.Петухов**

#### **4.20. ТЕПЛОТДАЧА К ТОНКИМ ВДКОСНЫМ ПЛЕНКАМ, СТЕКАЮЩИМ ПО ПОЛИМЕРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

**(Киевский политехнический институт, УкрНИИпластмаш, г. Киев)**

Выполнено аналитическое решение задачи для случая гравитационного течения жидкостной пленки по полимерной поверхности, движущейся вертикально.

Экспериментальные исследования гидродинамики и теплоотдачи, проведенные наряду с аналитическим решением, позволили получить простые формулы для инженерных расчетов и разработать систему жидкостного охлаждения в производстве рукавной пленки.

**С.А.Малинов, Я.Д.Зельвенский, В.А.Шалыгин**

#### **4.21. О ВЛИЯНИИ ТЕРМИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ НА МАССООБМЕН ПРИ АДИАБАТИЧЕСКОЙ РЕКТИФИКАЦИИ**

**(Московский химико-технологический институт им.Д.И.Менделеева)**

С помощью метода меченых атомов определен вклад термической составляющей в суммарный коэффициент массообмена при ректификации трех модельных бинарных смесей с близкими величинами поверхностного натяжения компонентов, но различной разностью их температур кипения, в колонне с орошаемыми стенками.

Показано, что диффузионная составляющая коэффициента массообмена при ректификации может быть вычислена по данным физической адсорбции газов.

Экспериментальные результаты во всех изученных случаях удовлетворительно описываются соотношением, учитывающим наложение диффузионного и термического потоков вещества.

54

**В.А.Малюсов, В.А.Лотхов, Е.В.Бычков, Н.М.Жаворонков**

#### **4.22. О ВЛИЯНИИ ТЕПЛООБМЕНА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА ПЛЕНОЧНОЙ РЕКТИФИКАЦИИ БИНАРНЫХ СМЕСЕЙ**

**(Институт общей и неорганической химии им.Н.С.Курнакова АН СССР, г.Москва)**

Приведены результаты измерения профилей температур и концентраций в поперечном сечении пленочной ректификационной колонны.

Для случая, когда паровая фаза находится в состоянии насыщения, предложен метод расчета кинетики ректификации с учетом процессов испарения и конденсации.

**В.И.Мамонтов, Г.И.Шкурупий, В.М.Задорский**

#### **4.23. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ ЖИДКОСТЬ-ТВЕРДОЕ ТЕЛО НАЛОЖЕНИЕМ МОДУЛИРОВАННЫХ КОЛЕБАНИЙ ПРИ ИМПУЛЬСНОМ ВВОДЕ И КОНДЕНСАЦИИ ПАРОВ В ОБЪЕМЕ АППАРАТА**

**(Днепропетровский химико-технологический институт им.Ф.Э.Дзержинского)**

Рассмотрены вопросы ввода паровой фазы в импульсном режиме в жидкость и конденсации пузырей в ней.

Показано, что при вводе паровой фазы в импульсном режиме в объеме аппарата возникают модулированные колебания, интенсифицирующие массообмен в системе твердое тело-жидкость.

Методом математического планирования эксперимента проводилась обработка полученных результатов.

**Д.Моалем, С.Зайдеман, Р.Семиат**

#### **4.24. ОДНОВРЕМЕННОЕ ИСПАРИЕНИЕ И КОНДЕНСАЦИЯ ПЛЕНКИ НА НАКЛОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

**(Тель-Авивский университет, Израильский технологический институт, Хайфа, Израиль)**

Рассмотрены процессы тепломассопереноса в горизонтальном испарителе - конденсаторе, используемом в установках для обессоливания воды. Проведен теоретический анализ влияния наклона поверхности на скорость теплопередачи при одновременном протекании пленочного испарения на одной стороне и пленочной конденсации на другой стороне твердой плоской поверхности.

Получены некоторые практические выводы, касающиеся пучков испарительных поверхностей.

**С.Мора, Р.Бугарель, М.Прево**

#### **4.25. СОВМЕСТНЫЙ ТЕПЛО- И МАССООБМЕН. РАСЧЕТ ПРЯМОТОЧНЫХ И ПРОТИВОТОЧНЫХ УСТРОЙСТВ С ПРЯМЫМ КОНТАКТОМ**

**(Институт общей химии, Тулуза, Франция)**

Предложен общий метод расчета устройств с прямым контактом при наличии тепло-и массообмена. рассмотрены три частных случая и проводится сравнение между экспериментальными и теоретическими данными.

Метод моделирования оказался очень удобным для получения модели процесса. Его можно использовать в системах газ-жидкость, а также жидкость-жидкость, твердое тело-жидкость, твердое тело-газ.

Модель подтверждена экспериментальной проверкой и показывает возможность ее применения для полупромышленных установок.

**В.Н.Цудриков, Л.М.Дамский**

#### **4.26. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В ФАКЕЛЕ РАСПЫЛИТЕЛЬНОГО ИСПАРИТЕЛЯ ДЛЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ РАСТВОРОВ**

**(Институт технической теплофизики АН УССР, г.Киев)**

Результаты решения системы интегро-дифференциальных уравнений переноса на ЭЦВМ позволили сделать вывод о снижении тепломассопереноса в зоне торможения капель за счет выравнивания температур и скоростей капель и потока. Результаты эксперимента косвенно подтвердили этот вывод.

**Ю.И.Осипенко**

#### **4.27. ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОС В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ТРУБЕ В УСЛОВИЯХ КОМБИНИРОВАННОЙ ЗАКРУТКИ ОДНО- И ДВУХФАЗНОГО**

## **ГАЗОЖИДКОСТНОГО ПОТОКА (Казанский авиационный институт им.А.Н.Туполева)**

Экспериментально исследуется теплопередача от внутренней стенки электрически нагреваемой вихревой трубы к протекающему внутри нее потоку воздуха в условиях присутствия дополнительной местной винтовой вставки.

Исследование массопередачи проводится в условиях течения по внутренней стенке трубы тонкой сплошной испаряющейся плечи воды. Полученные результаты представлены в виде обычных критериальных уравнений.

В заключение приводится анализ энергетической эффективности исследованной разновидности теплообменного аппарата с использованием для этой цели полученных в ходе экспериментов данных по входному напору.

**Л.М.Пикков, Э.К.Сийрдв, П.А.Тинт**

### **4.28. ТЕПЛО- И МАССООБМЕН МЕЖДУ ЖИДКОСТЬЮ И ГАЗОМ В УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ МЕЖФАЗНОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

**(Таллинский политехнический институт)**

Выполнен теоретический анализ процессов диффузии и теплопередачи при условиях, где среда деформируется под действием механической силы. Получены математические зависимости между интенсивностью процесса передачи, скоростью деформации и необходимым количеством энергии.

Дано сравнение результатов анализа с данными по абсорбции кислорода водой при диспергировании жидкости в потоке воздуха.

**В.Г. Пономаренко, А.И. Калмычков, Н.А.Гавря,  
С.А. Курлянд, К.П. Ткечанко, Т.Д.Богомаз**

### **4.29. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБМЕНА В ДИСКОВОМ КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ**

**(г. Киев)**

Экспериментально исследован процесс теплообмена в дисковом кристаллизаторе.

Получено критериальное уравнение для расчета коэффициента теплоотдачи от теплопередающей поверхности к суспензии, движущейся в каналах аппарата и перемешиваемой скребками-мешалками.

**С.М.Репринцева, Н.В.Федорович**

### **4.30. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В ПРОТИВОТОКОМ ДВУХФАЗНОМ ПОТОКЕ ПРИ СВОБОДНОМ ПАДЕНИИ ДИСПЕРСНОГО МАТЕРИАЛА**

**(Институт тепло-и массообмена им.А.В.Лыкова АН БССР, г.Минск)**

В работе составлена математическая модель процесса теплообмена в противоточном двухфазном потоке при свободном падении дисперсного материала.

Реализованы алгоритмы определения высоты вертикальной колонны аппарата СМК и распределения влагосодержания дисперсных материалов по высоте колонны. Приводится экспериментальная проверка предложенной модели процесса.

56

**А.И.Сафонов, В.С.Крылов**

### **4.31. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА ВО ВРАЩАЮЩИХСЯ БАРБОТАЖНЫХ СЛОЯХ**

**(Научно-исследовательский институт химического машиностроения, Институт  
электрохимии АН СССР, г.Москва)**

Описана конструкция аппарата с вращающимся барботажным слоем и обсуждены преимущества этого аппарата перед массообменными колоннами и теплообменниками других типов.



Проведены эксперименты по массопередаче, контролируемой сопротивлением газовой фазы (на примере абсорбции аммиака из воздушно-аммиачной смеси водой), в условиях очень малой, порядка величины отрывного диаметра пузыря, толщины вращающегося слоя жидкости. На том же аппарате измерены скорости теплопередачи в системе воздух - жидкий азот в широком интервале значений гидродинамических параметров.

Полученные результаты свидетельствуют об определяющей роли гидродинамического входного участка, соответствующего фазе формирования пузырей, в межфазном тепло-и массообмене.

**А.М.Сомов, С.В.Чунаев, Г.И.Николаев, П.Г.Романков Д.Т.Митев, Н.Б.Рашковская**  
**4.32. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА И КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА СУШКИ В АППАРАТАХ С ИНТЕНСИВНЫМИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИМИ РЕЖИМАМИ (Ленинградский технологический институт им.Ленсовета)**

Рассмотрены процессы тепломассопереноса при интенсивных гидродинамических режимах в двухфазных системах газ-твердые частицы с введением теплообменных элементов и наложением переменного магнитного поля. исследован также вопрос интенсификации коэффициента теплоотдачи при наличии добавки более мелких частиц.

**Е.И.Таубман, Ю.И.Калишевич**  
**4.33. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ИСПАРЕНИИ ЖИДКОСТИ В СТЕКАЮЩЕЙ ПЛЕНКЕ (Одесский технологический институт холодильной промышленности, Одесский политехнический институт)**

Приведена методика расчетной оценки коэффициента теплоотдачи испаряющейся пленки жидкости с учетом ее перегрева вследствие трения образующегося пара о поверхность пленки. Найдена теоретическая зависимость коэффициента теплоотдачи, учитывающая перегрев пленки.

Выполнены экспериментальные исследования теплоотдачи в длиннотрубном пленочном испарителе. Сопоставление расчетных и экспериментальных данных показывает их удовлетворительное качественное согласование.

**И.А.Щупляк, А.Н.Веригин, М.В.Михалев, М. В. Александров**  
**4.34. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ НЕПОСРЕДСТВЕННОМ КОНТАКТЕ ДВУХ НЕСМЕШИВАЮЩИХСЯ ЖИДКОСТЕЙ (Ленинградский технологический институт им.Ленсовета)**

На основании экспериментальных и теоретических исследований были выявлены основные закономерности теплообмена при непосредственном контакте двух несмешивающихся жидкостей.

Предложена методика оценки эффективности процесса теплопередачи в аппаратах колонного типа применительно к инженерным расчетам.

**И.Т.Эльперин, И.С.Юровский, В.Л.Мэльцер, Л.Л.Павловский, Л.Л.Гольдфарб** 57  
**4.35. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В АППАРАТАХ СО ВСТРЕЧНЫМИ СТРУЯМИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (Институт тепло- и массообмена им.А.В.Лыкова АН БССР, г.Шнек; Научно-исследовательский институт коммунального водоснабже- В1Я а очшогга воды Академик коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова, г. Москва )**

Рассматривается применение встречных струй для организации процессов очистки окружающей среды.

Приводятся результаты исследования процессов переноса во встречных струях при

организации пылеулавливания, выпарки засоленных сточных вод и сушки механически обезвоженных осадков сточных вод.

## V

### **ТЕПЛОМАССОБМЕН В КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ ТЕЛАХ**

**Н.В.Антонишин, В.С.Никитин**

#### **5.1. ИССЛЕДОВАНИЕ ИСПАРЕНИЯ ВОДЫ С ПОВЕРХНОСТИ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТОЙ ПЛАСТИНЫ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ (Институт тепло- и маассообмена им. А.В.Лыкова АН БССР, г.Минск)**

Приведены результаты экспериментального испарения вода о поверхности капилляропористой пластины, нижняя часть которой находилась в воде, а верхняя - в контакте с высокотемпературным псевдоомогненным мелкодисперсным слоем.

**Р.И.Авхаев, В.К.Кивран, М.Э.Аэрон**

#### **5.2. СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ПОРИСТЫХ СТРУКТУР (Куйбышевский инженерно-отростельный институт. НИИСС, г.Москва)**

В исследовании энергетического (теплого, химического, физико-химического) взаимодействия элементов дисперсных оио- тем перспективным может явиться ипользование методов статио- тической разики. Для раочета необходимой в этом олучяе функции радиального распределения элементов предлагается использовать метод математического моделирования структуры диоперо- ных оиотем. Показан пример расчете «той функции для нскольшх типов структур.

**Б.Н.Бобкова**

#### **5.3. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ ИМПУЛЬСНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ПЕРЕНОС ТЕПЛА И ВЕЩЕСТВА ВО ВЛАЖНЫХ КАШЛЛЯРНОПОРИСТЫХ ТЕЛАХ**

**(Уральский научно-исследовательский и проектный инотитут строительных материалов, г.Челябинск)**

С позиций неравновесной термодинамики и термомеханики проводится анализ влияния внешних импульсных воздействий на перенос тепла и массы в капиллярнопористых телах.

**В.Н.Богооловский, В.М.Ройтман**

#### **5.4. ТЕПЛОВЛАГООБМЕН В ИНТЕНСИВНО ПРОГРЕВАЕМЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ**

**(Московский инженерно-строительный институт им. В.В.Куйбышева)**

Описан метод исследования тепловлагопереноса в интенсивно прогреваемых капиллярнопористых телах. Показаны кривые изменения температур, влагосодержаний и избыточных давлений по сечению тела, испытывающего одностороннее тепловое воздействие по режиму «стандартного пожара». На основе понятия о влажностном коэффициенте интенсивной сушки анализируется механизм процессов переноса в рассматриваемых условиях и предлагается математическая модель этих процессов, которая может быть использована при решении практических задач.

**Ю.М.Вольфкович, В.Е.Сосенш, Е.И.Школьников, В.С.Багоцкий**

#### **5.5. О ФИЗИЧЕСКОЙ СУЩНОСТИ ПОТЕНЦИАЛА МАССОПЕРЕНОСА И ПОТЕНЦИАЛОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ КРИВОЙ КАПИЛЛЯРНОПОРИСТОЙ СРЕДЫ (Институт электрохимии АН СССР, г.Москва)**

Установлена физическая сущность принятых в теории сушки потенциала

влажнопереноса и удельной изотермической влагоемкости в капиллярнопористых средах. Показано, что потенциалометрическая зависимость между влагосодержанием исследуемого пористого тела и этим потенциалом полностью определяется кривыми распределения пор по радиусам или по капиллярным давлениям для этого тела и для эталонного пористого образца. Движущей силой влажнопереноса в порах, заполненных жидкостью, является градиент капиллярного давления.

**Н.И.Гамаюнов, А.Е.Афанасьев, Н.Д.Козинников, Л.Г.Амусин**

**5.6. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА ПРИ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИИ КОЛЛОИДНЫХ КАПИЛЛЯРНОПОРИСТЫХ ТЕЛ (Калининский политехнический институт)**

На примере модельных и капиллярнопористых тел исследован тепломассоперенос, а также показано влияние изменения тепло- физических и массообменных характеристик на процессы структурообразования.

**А.С.Гинзбург**

**5.7. ТЕПЛО- И МАССООБМЕН ПРИ РАЗДЕЛЕНИИ ФАЗ В УСЛОВИЯХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ ПОЛЕЙ (Московский технологический институт пищевой промышленности)**

Для анализа сложного комплекса явлений, развивающихся в многофазных системах (влажных материалах) применяются молекулярно-кинетический и термодинамический методы. Особо обращается внимание на необходимость детального изучения свойств систем и закономерностей изменения их молекулярной структуры в условиях взаимодействия внешних и внутренних полей.

**М.К.Горошенко, И.А.Махлина, Е.А.Кулешов**

**5.8. ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В КОЛЛОИДНОМ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТОМ ТЕПЛЕ ПРИ РАДИАЦИОННО-КОНВЕКТИВНОМ НАГРЕВЕ (Всесоюзный заочный институт пищевой промышленности, г.Москва)**

Рассматривается применение принципа максимума Понтрягина к оптимизации процессов, обусловленных тепломассообменом. В результате получен алгоритм оптимального управления.

**А.А.Долинский, Г.К.Иваницкий, Л.М.Дамский, К.Д.Малецкая**

**5.9. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВНУТРЕННИХ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА ПРИ ОБЕЗВОЖИВАНИИ КАПЕЛЬ РАСТВОРА (Институт технической теплофизики АН УССР, г.Киев)**

На основании принятой нашей физической модели тепломассопереноса через корочку твердой фазы на поверхности интенсивно испаряющейся капли раствора получена система дифференциальных уравнений. В рамках принятой модели аналитически описан процесс обезвоживания с учетом непрерывности перехода от испарительной стадии к сушильной и от влажного состояния частицы - к высушенному.

Использование этих уравнений в методиках расчета распылительных сушильных аппаратов позволит учесть особенности внутреннего тепловлажнопереноса в капле (частице).

**С.А.Ефямова, Е.В.Карус, О.Л.Кузнецов, Э.М.Симкин, М.Л.Сургучев, М.Я.Ходас**

**5.10. ЭФФЕКТ АКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ТЕРМОМАССООБМЕН В ГОРНЫХ ПОРОДАХ И ЖИВЫХ ТКАНЯХ (ВНИИ ядерной геофизики и геохимии, г.Москва)**

Дан обзор экспериментальных и теоретических работ авторов в направлении интенсификации теплопереноса в массиве горных пород и живых тканях. Получено многократное увеличение температуропроводности пористых сред в поле упругих волн,

достигающее десятков раз.

Показано, что упругое поле интенсифицирует разложение гидрата газа. Приведены гипотезы механизма явления. Полученные результаты могут использоваться для интенсификации добычи нефтей и гидратного газа, а также для избирательного разрушения раковых клеток.

**И.С.Ефремова, №.С.Смирнов**

#### **5.11. ЗАДАЧА О ТЕМПЕРАТУРНОМ ПОЛЕ ВНУТРИ ИСПАРЯЮЩЕЙСЯ КАПЛИ**

**(Всесоюзный заочный институт пищевой промышленности, г.Москва)**

Дано решение задачи о температурном поле в капле раствора при линейном законе движения поверхности испарения.

Полученные результаты и метод решения представляют интерес для анализа поведения аэродисперсной системы при сушке в распыленном состоянии.

**А.С.Зелепуга, В.С.Карпенко**

#### **5.12. ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОС ВО ВЛАЖНЫХ КАПИЛЛЯРНОПОРИСТЫХ ТИЛАХ ПРИ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ**

**(Институт тепло-и массообмена им. А.В.Лыкова АН БССР, г. Минск)**

Приведены результаты экспериментальных исследований полей температуры и влагосодержания в плоских влажных капиллярнопористых образцах при пропускании через них тока промышленной частоты.

Показано, что предварительный электропрогрев образцов способствует последующей интенсификации внешнего массообмена при сохранении качества образцов. Дано описание механизма переноса при электронегреве капиллярнопористых изделий.

**С.Г.Ильясов, В.В.Краюков**

#### **5.13. ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОС В КАПИЛЛЯРНОПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛАХ ПРИ ИК-ОБЛУЧЕНИИ**

**(Московский технологический институт пищевой промышленности)**

Предложен простой метод расчета, позволяющий получить достаточно точные аналитические выражения для расчета  $E_0(x)$  и  $t_0(x)$  в селективно поглощающих и рассеивающих материалах, учитывая изменение с координатой спектрального состава и пространственного распределения излучения, селективное поглощение и неизотропное рассеяние с помощью переменных по координате оптических характеристик материала,

**О.А. Киселева, Я.И. Рабинович, З.Д. Соболев,**

**В.М. Старев, Н.В. Чураев**

#### **5.14. ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В МОДЕЛЬНЫХ КАПИЛЛЯРНЫХ СИСТЕМАХ**

**(Институт физической химии АН СССР, г.Москва)**

Развита теория неизотермического массопереноса на свободном участке конического капилляра, моделирующего элемент порового пространства. Учитываются термокапиллярное и вязкое течение пленки и диффузия пара.

60

Уравнения для потоков жидкости и пара связываются условием локального адсорбционного равновесия. Приводятся экспериментальные данные о скоростях термокапиллярного пленочного течения додекана по поверхности кварцевых капилляров.

**О.А.Кремнев, А.В.Щурчков, Н.Н.Аронова, Е.М.Козлов**

#### **5.15. НЕСТАЦИОНАРНЫЙ ТЕПЛОПЕРЕНОС ПРИ ДВИЖЕНИИ ЖИДКОСТИ ЧЕРЕЗ ПОДЗЕМНЫЕ ПРОНИЦАЕМЫЕ СЛОИ**

**(Институт технической теплофизики АН УССР, г.Киев)**

Обсуждаются различные физические и математические модели процесса нестационарного теплопереноса при движении жидкости через подземные проницаемые слои. Построена математическая модель процесса теплообмена для гранулярных и трещиноватых коллекторов. Приводятся аналитические решения для полей температур в точной и приближенной форме. Анализируются закономерности процесса теплопереноса и оценивается влияние различных факторов на его интенсивность.

**В.А.Кудрявцев, Э.Д.Ершов, В.Г.Чеврев, Ю.П.Лебеденко, Л.В.Шевченко**  
**5.16. ВЛАГОПЕРЕНОС И СЕГРЕГАЦИОННОЕ ЛЕДОВОЕ ЧЕЛЕНИЕ В ПРОМЕРЗАЮЩИХ И ОТТАИВАЮЩИХ ГРУНТАХ**  
(Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова)

Представлены результаты лабораторного исследования процессов теплопереноса в промерзающих и оттаивающих грунтах.

На их основе предлагается новый механизм зарождения и роста криогенных текстур с учетом теплофизических и физико-механических условий тепло- и массообмена.

**И.Дж.Кумар, Л.Н.Гупта**  
**5.17. ПРИБЛИЖЕННОЕ РЕШЕНИЕ ОБОБЩЕННОЙ ЗАДАЧИ СТЕФАНА ДЛЯ ПОРИСТОЙ СРЕДЫ С ПЕРИЖИШКИ ТЕРМОДИФФУЗИВНЫМИ СВОЙСТВАМИ**  
(Аналитическая группа научно-исследовательской и проектной организации, Нью-Дели, Индия)

В ранее опубликованной работе была сформулирована обобщенная задача Стефана для взаимосвязанного тепло- и массопереноса в пористой среде, решение которой позволяет определить переменный фронт испарения, а также распределение температуры и влажности в пористом теле. Решение получено при допущении, что коэффициент термодиффузии пренебрежимо мал, а теплофизические свойства постоянны.

В данной работе получено решение названной выше задачи при наличии переменных теплофизических свойств и учете коэффициента термодиффузии. Решение задачи с постоянными тепло- физическими свойствами рассматривается как частный случай. Показано, что с увеличением значения критерия Поонова  $Pr$  уменьшается безразмерный потенциал массотерриоса и скорость движения поверхности испарения.

**П.С.Куц, Н.Н.Гринчик**  
**5.18. ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ ПЕРЕМЕННОЙ МАССЫ В ВИХРЕВОМ ПОТОКЕ**  
(Институт тепло- и массообмена им. А.В.Лыкова АН БССР, г. Минск)

Приводятся результаты численного исследования движения частиц постоянной и переменной массы с учетом сил тяжести для трехмерного вихревого потока в пределах чисел Рейнольдса  $0 < Re < 400$ .

Полученные результаты сравниваются с экспериментальными данными.

**П.С.Куц, И.Ф.Пикус, В.Д.Кононенко**  
**5.19. АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛО-И МАССОПЕРЕНОСА В КАПИЛЛЯРНОПОРИСТЫХ ТЕЛАХ В УСЛОВИЯХ ВАКУУМА**  
(Институт тепло- и массообмена им. А.В.Лыкова АН БССР г.Минск)

Предложена математическая модель процессов внутреннего тепло-массопереноса при высокотемпературной термообработке влажных капиллярнопористых материалов в условиях вакуума.

Получено решение, описывающее нестационарные поля температуры и давления для случая неограниченного цилиндра.

**П.Д.Лебедев, Д.П.Лебедев, В.В.Уваров**

## **5.20. ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГОПОДВОДА НА МЕХАНИЗМ СУБЛИМАЦИОННОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ КАПИЛЛЯРНОПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ ПОД ВАКУУМОМ**

**(Московский энергетический институт; Всесоюзный научно-исследовательский биотехнический институт, г.Москва; Московский институт инженеров сельскохозяйственного производства)**

Рассматриваются механизм и физика процесса сублимационного обезвоживания под вакуумом при контактном и терморadiационном энергоподводе.

**Т.Г.Лейцина, Н.В.Павлюкевич, Г.И.Рудин**

## **5.21. ТЕЧЕНИЕ БШАРНОЛ ГАЗОВОЛ .СМЕСИ ПРИ ИСПАРЕНИИ В КАПИЛЛЯРЕ**

**(Институт тепло-и массообмена игл. А.В.Лыкова АН БССР, г.Минск)**

Рассмотрено медленное движение двухкомпонентной газовой смеси в цилиндрическом капилляре при наличии испарения со дна. Течение исследуется исходя из модельного кинетического уравнения для бинарной смеси газов в форме Гамеля. Для определения массовых скоростей компонентов получена система двух линейных интегральных уравнений.

Найдено выражение для коэффициента диффузии. Показано, что в случае сплошной среды вышеупомянутые интегральные уравнения сводятся к дифференциальным уравнениям второго порядка; получено решение этих уравнений. Исследованы предельные случаи малой и большой концентраций испаряющегося компонента .

**И.И.Лиштван, Г.П.Бровка, П.Н.Давидовский**

## **5.22. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛО-И МАССОПЕРЕНОСА В КАПИЛЛЯРНОПОРИСТЫХ ТОРФЯНЫХ СИСТЕМАХ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ**

**(Институт торфа АН БССР, г.Минск)**

Приводится описание установки для исследования тепло-и массопереноса в торфяных системах при замораживании; Изложена методика расчета теплофизических характеристик.

Проведено экспериментальное исследование коэффициентов теплопроводности и теплоемкости низинного торфа при различном влагосодержании.

**П.П.Луцик**

## **5.23. АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ УРАВНЕНИЙ КИНЕТИКИ ИНТЕНСИВНОГО ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА**

**(Киевский технологический институт легкой промышленности)**

Приведены основные уравнения кинетики интенсивного тепло-массопереноса. Установлены взаимосвязи емкостных коэффициентов с массосодержанием и температурой, усредненными по поверхности тела и объему. Дан анализ влияния критериев Ребиндера и Михайлова на потоки тепла и массы.

**А.В.Лыкова, А.И.Медведев, В.Д.Косой**

## **5.24. ТЕПЛО- И МАССОБМЕН В КОЛЛОИДНЫХ КАПИЛЛЯРНОПОРИСТЫХ ТЕЛАХ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ**

**(Московский технологический институт мясной и молочной промышленности)**

Рассматривается метод решения задачи нестационарной теплопроводности с наличием источника тепла, обусловленного испарением. Трехмерная задача методом выделения мгновенного источника, изменяющегося по экспоненциальному закону, сведена к двумерной. Установлены основные закономерности тепло-и массообмена.

**С.Г.Романовский, К.Д.Лукия, Л.И.Марголин**

**5.25. ИНВАРИАНТНО-ГРУППОВОЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧИ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В КАПИЛЛЯРНОПОРИСТЫХ ТЕЛАХ  
(Институт тепло-и массообмена им. А.В.Лыкова АН БССР, г.Минск)**

Дается групповая классификация нелинейной системы дифференциальных уравнений теплопереноса.

На основе полученной классификации найдены некоторые инвариантно-групповые решения, а также решена краевая задача для рассматриваемой системы.

**С.Г.Романовский, Ю.М.Мартинчик, Т.В.Рабчук**

**5.26. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПОКРЫТИЯХ НА ПОВЕРХНОСТЯХ ТЕПЛООБМЕНА  
(Институт тепло-и массообмена им. А.В.Лыкова АН БССР, г.Минск)**

Методами теории тепло-и массопереноса найдено решение задачи распределения полей потенциалов переноса в многокомпонентных покрытиях, находящихся на поверхностях теплообмена, нагрев которых происходит действием электромагнитной индукции. На этой основе получены уравнения, необходимые для инженерных расчетов кинетики процесса.

**Б.С. Сажин, Н.Е. Шадрин**

**5.27. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛО-И МАССОПЕРЕНОСА В ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛАХ С ЖЕСТКОЙ КАПИЛЛЯРНОПОРИСТОЙ СТРУКТУРОЙ  
(Всесоюзный научно-исследовательский и конструкторский институт химического машиностроения, г.Москва)**

На основе комплексного анализа сорбционно-структурных и теплофизических свойств важнейших полимерных материалов разработана классификация материалов по величинам термического и диффузионного сопротивления тепло-и массообмену.

Предложено, используя принцип соответственных состояний, осуществлять расчет тепло-и массообмена в капиллярнопористых полимерных материалах на основе интегральных эффектов, получаемых при проведении соответствующего технологического процесса с модельными материалами. Составлена номограмма, позволяющая определить по известным характеристикам материала интенсивность и продолжительность тепло-и массообменного процесса.

**Л.С. Слободкин, Г.Н. Пшеничная, М.Н. Барская,  
Л.Э. Ккэлыптейн**

**5.28. ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОС В КАПИЛЛЯРНОПОРИСТЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПЛЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛАХ В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОГО ТЕПЛООБМЕНА**

**(Институт тепло-и массообмена им. А.В.Лыкова АН БССР, г.Минск)**

На основании общей теории теплопереноса рассматривается влияние полей температуры и концентраций на свойства многокомпонентных капиллярнопористых систем на основе полимерных матриц в условиях сложного теплообмена.

Предложена математическая модель процессов переноса тепла и массы в системе с внутренними источниками тепла, обусловленными химическими превращениями и проницаемостью ИК-излучением, которая позволяет прогнозировать ход процесса и свойства формулируемого материала при заданных условиях термообработки.

**Б.М. Смольский, П.А. Новиков, В.А. Еременко Э.К. Снежко, В.И.  
Балахонова, Л.Я. Любин**

**5.29. ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОС ПРИ ТЕЧЕНИИ КОНДЕНСИРУЮЩЕЙСЯ ПАРОВАЗОЙ СМЕСИ ЧЕРЕЗ ПОРИСТЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
(Институт тепло-и массообмена им. А.В.Лыкова АН БССР, г.Минск)**

Представлены результаты исследования процесса тепло-и массопереноса при течении конденсирующейся парогазовой смеси через пористые материалы о существенно различными тепло- физическими параметрами при давлениях ниже тройной точки.

**Э.Г.Тугова, Г.А.Кувшинов, Т-В.Кучко**

**5.30. ИСПАРЕНИЕ КАПЕЛЬ В ДВУХКОМПОНЕНТНОМ ПОТОКЕ  
(Институт тепло-и массообмена им. А.В.Лыкова АН БССР, г. Минск)**

Рассматривается взаимодействие двухкомпонентного потока (газ-твердые частицы) о одиночной каплей.

Приведено сравнение расчетных и экспериментальных данных о влиянии концентрации твердых чаотиц на интенсивность испарения кашш.

**Э.Г.Тугова, Р.И.Фельдман**

**5.31. МЕХАНИЗМ СОРБЦИОННО-КОНТАКТНОГО МАССОПЕРЕНОСА  
В ВАКУУМЕ**

**(Институт тепло-и массообмена им. А.В.Лыкова АН БССР, г.Минск)**

Приводятся экспериментальные данные исследования влияния контактного массообмена на интенсивность обезвоживания материала в вакууме. Выявлены особенности механизма удаления влаги при использовании сорбентов. Показа ны пути повышения эффективности за счет создания многослой ной структуры материал - сорбент, а также выявлено влияние толщины слоя и величины активной поверхности контакта.

**И. Хоушова**

**5.32. РЖЕНИЕ ОДНОЙ ЗАДАЧИ ВНУТРЕННЕГО ТЕПЛО-  
И МАССООБМЕНА В КЛШЛЯРНОТОРЛСТОМ ТЕДЕ ДЛЯ УСЛОВИЙ  
ВУНСТДЕНЖЙ КОНВЕКЦИИ**

**(Институт пищевой промышленности, Прага, ЧССР)**

Рассматриваются некоторые вопросы внутреннего тепломассообмен в капиллярнопористом дисперсном материале при тепловой обработке в условиях вынужденной конвекции. Обработка экспериментальных данных с учетом теории радиационного энергоподвода позволила предложить математическую модель процесса для тел простой формы с известными теплофизическими свойствами. Теоретическое решение сопоставлено с экспериментальными данными.

**Л.Б.Цимерманис, Ф.Х.Цимерманис**

**5.33. ТЕПЛО- И МАССООБМЕН РЕОЛОГИЧЕСКИ СЛОЖНОГО ТОНКОСТЕННОГО  
КАПИЛЛЯРНОПОРИСТОГО ТЕЛА С ОКРУМЩЕЙ СРЕДОЙ**

**(Уральский научно-исследовательский и проектный институт строительных  
материалов, г.Челябинск)**

Приведена система феноменологических уравнений тепломассообмена тонкостенного капиллярнопористого тела с окружающей средой с учетом протекающего в теле процесса струк- туροобразования.

Даны соотношения для определения перепадов температуры и потенциала оводнения между телом и окружающей средой с учетом зависимости интенсивных параметров тела от его структурных и реологических характеристик.

**Л.Г.Черная, Е.А. Раскина**

**5.34. АНАЛИЗ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОСА В  
КАПИЛЛЯРНОПОРИСТЫХ ТЕЛАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОРМ СВЯЗИ ВЛАГИ С  
МАТЕРИМОМ**

**(Институт тепло- и массообмена им. А.В.Лыкова АН БССР, г.Минск)**

Проведен анализ термодинамических параметров массопереноса в области



адсорбционной, капиллярной и осмотической влаги для коллоидных капиллярнопористых тел.

Соответственно получены выражения коэффициентов  $St$  и  $Br$  в виде функциональных зависимостей от влагоудержания и температуры.

**Г.С. Шубин**

**5.35. РАСЧЕТ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА, СОПРОВОЖДАЕМЫХ ДВИЖЕНИЕМ ГРАНИЦЫ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИИ  
(Московский лесотехнический институт )**

Приводится приближенное решение задачи расчета процессов, связанных с перемещением фронта фазового перехода для цилиндра. Полученные конечные формулы являются обобщенными, включающими в себя в общем виде информацию о характере температурного поля.

Приводятся результаты расчета на ЭВМ и сопоставление с экспериментами.

**Ш.Эндрени, Д.Сентиваньи**

**5.36. РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПЕРЕНОСА В РЕЖИМЕ ПАДАЮЩЕЙ СКОРОСТИ ОТКИ  
(Будапешт, ВНР)**

Создана модель для решения задач тепло-и массообмена при сушке пористых материалов в режиме падающей скорости. В основу математической модели положено изменение во времени температуры и концентрации на поверхности материала. Таким образом, коэффициенты тепло-и массообмена, рассчитанные предложенным методом, изменяются во времени. Модель иллюстрируется численным примером, а результаты сравниваются с экспериментальными данными.

**Ш.Эндрени, Б.Паланц**

**5.37. ПРОБКИ РАВНОВЕСИЯ СТАЦИОНАРНОГО ИСПАРЕНИЯ С ПОРИСТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ  
(Завод холодильников, Институт экономики промышленности и вычислительной техники, Будапешт, ВНР)**

Рассматривается испарение жидкости с поверхности пористых тел, которое характеризуется стационарным режимом сорбционного равновесия, обеспечивающим соответствующую непрерывную подачу жидкости к поверхности испарения. При исследовании этого процесса можно использовать психрометрические законы испарения для случая пористых поверхностей. В работе приводятся несколько характерных особенностей испарения и равновесного состояния над пористыми поверхностями, которые отличаются от случая испарения с поверхности монолита.

**VI**

**ТЕПЛОМАССОБМЕН В ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМАХ**

65

**Н.В. Антонишин, М.А. Геллер, Л.Р. Гурвич,  
А.Л. Парнас**

**6.1. О НЕСТАЦИОНАРНОМ ТЕПЛООБМЕНЕ МЕЖДУ ПЛАСТИНОЙ С ИСТОЧНИКОМ ТЕПЛА И СЛОЕМ ДИСПЕРСНОГО МАТЕРИАЛА  
(Институт тепло- и массообмена им.А.В.Лыкова АН БССР, г.Минск)**

Приводится аналитическое решение задачи о нестационарном теплообмене между пластиной с источником тепла и слоем дисперсного материала.

Полученные результаты использованы для анализа работы тепловых датчиков, предназначенных для измерения пульсаций коэффициента теплообмена в кипящей слое.

**Н.В. Антонишин, В.С. Никитин, О.Г. Мартынов Г.Ф. Пучков**

### **6.2. ТЕПЛООБМЕН В ВИБРОВРАЩАЮЩЕМСЯ СЛОЕ**

**(Институт тепло- и массообмена им.А.В.Лыкова,АН БССР, г.Минск)**

Рассмотрен теплообмен цилиндрических и плоских тел с вибровращающимся слоем в зависимости от скорости вращения, частоты и метода поворачивания тел.

**Р.Й. Авкаев, Е.В. Бадатов, А.А. Волков, М.Э. Аэров**

### **6.3. ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ И ТЕПЛОМАССОБМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ФИЛЬТРАЦИОННОГО ПРОЦЕССА НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ОТРЫВНЫХ ТЕЧЕНИЙ**

**(Куйбышевский инженерно-строительный институт, Институт катализа СО АН СССР, г.Новосибирск; НИИСС, г. Москва)**

На основе картины «внешнего обтекания» элементов зернистого слоя и схемы отрывного течения в донной траншее Д. Бетчелора-М.Л. Рентьева дается оценка гидродинамической и тепломассообменной обстановки в свободном объеме зернистого слоя, показана ее зависимость от геометрии зерен.

**В.Е. Бабенко, М.Б. Гринбаум, Г.Б. Пантер**

### **6.4. К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНОСТИ НЕПОСРЕДСТВЕННОГО ИЗМЕРЕНИЯ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ С ТВЕРДОЙ ФАЗОЙ**

**(г. Москва)**

Разработана методика исследования условий нагрева непосредственно твердых частиц, основанная на резком изменении магнитных свойств материала вблизи точки Кюри, взамен измерения температуры в различных зонах аппарата.

Показана одновременная возможность использования данной методики для слежения за движением одиночной частицы в аппарате кипящего слоя.

**П.П. Баскаков, Б.В. Берг, Ю.М. Голдобин, А.М. Дубякин**

**А.А. Жарков, Г.Я. Захарченко, С.В. Звягин, О.М. Панов**

**А.В. Соколов, Н.Ф. Филиппович, В.В. Хорошазцев**

### **6.5. НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ТЕПЛООБМЕНА В КИПАЮЩЕМ СЛОЕ**

**(Уральский политехнический институт им.С.М. Кирова г.Свердловой)**

Проведены исследования теплообмена в высокотемпературном кипящем слое, выделены кондуктивно-конвективная и лучистая составляющие.

Исследовано влияние различных факторов на теплоотдачу от горизонтальных цилиндров диаметром 125 и 220 т. Рассмотрены особенности теплообмена и гидродинамики в кипящем слое, секционированном крупнокузовными насадками. Исследован перенос тепла из разреженной в плотную фазу кипящего слоя путем подачи в разреженную фазу (надслоевое пространство) горизонтальных струй горячего воздуха. Рассмотрена возм./ мощность охлаждения кипящим слоем тепловыделяющих поверхностей аппарата.

**Р. Бауэр, Э.У. Шлюндер**

### **6.6. ЭФФЕКТИВНАЯ РАДИАЛЬНАЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ПЛОТНОГО СЛОЯ ЧАСТИЦ РАЗЛИЧНОЙ ФОРМЫ**

**(Институт теплотехники университета в Карлсруэ, ФРГ)**

Экспериментально исследована эффективная радиальная теплопроводность плотного слоя шариков, цилиндров, колец Рашига и раздробленных частиц при температуре до 1000 К. На основе экспериментальных данных разработана методика расчета эффективной

теплопроводности для плотного слоя частиц любой формы.

**М.К. Болога, М.П. Желясков, В.В. Пушков**  
**6.7. ТЕПЛООБМЕН В ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМАХ ПОД**  
**ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ**  
(Институт прикладной физики АН МССР, г.Кишинев)

Экспериментально исследован теплообмен газодисперсных систем и суспензии при свободной и вынужденной конвекции в условиях воздействия электрических полей.

Установлены закономерности локального теплообмена потока газо- 33веси в кольцевом канале в электрическом поле различной напряженности.

Для теплоотдачи к суспензиям раскрыт механизм действия поля и получены приемлемые для инженерной практика расчетные зависимости.

**В.А.Бородуля**  
**6.8. МАССО- И ТЕПЛОПЕРЕНОС В НЕИЗОТЕРМИЧЕСКИХ РЕАКТОРАХ**  
**С ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ**  
(Институт тепло- и массообмена им.А.В.Лыкова АН БССР, г.Минск)

Рассматриваются модели некаталитических процессов в псевдоожженном слое с учетом продольного перемешивания в плотной фазе и массообмена между фазами. Анализируются методы нахождения коэффициентов продольного переешивания газа межфазного массо- и тепло обмена и приводятся результаты опытов по их исследовании методами модельной реакции (разложение азона на алюмосиликатном катализатора) и трассера (для случая использования входного сигнала произвольной формы).

Показывается применимость разрабатываемых моделей для расчета промышленных аппаратов с псевдоожженным слоем, применяемых, например, для газификации или сжигания угля или проведения таких газофазных реакций, как синтез сероводорода из паров серы и углеводорода в псевдоожженном слое промежуточного теплоносителя.

**Ю.А. Буевич, Д.А. Казенин**  
**6.9. О ПЕРЕНОСЕ ТЕПЛА ИЛИ МАССЫ К ТЕЛАМ РАЗНОЙ ФОРМЫ,**  
**ПОГРУЖЕННЫМ В НЕПОДВИЖНЫЙ ИЛИ СЛАБООЖЕННЫЙ ЗЕРНИСТЫЙ**  
**СЛОЙ**

(Институт проблем механики АН СССР, г.Москва;  
Московский институт химического машиностроения)

Рассмотрен внешний тепло- или массообмен на основе однофазной дисперсионной модели переноса при фильтрационном обтекании тел в зернистом слое. Найден канонический вид уравнения переноса для осесимметричных и плоских течений при анизотропном тензоре дисперсии. Для больших значений числа Пекле предложен эффективный способ решения, основанный на неклассическом методе возмущений. В качестве примеров приложения приведены распределения теплоотдачи по поверхности изотермической сферы и цилиндра при различных соотношениях молекулярной и конвективной дисперсий.

**Л.К. Васанова, А.И. Карпенко, И.Д. Ларионов,**  
**А.И. Сафронов, З.Н. Линецкий, Е.М. Чижевская,**  
**А.Г. Чулзнова**

**6.10. НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСПЕРСНЫХ СРЕД В**  
**ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТАХ**

(Уральский политехнический институт им.С.М. Кирова г.Свердловск)

Приведены результаты экспериментального исследования стабилизированной теплоотдачи в жидкостном кипящем слое в условиях подвода турбулентной струи. Рассмотрена возможность применения жидкостного кипящего слоя и газозвеси в теплообменных аппаратах.

**В.Н. Ведамурти, В.М.К. Састри**

### **6.11. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПЕРЕНОСА ТЕПЛА К ТРУБЕ И ЗМЕЕВИКУ, ЗАТОПЛЕННЫМ В ПСЕВДООЖИЖЕННОМ СЛОЕ КАМЕИ СГОРАНИЯ**

**(Отделение механики, Индийский технологический институт, Мадрас, Индия)**

Рассматривается теплоперенос к трубе и змеевику, погруженным в тонкий псевдоожигенный слой в камере сгорания, где частицы брикетированного лигнита сжигались в инертном слое угольной золы. Максимальный размер частиц в слое варьировался от 3,15 до 6,3 мм, а скорости псевдоожигения составляли от 0,2 до 0,45 м/сек. Температура менялась от 800 до 1000°C. Результаты экспериментов сравнивались с расчетными данными, полученными авторами, которые рассматривали пакет эмульсии у стенки как поглощающую и излучающую среду. Экспериментальные результаты определения радиационного и общего коэффициентов теплопереноса от стенки к слою в камере сгорания сопоставлялись с данными для погруженных поверхностей. Найдено, что теплообмен стенками приближенно описывается моделью, в которой эмульсия принята за абсолютно черное тело, но теплообмен погруженной поверхности более точно описывается моделью, где пакет не считается абсолютно черным телом.

**3. Викторин**

### **6.12. ТЕПЛОМАССОБМЕН В ДИСПЕРСНОЙ СИСТЕМЕ С ПОТОКОМ, ЗАКРУЧЕННЫМ ВОКРУГ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСИ (ГИИМ, Прага - Бехоуце, ЧССР)**

Рассматривается возможность интенсификации теплообмена в системе газ - твердые частицы. Проведено сравнение энергетической эффективности основных типов дисперсных систем.

**Н.И. Гельперин, З.В. Ермакова, В.Г. Айнштейн**

### **6.13. ТЕПЛОБМЕН МЕЖДУ ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ ТЕНТОМ И ПСЕВДООЖИЖЕННЫМИ ТВЕРДЫМИ ЧАСТИЦАМИ В МНОГОСЕКЦИОННОМ АППАРАТЕ В ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЯХ III И I РОДОВ**

**(Московский институт тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова)**

В работе рассмотрены вопросы межфазного теплообмена применительно к монодисперсному псевдоожигенному слою в многосекционном аппарате. При анализе процесса постулировано полное перемещение твердого материала в каждой секции и движение оттекающего агента в режиме идеального вытеснения. Получены соотношения для расчета температур, распределенных по радиусу твердых частиц, при выходе последних из каждой секции (в частности для температур, средних по объему частиц и на их поверхности), а также для температур охлаждающего агента.

**Н.И. Гельперин, В.Г. Айнштейн, Л.И. Крупник, С.Н. Мельдяев, С.В. Ефимова**

### **6.14. СТРУКТУРА И ТЕПЛОБМЕННАЯ СПОСОБНОСТЬ ТУРБУЛЕНТНОГО ПОТОКА ГАЗОВЗВЕСИ**

**(Московский институт тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова, Северодонецкий филиал Государственного института азотной промышленности)**

Выполнено экспериментальное исследование закономерностей движения и теплообмена потоков газозвеси. Показано, что скоростное поле несущей среды в горизонтальном и вертикальном потоках описывается универсальным логарифмическим "законом отечки". На этой основе предложены расчетные выражения для толщины вязкого подслоя и касательного напряжения несущей среды, дан анализ характеристик турбулентного переноса количества движения и тепла и получены представления об относительном вкладе основных факторов в процессе теплообмена потока газозвеси с ограничивающей

поверхностью.

**С.Дичев**

**6.15. ВЛИЯНИЕ С КО РОС!Ш ГАЗА И МАССЫ ЧАСТИЦ СЛОЯ НА ХАРАКТЕР ТЕПЛООБМЕНА В ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЕ С «КИПЯЩИМ» СЛОЕМ (ВИХВП, Пловдив, БНР)**

В лабораторных условиях исследован характер теплообмена в воздухоохладителе о кипящем слое. Исследования проведены в замкнутой аэродинамической трубе при охлаждении воздуха о помощью промежуточного твердого хладагента из гранулированного полиэтилена. Промежуточный хладагент непосредственно охлаждается испаряющимся в трубе фреоном-12.

Установлено влияние скорости псевдоожижающего воздушного потока и общей массы частиц слоя на характер теплообмена.

**С.С.Забродский, И.Т.Эльперин, А.Ф.Долидович, В.С.ЕФремцев**

**6.16. ГИДРОДИНАМИКА И ТЕПЛООБМЕН В НОВЫХ МОДИФИКАЦИЯХ СИСТЕМ С ФОНТАШГУЭДИМ СЛОЕМ**

**(Институт тепло- и массообмена им.А.В.Лыкова АН БССР, г.Минск)**

Приведены результаты экспериментальных исследований новых модификаций систем с фонтанирующим слоем для обработки тонкодисперсных материалов и материалов с широким гранулометрическим Составом: 1 - слой мелкодисперсных частиц в аппаратах с увеличенной относительно - ной величиной входного отверстия, 2 - фонтанирующий слой о вакуумным ядром фонтана и 3 - система о двухфазной дисперсионной средой. Кратко освещены вопросы структуры слоя и межфазового теплообмена.

**Р.З. Иванова, Н.Ф. Гурии, У .И. Иванов**

**6.17. ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМАХ (Всесоюзный научно-исследовательский институт нерудных строительных материалов и гидромеханизации, г.Тольятти)**

Количественно показана определяющая роль пульсаций частиц в псевдоожиженном слое в возрастании теплообмена (теплопроводности). Рассмотрено влияние элементарных процессов и отдельных параметров на рост теплообмена, рекомендованы расчетные выражения для эффективной теплопроводности псевдоожиженного слоя.

**В.А. Калзидерьян, Ю.О. Нерушев**

**6.18. ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ И ТЕПЛООТДАЧА ПРОДУВА К ЮГО ПЛОТНОГО ДВИЖУЩЕГОСЯ СЛОЯ С ВНУТРЕННИМИ ИСТОЧНИКАМИ ТЕПЛА (Одесский технологический институт холодильной промышленности)**

На основании дискретной модели получена и решена система диф - ференциальных уравнений, описывающая теплоперенос плотным продуваемым слоем с внутренними источниками тепла при стержнеподобном движении в щелевых каналах. Получены и проанализированы зависимости для распределения температур компонентов и коэффициента теплообмена потока со стенками канала. Установлено, что интенсивность теплообмена возрастает с увеличением производительности равномерно распределенных внутренних источников тепла.

**Г.В. Крюков, О.В. Габескирия, М.В. Лыков, И.С. Сутягин**

**6.19. ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛООБМЕНА В ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ДВУХЪЯРУСНЫХ АППАРАТАХ С ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ**

**(Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам им.Я.В.Самойлове, г.Москва)**

Рассмотрены особенности теплообмена в двухъярусных прямоугольных аппаратах с

псевдоожиженный слой в условиях, когда процесс теплообмена является внешней задачей. Показано, что за счет удлинения рабочей камеры до соотношения сторон 7:1 интенсивность теплообмена возрастает примерно вдвое при прочих равных условиях. Расчетные данные проверены в промышленных условиях и дали хорошую сходимость.

**В.М. Мальченко, В.М. Богров**

#### **6.20. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА В АППАРАТЕ С ВИБРОПЕРЕМЕЩАЮЩИМСЯ ШАРОВЫМ СЛОЕМ ПО ЗАМКНУТОМУ КОНТУРУ (г. Николаев)**

Изучалась интенсивность теплообмена между виброперемещающимся шаровым слоем и продуваемой сквозь него газовой средой. Исследование теплообмена производилось нестационарным методом на экспериментальной установке. Установлены зависимости, дающие возможность вычислять степень регенерации тепла в теплообменнике с виброперемещаемой по замкнутому контуру насадкой в широком диапазоне режимов эксплуатации.

**Э.Муховски, З.У. Шлюндер**

#### **6.21. ПЕРЕНОС ТЕПЛА ОТ ВИБРИРУЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ К ПЛОТНЫМ СЛОЯМ СФЕРИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ И В УСЛОВИЯХ ВАКУУМА**

**(Институт теплотехники университета в Карлсруэ, ФРГ)**

Экспериментально исследован коэффициент теплообмена между вибрирующей поверхностью нагревателя и плотного слоя стеклянных шариков при атмосферном давлении и вакууме. Исследовано влияние частоты вибраций и давления в аппарате на коэффициент теплообмена.

**А.Т. Никитин, В.В. Сапожников, В.В. Богачев**

#### **6.22. НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ТЕЧЕНИИ ДВУХФАЗНЫХ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ПОТОКОВ (Краснодарский политехнический институт)**

Рассмотрены некоторые проблемы теплообмена потоков газа, несущего микронные частицы твердого материала в области высоких температур. Обобщены опытные данные по локальному теплообмену воздушно-графитовой суспензии в кольцевых каналах и по средней теплоотдаче при изменении концентрации твердых частиц от 0,1 до 4 кг/кг.

**В.С. Носов, И.Д. Ларионов, В.В. Мамаев**

#### **6.23. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА ПЛОСКОЙ ПЛАСТИНЫ С ПОТОКОМ ГАЗОВЗВЕСИ**

**(Уральский политехнический институт им.С.М.Кирова, г.Свердловой)**

Приведены результаты экспериментального исследования локальной и средней теплоотдачи плоской пластины к слабоконцентрированному потоку газовзвеси. Изложены результаты исследования влияния на интенсивность теплообмена пульсаций расхода газовзвеси при течении ее в вертикальной трубе.

**Р.Б. Розенбаум, О.М. Тодес**

70

#### **6.24. ОБ АНАЛОГИИ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕНОСА В КИПЯЩЕМ СЛОЕ - ТЕПЛООБМЕНА И ТРЕНИЯ ДВИЖУЩИХСЯ ТЕЛ (Ленинградский горный институт им.Г.В.Плеханова)**

Установлена общность механизма переноса тепла от погруженной в слой нагретой поверхности и импульса (количества движения) от тела, движущегося в псевдооживленном слое. Перенос осуществляется "пакетами" твердых частиц, периодически сменяющимися газовыми "пузырьками". Показано, что эффективная вязкость слоя зависит от плотности материала зерен.

## **6.25. ТЕПЛООБМЕН МЕЖДУ ПОВЕРХНОСТЬЮ И ВИБРОКИПЯЩИМ СЛОЕМ БОЛЬШОЙ ВЫСОТЫ**

**(Уральский политехнический институт им. С.М. Кирова, г. Свердловск)**

Проведены исследования теплообмена от гермозонда к виброкипящему слою высотой до 500 мм. Результаты опытов сопоставлены с результатами изучения гидродинамической обстановки в слое.

## **6.26. ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТЕПЛООТДАЧИ МЕЖДУ ВИБРОКИПЯЩИМ СЛОЕМ К ПУЧКАМИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ТРУБ** **(Уральский политехнический институт им. С.М. Кирова, г. Свердловск)**

Приводятся результаты экспериментального исследования локального теплообмена между виброкипящим слоем и пучками горизонтальных труб в зависимости от параметров вибрации, размера частиц, высоты слоя, числа рядов труб, их диаметра и взаимного расположения (коридорного или шахматного).

Выяснено влияние различных факторов на величину и положение максимальных и минимальных локальных коэффициентов теплоотдачи. Даны рекомендации по определению этих коэффициентов.

На основании анализа полей коэффициентов  $KL$  получены схемы движения газовых потоков, возникающих в виброкипящем слое, создаваемом в соудах с проницаемыми стенками.

**А.А. Соколовский, Г.Л. Грошев, С.И. Гаджиев**

## **6.27. ГИДРОДИНАМИКА И ТЕПЛООБМЕН ПРИ ГРАНУЛЯЦИИ РАСТВОРОВ В АППАРАТЕ С ЛОКАЛЬНЫМ ФОНТАНИРОВАНИЕМ В ПСЕВДООЖИЖЕННОМ СЛОЕ (Всесоюзный научно-исследовательский витаминный институт, г. Москва)**

Проведены исследования аэродинамических условий существования к работы локального факела внутри псевдоожигенного слоя. Получены расчетные зависимости критических скоростей.

Проведены исследования процесса тепло- и массообмена при грануляция раствора никотаната аммония в режиме локального фонтанирования в псевдоожигенном слое. Сняты термодиаграммы и температурные поля факела и слоя.

Раосчитаны коэффициенты тепло- и массообмена. Выведены условия перехода на промышленные аппараты.

**Ф.Е. Спокойный, З.Р. Горбис, Н.В. Святецкий, Р.В. Загайнова**

## **6.28. ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИАЦИОННО-КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА С ТУРБУЛЕНТНЫМ ПОТОКОМ ГАЗОВОЙ ЗВЕСИ**

**(Одесский технологический институт холодильной промышленности, Одесский государственный университет )**

Получено математическое описание процесса слоеного теплообмена с осесимметричным потоком газа с малой концентрацией твердых частиц. Проведено решение полученной системы уравнений для условий преобладающего влияния продольного либо поперечного распределения температур. Проведено экспериментальное исследование и обоснование полученных результатов.

**А.С. Сукомед, В.А. Роеко, Р.В. Керимов, Ф.Ф. Цветков**

## **6.29. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ДВИЖЕНИИ АЭРОЗОЛЯ В ТРУБЕ**

**(Московский энергетический институт)**

Приводятся результаты измерения локальных коэффициентов теплообмена между

стенкой трубы и потоком авроволя, представляющего оо- бой смесь газа (гелия, авота или аргона) о твердыми частицами резне рок порядка 0,1 мкм.

### **6.30. МГНОВЕННАЯ ЛОКАЛЬНАЯ ИНТЕНСИВНОСТЬ ВНЕШНЕГО ТЕПЛООБМЕНА В НЕОДНОРОДНОМ ПСЕВДООЖИЖЕННОМ СЛОЕ (Уральский политехнический институт им. С.М. Кирова, г. Свердловск)**

На основании результатов экспериментальных исследований флуктуации температуры поверхности, порозносЕИ неоднородного псевдо- ожиженного слоя и скорости газа установлено, что флуктуации плотности теплового потока я локальных коэффициентов теплоотдачи ов вертикальной стенки малы по сравнению с их средними значениями, а интенсивность теплоотдачи к пузырьям газа весьма велика. Модель вне» него теплообмена должна базироваться на конвективном переносе тепла я маообы.

**А.И. Тамарин, С.С. Забродский, Ю.Г. Епанов**

### **6.31. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА МЕЖДУ ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ ШАХМАТНЫМ ПУЧКОМ ТРУБ И ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ (Институт тепло- и маосообмена им.А.В. Лыкова АН БССР, г. Минск)**

В колонне прямоугольного сечения 45x25 см создавался поевдо ожиженный воздухом комнатной температуры олой дробленого шамота (средний размер частиц 3 мм) и слой прова 2 ми) высотой 35-45 см. Стационарным методом измерялся коэффициент теплообмена между поев доожигенным слоен и горизонтальной трубой диаметром 30 мм, находя- шейоя в пучке подобных труб, размещенных шахиатно с разными вагами В результате обобщения экспериментальных данных получена расчет ная корреляция.

### **6.32. ВЛИЯНИЕ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ НА ГИДРОДИНАМИКУ И ВНЕШНИЙ ТЕПЛООБМЕН В ПСЕВДООЖИЖЕННОМ СЛОЕ**

**(Тамбовский институт химического машиностроение Московский институт химического ыаиностроовия)**

С помощью дифференциальных соотношений термодинамики рассмотрены вопросы качественного поведения псевдоожиженного слоя при изменении его параметров.

Показано изменение гидродинамики поевдоожиженного слоя в целом при внесении теплообменной поверхности и изменение коэффициента теплоотдачи по ее высоте.

Приведены результаты по исследованию влияния характера распределения газового потока нэ интенсивность внешнего теплообмене.

**М. Хоц**

### **6.33. МЕТОД ВИБРОКИПЯЩЕГО СЛОЯ ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ**

**(ГИИМ, Прага - Беховице, ЧССР)**

В работе приводятся основные соотношения, описывающие влияние вибрационного движения подкладки на слой зернистого материала.

Приведены результаты экспериментов в вибростое, лежащем, во- первых, ва непроницаемой прокладко и параллельно обдуваемом воздухом, во-вторых, лежащем ка решетке и продуваемом воздухом снизу вверх.

72

Определялось изменение давления в воздушной подушке между подкладкой и слоем с покощ&ю тензодатчиков давления.

БаковсмерчостЕ теплоотдачи между воздухом е слое определяла» методом сублимации. В кечевтвв модельного материала бэпольеоввлсв грввуляроввняый вафталий.

**Б. Чукао, К. Патаки, З. Ормос**

### **6.34. ИССЛЕДОВАНИЕ СУШКИ НА ИНЕРТНЫХ ТЕЛАХ В КИПЯЩЕМ СЛОЕ (Научно-исследовательский институт технической химии АН ВНР, Ввспрем, ВНР)**



Разработан процесс сушки микрокристаллических материалов большой влажности (пастообразных материалов) на инертных телах в кипящем слое.

В докладе освещены существо процесса, его преимущества и возможности применения, а также дана приближенная математическая модель, описывающая процесс сушки.

**Н.А. Шахова, Г.Н. Ластовцева, В.К. Лукашев**

### **6.35. ТЕПЛОМАССОБМЕН В ПСЕВДООЖИЖЕННОМ СЛОЕ НА ОСНОВЕ СТРУЙНОЙ ТЕОРИИ ПСЕВДООЖИЖЕНИЯ**

**(Московский институт химического машиностроения)**

С позиций струйной теории псевдоожигения проведены теоретические и экспериментальные исследования теплообмена в псевдоожигенном слое. Получены соответствующие расчетные зависимости. На основе теоретических и экспериментальных данных разработаны инженерные методики расчета теплообмена в псевдоожигенном слое.

**В.С. Евыдкий, Ф.Р. Шкляр, Е.Д. Лекомцева**

### **6.36. ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ В ОБЪЕМЕ НАГРЕВАЕМОГО ГАЗОМ НЕПОДВИЖНОГО СЛОЯ С УЧЕТОМ ПОТЕРЬ ТЕПЛА ЧЕРЕЗ БОКОВЫЕ ПОВЕРХНОСТИ**

**(Всесоюзный научно-исследовательский институт металлургической теплотехники, Уральский политехнический институт им.С.М.Кирова, г. Свердловск)**

Приведено решение задачи о теплообмене в неподвижном слое, продуваемом газом в одном направлении и при противоточном движении газовых сред, при наличии потерь тепла в направлении, перпендикулярном движению газа. Эффективный коэффициент теплопроводности слоя учитывает теплопроводность и излучение.

Численные расчеты сравнены с экспериментом и получено согласование результатов. Решения могут быть использованы для оценки влияния потерь тепла на температурные поля в слое в зависимости от его размеров и параметров тепловой работы.

**А.А. Шрайбер**

### **6.37. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТУРБУЛЕНТНОГО И ПСЕВДО-ТУРБУЛЕНТНОГО ПЕРЕНОСА В ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ ПОТОКАХ**

**(Институт технической теплофизики АН УССР, г.Киев)**

Приводятся результаты исследования поперечной миграции частиц в потоках газовой взвеси, обусловленной турбулентной диффузией и механизмом межчастичных столкновений. Построена модель переноса тепла потоками газовой взвеси, основанная на анализе влияния частиц на закономерности течения сплошной среды вблизи стенки. Модель корректно описывает большинство известных опытных данных в широком диапазоне определяющих критериев.

**В.К. Щукин, В.А.Филин, А.И.Миронов, Н.С.Идиатуллин,**

**Ч.Н.Ховальногов, А.А.Якшин, Н.А.Надыров И.Х. Фахрутдинов**

### **6.38. ТЕПЛОБМЕН ПОТОКА ГАЗОВОЙ ВЗВЕСИ В УСЛОВИЯХ ИНЕРЦИОННОГО ВЫПАДЕНИЯ ЧАСТИЦ НА СТЕНКУ КАНАЛА**

**(Казанский авиационный институт им. А.Н. Туполева)**

Представлены некоторые результаты экспериментального исследования локального конвективного теплообмена турбулентного потока газовой взвеси твердых частиц окиси алюминия размером 1-32 мкм со стенками докритической части сопла и криволинейного канала квадратного поперечного сечения в условиях охлаждения потока при сравнительно малой его запыленности. Установлено, что существенная интенсификация теплообмена наблюдается в областях инерционного выпадения частиц. Сделан вывод о существовании

корреляции между относительным увеличением теплообмена из-за наличия частиц и найденными численным путем величинами плотности потока инерционного осаждения и  $x$  на отенву.

**Г.И. Элькин, Ю.Б. Тимофеев**

**6.39. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ И ЛОКАЛЬНОГО МЕЖКОМПОНЕНТНОГО ТЕПЛООБМЕНА ГАЗ - ТВЕРДЫЕ ЧАСТИЦЫ В МОНОДИСПЕРСНОМ ДВУХФАЗНОМ ПОТОКЕ (Одесский технологический институт пищевой промышленности им. М.В. Ломоносова)**

Предложен метод экспериментального изучения локальных характеристик в противоточной монодисперсной газозвеси.

Приведены эмпирические зависимости по распределению твердых частиц, а также локальных коэффициентов теплообмена в потоке для достаточно широкого диапазона режимных факторов.

## **VII**

### **ТЕПЛОМАССОБМЕН В РЕОЛОГИЧЕСКИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМАХ**

**В.И. Байков, Э.А. Зальцгендлер**

**7.1. НЕСТАЦИОНАРНАЯ ЕСТЕСТВЕННАЯ КОНВЕКЦИЯ В НЕЛИНЕЙНОВЯЗКИХ ЖИДКОСТЯХ**

**(Институт тепло-и массообмена им. А.В. Лыкова АН БССР, г. Минск)**

В приближении пограничного слоя теоретически исследована задача нестационарной естественной конвекции в нелинейновязких («степенных») жидкостях. Учтена температурная зависимость реологических коэффициентов.

Приводятся постановки задач для внешнего и внутреннего асимптотических разложений. Определено влияние на характеристики теплообмена и течения показателя неньютоновского поведения и параметра температурной зависимости.

**В.Н. Бешков, П.Мичка**

**7.2. АВТОМОДЕЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИ ВРАЩЕНИИ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ТЕЛ В НЕНЬЮТОНОВСКИХ СТЕПЕННЫХ ЖИДКОСТЯХ**

**(Центральная лаборатория теоретических основ химической техники БАИ, София, НР Б'. Институт теоретических основ химических процессов ЧСАН, Прага, ЧССР)**

Выполнен анализ уравнений ламинарного, пограничного слоя для случая вращения в неньютоновских степенных жидкостях осесимметричных тел, форма которых определена законом  $\chi = A|\tau|^m$  ( $\chi$  - безразмерный радиус поперечной кривизны тела, безразмерная абсцисса, отсчитанная вдоль меридиана от вершины тела,  $A, m$  - параметры). Показано, что для  $m = 1/3$  можно получить автомодельные решения задач тепло-и массопереноса. Точные (численные) решения таких задач могут служить эталоном при оценке точности различных приближенных методов расчета пограничных слоев при вращательных движениях неньютоновских жидкостей.

74

**В.И. Боярченко, П.В. Кирков, В.И. Янков, В.И. Керницкий**

**7.3. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАДИКАЛЬНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ К РАСТВОРЕНИЮ ПОЛИМЕРНЫХ СИСТЕМ**

**(Отделение Института химической физики АН СССР, Черноголовка; Всесоюзный научно-исследовательский институт синтетических волокон, г. Калинин)**

На основе математических моделей изучаются закономерности теплообмена в процессе радикальной полимеризации в трубчатом реакторе вытеснения и в процессе

растворения полимерных систем в автогенном растворителе непрерывного действия. Учитывается зависимость вязкости от температуры и концентрации полимера в первом случае и от температуры и скорости сдвига во втором.

Приводятся температурные кривые и напорно-расходные характеристики реактора. Во втором случае приводится сравнение с экспериментальными данными.

**Л.О.Вайн, П.Мичка**

#### **7.4. ТЕПЛООБМЕН ПРИ УПРУГОВЯЗКОМ ТЕЧЕНИИ ВДОЛЬ ГОЛУБ ЕС КОНЕЧНОЙ ПЛАСТИНЫ**

**(Институт теоретических основ химических процессов ЧСАН, Прага, ЧССР)**

Сформулирована автомодельная задача Блазиуса для весьма общей модели упруговязкого тела. Из анализа уравнений пограничного слоя получены зависимости для коэффициентов тепло-или массопереноса.

**К. Вихтерле, О.Х.Дахин**

#### **7.5. ВЛИЯНИЕ ДИССИПАЦИИ И ТЕПЛОВОГО ПОТОКА СТЕНКИ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУР В КРУГЛОЙ ТРУБЕ**

**(Институт теоретических основ химических процессов ЧСАН, Прага, ЧССР)**

С учетом диссипативного фактора решена задача о теплообмене при течении вкосоупругой неиньютонической жидкости в круглом канале с постоянным тепловым потоком от стенки. Методом разделения переменных было получено решение в виде ряда по собственным функциям. Для 10 членов ряда и разных неиньютонических жидкостей проверялась его сходимость. Показано, что в тех диапазонах, где сходимость ряда неудовлетворительна, задачу можно решать методом теплового пограничного слоя. Для простого теплообмена этот метод приводит к известной формуле типа Левека. Но и для случая значительной диссипации получено аналитическое выражение для температурного поля.

**Ю.Ф.Дейнега, К.К.Попко, Н.Я.Ковганич**

#### **7.6. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЭЛЕКТРОРЕОЛОГИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ В УГЛЕГОДНЫХ СУСПЕНЗИЯХ У ГИДРОКСИЛСОДЕМАЩЕЙ ДИСПЕРСНОЙ ФАЗОЙ**

**(Институт коллоидной химии и химии воды АН УССР, г.Киев)**

Проведены исследования влияния температуры на электрореологический эффект и диэлектрические параметры при высоких напряженностях электрического поля в углеводородных суспензиях крахмала» поливинилового спирта, силикагеля.

Показано, что с повышением температуры в суспензиях с гидратированной дисперсной фазой электрореологический эффект и диэлектрическая проницаемость проходят через максимум. Электропроводность систем при этом возрастает.

Предполагается, что переход от поляризации к электропроводности с увеличением температуры, влажности дисперсной фазы и напряженности электрического поля связан с формированием гидратных слоев на поверхности частиц и их особыми электрическими свойствами.

75

**Ю.Г.Дмитриев, Э.А.Спорягин**

#### **7.7. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВУМЕРНОГО НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КАЛАНДРОВАНИЯ УПРУГОВЯЗКИХ ПОЛИМЕРОВ**

**(Львовский политехнический институт)**

В отличие от большинства теоретических исследований, настоящая работа посвящена изучению закономерностей двумерного неизотермического течения упруговязких полимерных материалов в зазоре между двумя валками. Поведение расплава полимера в

процессе деформации описывается реологическим уравнением Уайта-Метцнера.

Решение математической модели процесса с учетом начальных и граничных условий осуществлялось путем подстановки, в соответствии с которой компоненты скорости представляются как функции геометрических и реологических параметров, а также поправочного коэффициента, учитывающего влияние двумерности задачи и упруго-вязкости материала на скоростное полз в зазоре валков.

Разработана алгол-программа для расчета силовых и энергетических параметров процесса с учетом температурной зависимости эффективной вязкости расплава. В результате реализации программы на ЭВМ "М-222" установлен характер зависимости температурного поля полимера в области деформации от его реологических и тепло физических характеристик, количества тепла, выделяющегося в результате внутреннего трения, и условий теплоотдачи между по - верхностью валка и расплава полимера.

**С.И.Доброногова, Ю.Е.Лукач, Л.И.Ружинская**

#### **7.8. ИССЛЕДОВАНИЙ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ КАЛИБРОВАНИЯ И ОХЛАЖДЕНИЯ ЛИСТОВ ИЗ ТЕРМОПЛАСТОВ НА ГЛАДИЛЬНЫХ КАЛАНДРАХ (Киевский политехнический институт)**

В работе рассматриваются особенности процесса одновременного калибрования и охлаждения листов из термопластов на гладильных каландрах.

Составлена математическая модель процесса одновременного калибрования и охлаждения листов из термопластов. Для решения математической модели применен один из методов конечных разностей. Составлен алгоритм решения задачи на ЭВМ.

**Н.Х.Зиннатулин, Ф.М.Гимранов, И.В.Флогопитов, Н.А.Кашеева**

#### **7.9. НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОЕ ТЕЧЕНИЕ ВЯЗКОЙ И НЕНЬЮТОНОВСКОЙ ЖИДКОСТЕЙ ГО РОТОРУ ЦЕНТРОБЕЖНОГО АППАРАТА (Казанский химико-технологический институт им.С.М.Кирова)**

Приближенным методом Слеэкина решены задачи неизотермического пленочного течения вязкой и неньютоновской жидкостей по поверхности ротора центробежного аппарата.

Получены аналитические зависимости, позволяющие определить значение меридиональной скорости, толщину теплового пограничного слоя и пленки жидкости. Справедливость полученных зависимостей проверена экспериментально.

**У.И.Иванов, В.А.Минаева, Р.З.Иванова**

#### **7.10. ВЛИЯНИЕ СТРОЕНИЯ ГРАНИЧНЫХ ФАЗ НА ПЕРЕКОС В ДИСПЕРСНЫХ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ (Всесоюзный научно-исследовательский институт нерудных строительных материалов и гидромеханизации, г.Тольятти)**

Рассмотрено влияние структуры ка перенос-в системе; показатель степени в реологическом уравнении для суспензий каолин-вода изменялся на порядок, показатель консистенции - на четыре порядка. Получено корректное количественное описание свойств во всей области изменения параметров системы на основе анализа свойств граничной фазы и структуры системы.

76

**В.А.Иоеелевич, В.Л.Пклипейко**

#### **7.11. КОНВЕКТИВНЫЙ ТЕПЛООБМЕН В ТУРБУЛЕНТНЫХ ПОТОКАХ ЖИДКОСТЕЙ С ПОЛИМЕРНЫМИ ДОБАВКАМИ (Институт механики ИГУ)**

Рассматриваются закономерности теплообмена при турбулентных течениях слабых полимерных растворов, характеризующихся пониженным гидродинамическим сопротивлением. Проанализировано влияние снижения турбулентного трения полимерными

добавками, чисел Прандтля и Рейнольдса на относительное снижение интенсивности теплопереноса. Получена зависимость числа Стентона от параметров логарифмических распределений скорости и температуры и коэффициента трения. Рассмотрено влияние полимерных добавок на длину начального теплового участка.

**Р.Кермер, Э.О.Регер**

#### **7.12. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБОГАЩЕНИЯ ДИСКРЕТНЫХ ЧАСТИЦ В УСКОРЕННЫХ ПОТОКАХ ВЯЗКОУПРУГИХ СРВД И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОЦЕССАХ ОБОГАЩЕНИЯ ВЕЩЕСТВА**

**(Высшая техническая школа, Мерзебург, ГДР)**

Рассматривается эффект Юблера на примере течения через диафрагму. В качестве уравнения реологического состояния принимается модель Уайта-Метцнера. Предлагается формула для определения критического размера высаждаемой частицы, который зависит от числа Вейсенберга течения. Изучение выделения газовых пузырей и твердых частиц подтвердило применимость данной модели для технических расчетов.

**В.В.Консетов, В.Г.Ушаков**

#### **7.13. К ТЕОРИИ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ПЕРЕМЕШИВАНИИ НЕНЬЮТОНОВСКИХ ЖИДКОСТЕЙ**

**(Охтинское научно-производственное объединение «Пластполимер», г.Ленинград)**

Предложено теоретическое решение задачи конвективного теплообмена для случая течения в каналах и перемешивания в аппаратах с мешалками неньютоновских сред при значениях  $Pr \gg 1$ . Получены обобщенные уравнения в критериальном виде, применимые для расчета коэффициентов теплоотдачи в инженерной практике.

**В.Дж.Ленхардт, Т.Ф.Ирвин**

#### **7.14. ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ СТАБИЛИЗИРОВАННОГО ТЕЧЕНИЯ РАЗБАВЛЕННЫХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ПОЛИЭТИЛЕНОКСИДА В КАНАЛЕ ТРЕУГОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ С ГЛАДКИМИ СТЕНКАМИ**

**(Университет штата Нью-Йорк, Стоуни Брук, США)**

Измерены коэффициенты трения для полностью развитого течения ньютоновской жидкости (обычная вода) и упруговязких полимерных растворов (полиэтиленоксид) в каналах с гладкой стенкой в диапазоне  $100 < Re < 3000$ . Исследованы 4-канала с поперечными сечениями в виде равнобедренных треугольников и углами при вершине 10, 15, 50 и 60°. Концентрации полимеров составляли 10, 15, 20 и 100 весовых частей на миллион.

Проведено сравнение данных с результатами других исследователей, полученными для ньютоновской жидкости в треугольной трубе и для полимерных растворов в трубах круглого сечения.

**Г.И.Лепехин, Г.В.Рябчук, Н.В.Тябин**

#### **7.15. НАГРЕВАНИЕ ВЯЗКОЙ И НЕНЬЮТОНОВСКОЙ ЖИДКОСТИ НА ВРАЩАЮЩЕМСЯ ДИСКЕ**

**(Волгоградский политехнический институт)**

В работе исследовано неизотермическое течение вязкой и неньютоновской жидкости по поверхности вращающегося плоского диска. Рассмотрен первый шаг итерационного метода решения задачи, когда реологические константы не зависят от температуры. Уравнение энергии решалось при произвольном радиальном градиенте температур без учета функции диссипации.

Найдено распределение радиальной и тангенциальной скорости, в тае поле температур по толщине япки жидкости, текущей вдаль поверхности вращающегося плоского диска.

**Й.И.Лиштван, Н.Н.Митюков, А.А.Терентьев**  
**7.16. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ТОРФЯНЫХ СТРУКТУР**  
**В СВЯЗИ С ПРОЦЕССАМИ ТЕПЛОМАССОБМЕНА**  
(Институт торфа АН БССР, г.Минск)

Рассмотрены вопросы деформационного состояния торфяных систем. Показана связь структурных свойств с количеством связанной воды, механизмом и скоростью переноса влаги, а также качественными показателями кускового торфа. Проведены вибро-реологические исследования. Показана эффективность воздействия вибрирования на уплотнение и снижение вязкости торфяных систем.

**Матковский С.А., Кочеров В.Н., Жук Н.В., Спорягин Э.А.**  
**7.17. НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОЕ ТЕЧЕНИЕ РАСПЛАВОВ ПОЛИМЕРОВ В РАБОЧИХ**  
**ОРГАНАХ ЭКСТРУЗИОННЫХ МАШИН**  
(УкрНИИпластмаш, г.Киев; Львовский политехнический институт)

Рассмотрены взаимное влияние скоростных и температурных полей с учетом вторичных (циркуляционных) потоков и устойчивости процесса течения расплавов полимеров в ротационных приборах и в дисковых и комбинированных экструдерах. Теоретически и экспериментально показано отсутствие простого сдвига в ротационных приборах и найдена кривая нейтральной устойчивости, позволяющая определить область устойчивых значений  $L$  и  $Re$  от области их неустойчивых значений. С целью оптимизации процесса плавления разработаны программы на ЭВМ «Минск-22» для математического моделирования рассматриваемых процессов.

**7.18. НЕИЗОТЕРМИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ**  
**ТКАЧИХ СИСТЕМ В РОТАЦИОННОЙ ВИСКОЗИМЕТРИИ**  
(Отделение Института химической физики АН СССР, г.Черноголовка)

Обсуждается неизотермический способ вискозиметрических измерений, особенностью которого является использование ранее вредного эффекта сабурозогрева жидкости. Создан неизотермический ротационный вискозиметр, позволяющий реализовать этот метод измерений. Проведены экспериментальные исследования на касторовой желе (ньютоновская жидкость) и полиэфире, наполненном аэросилом (неиьютоновская система).

**В.П.Первадчук, В.И.Янков**  
**7.19. ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ**  
**И ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ЭКСТРУЗИИ ГОЛИМЕРОВ**  
(Пермский политехнический институт, Всесоюзный научно-исследовательский институт синтетических волокон, г.Калинин)

Рассмотрены вопросы движения и теплообмена при переработке полимеров методом экструзии. Для решения системы дифференциальных уравнений, описывающих течение аномально-вязких жидкостей в каналах шнековых машин, использован конечно-разностный метод.

Получены результаты по течению высоко-и низковязких полимеров с граничными условиями для температуры первого и третьего рода. Проведено сравнение различных моделей экструзии.

78

**И.Л.Повх, А.Б.Ступин, С.Н.Максютенко, П.В.Асланов, А.П.Симоненко, А.И.Мусяенко**  
**7.20. УРБУЛЕНТНЫЙ ТЕПЛООБМЕН В СЛАБЫХ РАСТВОРАХ**  
**ГОЛИМЕРОВ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ**  
(Донецкий государственный университет)

Построена новая схема турбулентного теплообмена в слабых растворах полимеров и получена формула для универсального профиля температур. Результаты расчета сравниваются с экспериментальными данными, полученными при течении жидкости с

добавками полиакриламида.

С помощью лазерного анемометра и термопар измерены профили скоростей и температур при турбулентном течении водных растворов поверхностно-активных веществ (ПАВ). Показано, что в водных растворах ПАВ профили скоростей и температур в переходной воне изменяются значительно круче по сравнению с универсальным профилем для воды.

**Н.А.Покрывайло, А.С.Соболевский, В.В.Кулебякин**

**7.21. О МЕХАНИЗМЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ДОБАВОК  
НА СДВИГОВОЕ ТУРБУЛЕНТНОЕ ТЕЧЕНИЕ БЕЗ ТВЕРДЫХ ГРАНИЦ  
(Институт тепло-и массообмена им. А.В.Лыкова АН БССР, г. Минск)**

На основе экспериментально установленных фактов обсуждается возможный механизм воздействия эластичных растворов полимеров на свободную сдвиговую турбулентность. Показано, что снижение уровня турбулентности может определяться снижением частоты распада больших вихрей, возникающих на периферии потока и являющихся постоянным источником турбулентности.

**7.22. ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕННОЙ ВЯЗКОСТИ НА ЛАМИНАРНЫЙ ТЕПЛООБМЕН И  
СОПРОТИВЛЕНИЕ ПРИ ДВИЖЕНИИ СТРУКТУРНОВЯЗКИХ ЖИДКОСТЕЙ  
(Институт теплофизики СО АН СССР, г.Новосибирск)**

Дается приближенное аналитическое решение задачи о вынужденном теплообмене и сопротивлении при стабилизированном ламинарном неизотермическом движении со скольжением на стенке структурновязких жидкостей, подчиняющихся линейному-закону текучести. Решение получено для термического начального участка плоских и круглых каналов для граничных условий первого и второго рода.

**Б.М.Сьюльский, И.Т.Эльперин, Л.И.Левентал**

**7.23. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ ПЕРЕНОСА В ТУРБУЛЕНТНОМ ПОТОКЕ  
КАПЕЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ  
(Институт тепло-и массообмена им.А.В.Лыкова АН БССР, г.Минск)**

Проведено описание турбулентного течения активированной жидкости на основе трехлопастной модели Кармана-Прандтля.

Исходя из аналогии Рейнольдса с использованием проведенного описания турбулентного течения активированной жидкости, получена зависимость для расчета теплообмена в трубах. Расчетные значения сопоставлены с известными экспериментальными данными.

**Д.Спасоевич, Н.Афган**

**7.24. РЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФЕРРОМАГНИТНОЙ СУСПЕНЗИИ В  
МАГНИТНОМ ПОЛЕ  
(Институт им. Бориса Кидрича, Белград, Югославия)**

Вынужденная циркуляция ферромагнитной суспензии осуществлялась в горизонтальном канале длиной 750 мм, прямоугольного поперечного сечения 20 x 2 мм. Однородное магнитное поле, ориентированное перпендикулярно поверхностям сдвига жидкости, изменялось в диапазоне (0 + 900) гаусс. Ферромагнитная суспензия состояла из силиконового масла (вязкость 80-240 сп) и частиц нелеза (размер 2,5-3,5 $\mu$ m). Объемная концентрация частиц изменялась от 0 до 5%.

В опытах изменялись скорость сдвига, напряженность внешнего магнитного поля, объемное содержание ферромагнитных частиц, коэффициент вязкости несущей жидкости и температура.

Проведено сопоставление теоретических и экспериментальных результатов с анализом влияния побочных эффектов, влияющих на точность измерений.

**А.М.Столин, С.А.Бостанджиян, Н.В.Плотникова**

### **7.25. КРИТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ТЕПЛООВОГО ВЗРЫВА ПРИ ТЕЧЕНИИ СТЕПЕННОЙ ВЯЗКОСТИ**

**(Отделение Института химической физики АН СССР, г.Черноголовка)**

Выведены аналитические соотношения для критических условий гидродинамического теплового взрыва степенной реологической жидкости для плоской и цилиндрической моделей ротационного вискозиметра при различных тепловых условиях на стенках цилиндров. Определяются стационарные температурные и скоростные поля в подкритическом режиме.

**А.Н.Сундуков, М.А.Постникова, К.В.Зверева, П.А.Иванов**

### **7.26. ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ КРОВИ ЗДОРОВЫХ ЛИЦ И БОЛЬНЫХ ИНФАРКТОМ МИОКАРДА**

**(ГИФТИ при ГГУ им.Н.И.Лобачевского и ГМИ им.С.М.Кирова, г.Горький)**

Определены реологические характеристики крови здоровых лиц и больных инфарктом миокарда в условиях микроциркуляции в капиллярах, артериолах, венах.

Выявлена связь тепловых процессов в крови с ее реологическими свойствами при применении экстракорпорального кровообращения при получении поверхностной и более глубокой гипотермии.

Определена энергия активации вязкого течения при реальных скоростях кровотока.

Обнаружено различие реологических характеристик крови здоровых мужчин и женщин, что проливает некоторый свет на более частое и более раннее развитие инфаркта миокарда у мужчин по сравнению с женщинами.

**Г.А.Фишбейн, Б.М.Абргмзон**

### **7.27. ТЕПЛОМАССООБМЕН С ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИЕЙ ПРИ ДВИЖЕНИИ ГАЗОВОГО ПУЗЫРЬКА В СТЕПЕННОЙ ЖИДКОСТИ**

**(Всесоюзный научно-исследовательский институт нефтехимических процессов, г.Ленинград )**

Получено численное решение уравнений для процесса переноса тепла и массы вокруг газового пузырька при медленном обтекании потоком неньютоновской жидкости. Рассчитаны локальные и средние значения критерия Шервуда при  $1 < Re < 1000$ .

При больших  $Re$  с помощью метода диффузионного пограничного олея рассмотрено влияние быстро протекающей химической реакции на скорость массопереноса.

**Г.Б.Фройштетер**

### **7.28. ОБОБЩЕННАЯ ТЕОРИЯ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОГО ЛАМИНАРНОГО ТЕЧЕНИЯ И ТЕПЛООБМЕНА НЕНЬЮТОНОВСКИХ ЖИДКОСТЕЙ С ВНУТРЕННИМИ ИСТОЧНИКАМИ ТЕПЛА В ТРУБАХ**

**(Всесоюзный научно-исследовательский и проектноконструкторский институт нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, г. Киев)**

Рассмотрен механизм ламинарного теплообмена неньютоновских жидкостей о внутренними источниками тепла. Введен новый параметр, позволяющий обобщить данные по теплообмену для различных реологических моделей при произвольном распределении внутренних источников тепла по сечению и длине потока.

Показана определяющая роль нового параметра при неизотермическом течении. Получены формулы для расчета теплообмена и гидравлических сопротивлений; результаты теоретических расчетов сопоставлены с экспериментальными данными.

**В.Л. Харитонов, Б.П.Батеев, В-И.Москалев, В.Ф.Новиков, А.А.Войно**

### **7.29. ГЕОДИНАМИКА И ТЕПЛООБМЕН РЕОЛОГИЧЕСКИ СЛОЖНЫХ**



## **НЕЛИНЕЙНО ВЯЗКОПЛАСТИЧНЫХ И ВЯЗКОЭЛАСТИЧНЫХ СИСТЕМ ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ КОНТАКТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ**

**(Белорусский институт инженеров железнодорожного транспорта, г. Гомель)**

Рассмотрены вопросы теплообмена и реоданамшш процесов трения в металлополимерной паре при наличии смазки на поверхностях контакта.

Изучено влияние дисперсных металлических наполнителей на вязкостные и теплофизические характеристики консистентных смазок и термостойкость узла трения.

**Дж.П.Хартнетт, К.С.Энг, Дк.Э.Рессоя**

### **7.30. ВЛИЯНИЕ ДИАМЕТРА НА ТЕПЛООБМЕН И ТРЕНИЕ ПРИ ТУРБУЛЕНТНОМ ТЕЧЕНИИ НЕНЬЮТОНОВСКИХ ЖИДКОСТЕЙ В ТРУБЕ**

**(Центр энергетических ресурсов, Университет штата Иллинойс, Чикаго, США)**

Представлены результаты измерений теплообмена и потерь давления в водных растворах карбоиола и аттагеля при турбулентном течении в трубах с внутренним диаметром 2,18 см и 1,30 см. Указанные растворы представляли собой чисто вязкие неьютоновские жидкости с индексами течения, изменявшимися от 0,4 до 1,0. Влияния диаметра трубы на безразмерные коэффициенты теплообмена и трения не обнаружено. Измеренные перепады давления хорошо согласуются с расчетными значениями Доджа и Метцнера, а для теплообмена - с корреляциями Хартнетта и Йо. ГУдродинами;эскиё и начальный тепловой участок для чисто вязких неьютоновских жидкостей были того же порядка величины, что и для ньютонических жидкостей.

**Л.Б.Цимерманио, Д.И.Штакельбер**

### **7.31. ПЕРЕНОС ЭНЕРГИИ И МАССЫ В СТРУКТУРООБРАЗУЮЩЕЙ СИСТЕМЕ С ХИМИЧЕСКИМИ РЕАКЦИЯМИ И УСЛОВИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДИССИПАТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ**

**(Уральский научно-исследовательский ж проектный институт строительных материалов, г.Челябинск; Рижский политехнический институт)**

С учетом элементарной работы диссипативных процессов, структурообразования и химической реакции, записано энтропийное выражение фундаментального уравнения Гиббса, из которого для условий протекания процессов вблизи термодинамического равновесия получена система, состоящая из уравнений потоков массы и энергии и уравнений скоростей процессов структурообразования и химической реакции.

Получены критерии взаимодействия диссипативных процессов.

**А.Р.Чаядрупатла, В.М.К. Састри**

### **7.32. ЛАМИНАРНОЕ ТЕЧЕНИЕ ПСЕВДОШТИЧНОЙ ЖИДКОСТИ В НАЧАЛЬНОМ УЧАСТКЕ КАНАЛА КВАДРАТНОГО СЕЧЕНИЯ**

**(Технологический институт, Мадрас, Индия)**

Рассматриваемая математическая модель описывается уравнениями количества движения и непрерывности, а также соотношением для поперечных скоростей. Безразмерная переменная вязкооть выражена через степенную зависимость от второго инварианта тензора скоростей безвихревой деформации. Используя метод экстраполяции Либмана, получены распределения скорости в начальном участке канала. Полученные результаты сравниваются с данными предыдущей аналитической и экспериментальной работы в случае, когда индекс течения равен 1,0. Расчетные величины произведения числа Рейнольдса на коэффициент трения в области полностью развитого течения в канале квадратного сечения сравниваются с имеющимся в литературе соотношением. Найдено хорошее соответствие.

**З.П.ГОульмак, В.И.Кордонок, Л.Н.Новиченок, Т.В.Куневич, С.А.Демчук,  
И.В.Букович**

### **7.33. ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА КОНВЕКТИВНЫЙ ТЕПЛООБМЕН И**

## **ТЕШШИЗИЧЕСКНЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФЕРРОМАГНИТНЫХ СУСПЕНЗИИ**

**(Институт тепло- и массообмена им.А.В.Лыкова АН БССР, г. Минск )**

При помощи массообменного метода экспериментально изучено влияние неоднородного магнитного поля на конвективный теплообмен в турбулентном пристенном пограничном слое ферромагнитной суспензии.

Обнаруженная интенсификация тепло- и массообмена коррелируется с увеличением трения на стенке.

Проведено измерение эффективных коэффициентов тепло- к температуропроводности при различной ориентации однородного\* магнитного поля и теплового потока в слое ферромагнитной суспензии. Установлено, что при параллельной ориентации магнитного поля и теплового потока происходит интенсификация передачи тепла, а при взаимно-перпендикулярной ориентации процесс теплоотдачи ухудшается.

**З.П.Шульман, Е.В.Коробко, А.Д.Мацепуро, Б.М.Хусид**

### **7.34. ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОРЕОЛОГИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА НА ТЕПЛООБМЕН В СООСНОЦИЛИНДРИЧЕСКОМ КАНАЛЕ**

**(Институт тепло- и массообмена им..А.В.Лыкова АН БССР, г. Минск)**

На основании трехпараметрической реологической модели Пульмана приводится решение задачи конвективного теплообмена электро- реологических суспензий при течении в горизонтальном соосноцилиндрическом канале и граничных условиях II рода. Структурные представления, положенные в основу модели, подтверждаются удовлетворительным совпадением теоретических расчетов с экспериментальными данными.

**А.Н.Щербань, Ю.П.Золотаренко, В.П.Черняк**

### **7.35. ТЕПЛООТДАЧА ПРИ ВЫНУЖДЕННОМ ТЕЧЕНИИ БИНГАМОВСКИХ ПЛАСТИКОВ**

**(Институт технической теплофизики АН УССР, г. Киев)**

Представлены результаты экспериментальных исследований теплоотдачи глинистых растворов при турбулентном и ламинарном движении в прямых круглых и кольцевых концентрических и эксцентрических каналах. Полученные эмпирические формулы позволяют рассчитывать теплоотдачу в глубоких скважинах.

## **VIII**

### **ТЕПЛООБМЕН ИЗЛУЧЕНИЕМ И СЛОЖНЫЙ ТЕПЛООБМЕН**

**В.Н. Адрианов**

#### **8.1. К ВОПРОСУ О СОЗДАНИИ ОБОБЩЕННОГО МЕТОДА РАСЧЕТА ТЕПЛООБМЕНА ИЗЛУЧЕНИЕМ С УЧЕТОМ АНИЗОТРОПИИ РАССЕЯНИЯ**

82

**(Московский полиграфический институт)**

С позиции обобщенных представлений, согласно которым среда заменяется эффективной поверхностью ослабляющих частиц, анализируются

процессы радиационного теплообмена в анизотропно излучающих и рассеивающих системах.

На основании алгебраической аппроксимации полученных уравнений предложен зональный метод расчета теплообмена излучением, позволяющий учитывать анизотропию объемного и поверхностного рассеяния и зависимость радиационных характеристик поверхности от направления.

Н.Х. Ахунов, Э.А. Хакимов, Л.М. Васильева, К.Б. Панфилович,  
А.Г. Усманов

## 8.2. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ РАДИАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГАЗОВ И ИХ СМЕСЕЙ ОТ ДАВЛЕНИЯ

(Казанский химико-технологический институт)

Приведены результаты измерений интегральной излучательной способности водяного пара при давлениях до 21 бар для толщин олоя 0,16м, 0,265м и 0,4м в интервале температур 530-1015К, пропана, бутана и смесей пропан-азот при атмосферном давлении для толщин слоя 0,3м в интервале температур 480-725 К.

А.Г. Блох, Ф.Ф. Зигмунд, В.И. Сагадеев, М. А. Таймеров, М.М. Кочеров,  
В.А. Кузьмин, В.Г. Чайковский

## 8.3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ РАДИАЦИИ В ПЕЧНЫХ АГРЕГАТАХ ОБКИГА СЕРНОГО КОЛЧЕДАНА

(Центральный котлотурбинный институт им.И.И. Ползунова, г.  
Ленинград; КИСИ, г. Казань)

Рассмотрена методика и аппаратура для определения полей лучистых характеристик обжигового газа непосредственно на работающем печном агрегате; приведены результаты определения лучистых характеристик обжигового газа.

А.Х.Боковикова, В.И. Щербинин, Ф. Р. Гкляр

## 8.4. СЛОЕНЫЙ ТЕПЛООБМЕН В КОРОТКИХ КАНАЛАХ

(Воесоюзный научно-исследовательский институт металлургической теплотехники, г. Свердловск)

Исследованы закономерности сложного теплообмена при ламинарном и турбулентном движении среды в коротких цилиндрическом и плоском каналах путем численного решения уравнения энергии. Потoki излучения определены о учетом распределения температур по сечению и длине канала. В цилиндрическом канале выполнено решение зональным и одномерным методами и оценена их точность. В плоском канале решение получено для серого и селективно-излучающего газа. Исследовано влияние аксиальных потоков излучения на теплоотдачу в каналах.

О.Н. Брюханов, В.Г. Харюков

#### 8.5. РАДИАЦИОННО-КОНВЕКТИВНЫЙ ТЕПЛООБМЕН ПРИ СЖИГАНИИ ГАЗА В СЕТЧАТЫХ ПЕРФОРИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ

(Калининградский государственный университет)

Рассмотрен радиационно-конвективный теплообмен в перфорированных сетчатых системах в условиях стационарного режима при сжигании газа.

Получены простые уравнения и формулы для инженерных расчетов излучающих элементов из перфорированных сетчатых систем.

А.Л. Бурка, П.А. Рубцов, П.И. Степаненко, А.Д. Хрипунов

#### 8.6. ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО РАДИАЦИОННО-КОНДУКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА В СЕЛЕКТИВНО ПОГЛОЩАЮЩИХ СРЕДАХ

(Институт теплофизики СО АН СССР, г. Новосибирск)

В работе рассматривается теоретическое и экспериментальное исследование температурных полей в плоских слоях селективно поглощающих средах (стекло, оргстекло) при наличии полупрозрачных границ, подверженных внешнему облучению. Показано удовлетворительное согласование расчетных и экспериментальных значений температурных полей.

П. Варанаси

## 8.7. ИНТЕНСИВНОСТИ ОСНОВНЫХ ПОЛОС СИСТЕМЫ $\text{O}_3$ В СПЕКТРАХ $\text{CO}_2$ И $\text{N}_2\text{O}$ (Отделение механики, Университет штата Нью-Йорк, Стоуни - Брук, США)

Расхождение в представленных различными авторами результатах измерения интенсивностей основных полос системы в спектрах  $\text{CO}_2$  и  $\text{N}_2\text{O}$  побудило автора провести повторные измерения. Они были выполнены с помощью дифракционных приборов с достаточно высоким спектральным разрешением при различных давлениях и температуре 296 К и позволили уточнить ранее опубликованные данные и внести некоторую ясность в причины расхождений.

Результаты измеренной автором абсолютной интенсивности для полосы  $\text{CO}_2$  -  $2452 \pm 72 \text{ см}^{-2} (\text{атм}^{-1})_{\text{стр}}$ , для **полосы**  $\text{N}_2\text{O}$  -  $\text{I4II} + 54 \text{ см}^{-2} (\text{атм}^{-1})_{\text{стр}}$

М.А. Денисов, Ф.Р. Шкляр, А.Х. Боковинова

## 8.8. ИССЛЕДОВАНИЕ СЛОЖНОГО ТЕПЛООБМЕНА ПРИ РАЗНЫХ СХЕМАХ ДВИЖЕНИЯ ГАЗОВ В РАБОЧЕМ ПРОСТРАНСТВЕ ПЕЧЕЙ

(Всесоюзный научно-исследовательский институт металлургической  
теплотехники, г. Свердловск)

В работе исследуется сложный теплообмен при течении излучающей и поглощающей среды в рабочем пространстве нагревательных печей, представленном как щелевой канал. Оценивается влияние процесса горения, процесса рециркуляции, селективности, турбулентности и т.д. на теплоотдачу к металлу. Производится расчетное сравнение эффективности сводового отопления высокотемпературными горелками и торцевого отопления печи.

Результаты расчетов сопоставлены с экспериментом. Разработан и использован метод разделения составляющих сложного теплообмена.

С.П. Детков, Н.Н. Пономарев, В.П. Кондратьев

## 0.9. ОБЛУЧЕННОСТЬ ТЕЛ С УЧЕТОМ РЕАЛЬНОГО СПЕКТРА СРЕДЫ

(Всесоюзный научно-исследовательский и проектно- конструкторский институт металлургической теплотехники и огнеупоров цветной металлургии, г. Свердловск)

Представлен метод совместного учета геометрии поверхностей и спектра среды в инженерном расчете облученности поверхностей. По сравнению с прежними публикациями метод обобщен в ряде важнейших звеньев.

И.С. Житомирский, А.М. Кислов

## В. Ю. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ДЛЯ АДДИТИВНЫХ ФУНКЦИОНАЛОВ НА МАРКОВСКИХ ПРОЦЕССАХ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ТЕОРИИ МОЛЕКУЛЯРНОГО И ЛУЧИСТОГО ПЕРЕНОСА

(Физико-технический институт низких температур АН УССР, г. Харьков)

Перенос частиц (молекул или фотонов) в неизотермических системах с источниками и стоками рассматривается как марковский процесс в фазовом пространстве состояний частиц. Локальные плотности числа и потока частиц определяются через математические ожидания аддитивных функционалов время жизни частиц в выделенных объемах и число столкновений с выделенными площадками), заданных на множестве случайных траекторий.

Для математических ожиданий функционалов выведены интегральные уравнения, которые в ряде частных случаев системы можно решить точно, а в общем случае - численно методом Монте-Карло. Приведены точные решения рассматриваемой задачи переноса.

И.С. Житомирский, В.И. Борисенко, Л.А. Ищенко, В. А. Пестряков

## 8. II. ЗАДАЧИ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛООБМЕНА НА ГРАФАХ И МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ

(Физико-технический институт низких температур АН УССР» г.  
Харьков)

Дана математическая формулировка общей нестационарной задачи сложного теплообмена на графе.

Возможные конкретные модели разделяются на три класса в соответствии с диапазоном значений числа Струхала  $Sh$ .

Для квазистационарных моделей ( $Sh \ll 1$ ) указана возможность сведения задачи к последовательному решению систем **линейных** алгебраических уравнений относительно значений неизвестных термодинамических параметров в вершинах графа. Рассмотрен **конкретный** пример модели этого класса.

В классе моделей, соответствующих числам  $Sh \sim 1$ , отмечен подкласс эквибарических моделей, для которых задача также существенно упрощается.

Б.А. Жестков, В.П. Лукаш

## 8.12. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ ПРОНИЦАЕМОЙ СТЕЕКИ, НАГРЕВАЕМОЙ ЛУЧИСТЫМ ПОТОКОМ ТЕПЛА (Ц И А М им. П.И. Баранова, г. Москва)

Приводятся результаты экспериментального исследования теплового состояния перфорированной пластины в условиях сложного теплообмена при вдуве воздуха, аргона, гелия. Поверхность пластины нагревалась автономным источником лучистой энергии. Проанализированы существующие методики расчета температур проникаемых стенок; указаны причины расхождения опытных данных в зависимости от вдува, теплоемкости и прогрева охладителя.

В.П. Замураев, И.И. Масленникова, Р.И. Солоухин

## 8.13. РАСЧЕТ РАДИАЦИОННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ВОЗДУХА ЗА СИЛЬНЫМИ УДАРНЫМИ ВОЛНАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДНИХ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

(Институт теоретической и прикладной механики СО АН СССР, г. Новосибирск)

87

Получены средние оптические характеристики воздуха для температур от 10000 до 20000 К и давлений от 0,1 до 100 атм. На основе этих характеристик проведены расчеты радиационного охлаждения воздуха за сильными ударными волнами. Выяснено влияние различных параметров на распределение температуры и плотности газа за ударной волной. Рассмотрено также влияние поглощения излучения в набегающем потоке на параметры газа в ударном слое.

Г.Я. Зелигер, А.А. Мень

8.14. ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ РАДИАЦИОННО-КОНДУКТИШОГО  
ТЕПЛООБМЕНА, СВЯЗАННЫЕ С РЕКОНСТРУКЦИЕЙ ПОЛЯ  
ТЕМПЕРАТУР ПО ТЕПЛОВОМУ" ИЗЛУЧЕНИЮ

( Всесоюзный научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И.  
Менделеева, г. Ленинград)

Рассматриваются задачи реконструкции поля температур в плоских и цилиндрических полупрозрачных образцах, при условии независимости оптических характеристик от температуры, по выходящему тепловому излучению.

Приводятся уравнения, описывающие различные схемы измерения указываются методы их решения и обсуждается численная реализация методов.

А.П. Иванов, С.М. Репринцева, В.Л. Драгун

8.15. НЕСТАЦИОНАРНЫЙ ПЕРЕНОС ТЕПЛА ИЗЛУЧЕНИЕМ В  
ПЛОСКОМ СЛОЕ СВЕТОРАСSEИВАЮЩЕЙ И ПОГЛОЩАЮЩЕЙ СРЕДЫ

(Институт физики АН БССР, Институт тепло-и массообмена им. А.В.  
Лыкова АН БССР, г. Минск)

В работе решена нестационарная задача о переносе тепла излучением в плоских слоях поглощающих и рассеивающих сред, которые рассматриваются как серые, а также обладающие селективными по спектру характеристиками. Рассмотрена роль оптических характеристик слоев в описании процессов переноса излучения в таких системах. На основании экспериментальных исследований определены характеристики переноса излучения, осуществлен переход от них к свойствам частиц.

Г.С. Калицин

88

8.16. ТЕПЛОМАССООБМЕН И УСТОЙЧИВОСТЬ ЛАМИНАРНОГО  
ПЛАМЕНИ

( Высшая техническая школа, Магдебург, ГДР)



Дается выражение для производства энтропии в ламинарном пламени с учетом теплопроводности, конвекции, диффузии и лучистого теплопереноса при наличии магнитного поля.

Уравнение баланса избыточной энтропии используется для установления критерия устойчивости ламинарного пламени на основе термодинамики неравновесных процессов.

В.Я. Клабуков, Е.И. Маратканова, В.А. Кузьмин, Л.Т. Гребенщиков

#### 8.17. ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕНОСА ЭНЕРГИИ ИЗЛУЧЕНИЯ ГЕТЕРОГЕННЫХ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ В ОБЪЕМАХ КОНЕЧНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ГЕОМЕТРИИ

(Кировский политехнический институт)

Получено численное решение интегро-дифференциального уравнения переноса энергии излучения в излучающих, поглощающих и рассеивающих средах конечной цилиндрической геометрии.

Исследуется влияние основных параметров, определяющих потоки энергии излучения.

Л.А. Конюх, Ф.Б. Юревич, Н.Т. Кеда, Э.Д. Сергиевский

#### 8.18. ВЛИЯНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ ПОЛИДИСПЕРСНОЙ СРЕДЫ НА СЛОЖНЫЙ ТЕПЛООБМЕН В КАНАЛЕ

(Институт тепло-и массообмена им. А.В. Лыкова АН БССР, г. Минск)

Рассмотрена и решена задача сложного теплообмена конвекцией, теплопроводностью и излучением в запыленной жидкости, текущей в плоском канале. Исследовано влияние на сложный теплообмен параметров функции распределения частиц по размерам, вида индикатрисы рассеяния излучения и концентрации частиц в потоке.

Л. Крейчи, В. Долинек, И. Фогель<sup>89</sup>

#### 8.19. НЕСТАЦИОНАРНЫЙ ТЕПЛООБМЕН В СТРУЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ

(Институт термомеханики, Прага, ЧССР)

Предложен метод измерения нестационарного теплового потока от струи плазмы к нормально расположенной пластине по температурному полю в пластине.

Из опытных данных следует, что в ряде случаев формула Ньютона и уравнение Фурье не могут быть использованы для описания интенсивности теплообмена, что объясняется нестационарностью процесса, в частности, при переходе ламинарной структуры струи в турбулентную.

К. Дж. Кремеро, Х.С. Хсиа

## 8.20. ТЕПЛОВОЕ ПОВЕДЕНИЕ ЛОКАЛЬНО ОБНИМАЕМОЙ ГАЗОМ ДУГИ В КАНАЛЕ

(Отделение механики, Университет штата Кентукки, США)

Экспериментально исследовано влияние локального обжата газом каскадной аргоновой дуги, стабилизированной стенкой при атмосферном давлении. Обжатие дугового столба осуществлялось за счет **вдува** части рабочего газа в дуговой **разряд** через узкую кольцевую щель в стенке трубы, ограничивающей **разряд**.

Проведены измерения напряженности электрического поля и теплового потока к стенке на начальном, полностью развитом и вновь развивающемся участке течения в широком диапазоне изменения рабочих параметров. Распределение температур плазмы в области радиального вдува измерено в различных точках по оси разряда. С помощью спектроскопического метода получены радиальные температурные профили.

Т. Кунитомо, С. Танака

## 8.21. СЛОЕНЫЙ ТЕПЛООБМЕН РАЗБИТОЙ ПОВЕРХНОСТИ

(Университет Киото, Технологический институт, Хукуи, Япония)

Рассмотрены характеристики теплообмена продольно ребренных плоской поверхности и цилиндра, а также цилиндра<sup>а</sup> ребренного по окружности, при одновременном действии излучения, конвекции и кондукции. С помощью метода Монте-Карло рассчитан лучистый теплоперенос. Численное же решение теплопереноса получено методом итерации исходя из уравнения энергии.

Определено влияние отдельных параметров и их комплексов (степень черноты, температуры среды, числа Био, лучисто- конвективного параметра,

отношение шага ребра к его высоте, высоты ребра к его толщине, коэффициент отражения) на эффективность системы, на интенсивность суммарного теплообмена, теплообмена на единицу объема ребра, а также на выбор оптимальных конструкций высокотемпературных теплообменников.

С.С. Кутателадзе, Н.А. Рубцов, Я.А.Балыгич, Г.П. Еременко

## 8.22. ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИАЦИОННОГО ТЕПЛООБМЕНА ПРИ КРИОГЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

(Институт теплофизики СО АН СССР, г. Новосибирск)

В работе ставятся вопросы радиационного и сложного теплообмена при криогенных температурах. Представлены результаты исследования радиационно-кондуктивного теплообмена в сплошных полупрозрачных средах и системах экранов (металлических, полупрозрачных и смешанных) по температурным полям. Предлагается приближенная методика расчета тепловой стабилизации системы металлических экранов, хорошо согласующихся с экспериментом.

Я. Кучера, И. Вундр

## 8.23. ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И ТЕПЛООБМЕН В СТРУЕ ПЛАЗМЫ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ СТАБИЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ

(Институт термомеханики, Прага, ЧССР)

Приводятся зависимости, характеризующие структуру струи при вихревой стабилизации разряда различной интенсивности и аксиальном течении аргона в разрядной камере различной длины. Экспериментально определены зависимости радиального и продольного профилей давления и температуры в струе от параметров разряда. Установлена зависимость теплового, потока к преграде от режима течения.

91

Г.Л. Магидей

## 8.24. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ТЕРМИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ НАРУЖНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ И КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКРАНОВ

(Ленинградский политехнический институт им. М.И. Калинина)

Анализируются данные по термическому сопротивлению загрязнений топочных экранов для условий опытов по изучению особенностей теплообмена в 38 энергетических топках. Опытные данные охватывают многообразие топочных процессов, режимов регулирования и эксплуатации. Выявлены зависимости термического сопротивления от характеристик тепловой работы топок и свойств топлива.

Результаты представлены в виде графиков и расчетных выражений, рекомендуемых для использования при выполнении расчетов теплопередачи в топках по методу, разработанному автором. Показана хорошая точность расчетов.

М.М. Мельман, А.С. Невский

#### 8.25 РАДИАЦИОННЫЙ ТЕПЛООБМЕН В ПОТОКЕ ГАЗА, НАБЕГАЮЩЕМ НА ПОВЕРХНОСТЬ НАГРЕВА

(Всесоюзный научно-исследовательский институт металлургической  
теплотехники, г. Свердловск)

Рассмотрен радиационный теплообмен в слое серого газа, набегającego на поверхность нагрева, ограниченного с одной стороны этой поверхностью, а с другой - адиабатной кладкой. Получено теоретическое решение и сделаны расчеты для различных скоростей движения газа, оптических плотностей слоя и граничных условий. Исследовано влияние критериев Больцмана и Бугера на величину теплообмена и температуру овода.

Сравнение этого случая теплообмена с теплообменом при движении газов вдоль поверхности нагрева показало, что характер зависимости величины теплообмена от радиационного параметра для обоих случаев одинаков.

И. Р. Микк, Т. Б. Тийкма

#### 8.26 ОПОГЛОЩАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЛУЧЕВОСПРИНИМАЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПАРОГЕНЕРАТОРОВ

(Таллинский политехнический институт)

В работе проанализированы возможности определения поглощательной способности поверхностей нагрева парогенераторов, покрытых оловыми отложениями. Приведены описания установок для определения интегральной поглощательной способности и спектральной степени черноты. Также

приведены некоторые результаты определения спектральной степени черноты золовых отложений, полученных из топки пылесланцевого парогенератора.

В.Н. Мирский, В.П. Стулов

8.27 ЛУЧИСТЫЙ ТЕПЛООБМЕН И ИСПАРЕНИЕ ТЕЛ ПРИ  
ГИПЕРЗВУКОВОМ ДВИЖЕНИИ В ГАЗАХ.  
( Институт механики МГУ, г. Москва)

Решена задача о течении излучающего газа около лобовой части тела при интенсивном испарении. Область течения состоит из двух слоев: ударного слоя и слоя паров, разделенных контактной поверхностью. Лучистый поток частично поглощается слоем паров; остальная часть достигает поверхности тела и вызывает испарение. Дано описание закона подобия для коэффициента лучистого теплообмена в критической точке.

В.В. Митор, И.Н. Конопелько

8.28 ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ИЗЛУЧЕНИЯ ТОПОЧНЫХ  
КАМЕР ПАРОВЫХ КОТЛОВ  
(Центральный котлотурбинный институт им. И.И. Ползунова, г.  
Ленинград)

Приведены результаты исследований интегральной и спектральной степени черноты золовых отложений на экранах крупных паровых котлов, а также спектрального состава топочного излучения при сжигании различных топлив. Показана необходимость учета спектральных характеристик излучения для уточнения тепловых расчетов топок крупных котлоагрегатов.

Г.Л. Поляк

8.29 ФЕНОМЕНОЛОГИЯ, СТАТИСТИКА И АНАЛОГИЯ В ТЕОРИИ  
МОЛЕКУЛЯРНОГО И РАДИАЦИОННОГО ПЕРЕНОСА  
(Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского, г. Москва)

В работе на основе использования теории излучения предложены единые уравнения молекулярного и радиационного переноса и граничные условия к ним, рассмотренные на кинетическом и феноменологическом уровнях.

Установлены условия аналогии между процессами молекулярного и радиационного переноса и их различными коэффициентами: аккомодации,

сорбции, конденсации и поглощательными способностями - это позволяет результаты, полученные в одной области, распространить на другие.

Ю.А. Попов

8.30 ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ДВУХАТОМНЫХ ГАЗОВ  
( Всесоюзный НИИ металлургической теплотехники, г. Свердловск)

С учетом энгармонизма молекул в приближении жесткого ротора с использованием эльзассеровской модели полос поглощения проведен расчет спектральной и интегральной степени черноты двухатомных газов. Представлены результаты расчетов для CO, NO, OH.

Результаты удовлетворительно согласуются с имеющимися экспериментальными данными.

В.А.Петров, С.В.Степанов

8.31 ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИАЦИОШО-КОНДУКТИВНОГО  
ТЕПЛООБМЕНА В ПЛОСКОМ СЛОЕ КОНДЕНСИРОВАННОЙ СРЕДЫ С  
СЕЛЕКТИВНЫМИ ОПТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ  
( Институт высоких температур АН СССР, г. Москва)

Предложен новый эффективный метод численного решения уравнений радиационно-кондуктивного переноса в плоском слое несерой среды с непрозрачными селективно отражающими границами, использующий представление лучистого потока с помощью функции Грина. С помощью этого метода изучено влияние коэффициента отражения и его угловой зависимости, оптической толщины, безразмерного коэффициента теплопроводности и характера аппроксимации спектрального коэффициента поглощения среды на теплоперенос.

С.П. Русин

8.32 ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИКО-ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ДЛЯ  
АНАЛИЗА ТЕПЛООБМЕНА ИЗЛУЧЕНИЕМ С УЧЕТОМ АНИЗОТРОПИИ  
( Московский полиграфический институт)

Представлено несколько математических моделей для численного расчета недиффузного радиационного теплообмена.

Л.Н. Рыжков, В.И. Ричков

### 6.33 ОПТИМИЗАЦИЯ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА ИЗЛУЧЕНИЯ В УСТАНОВКАХ ИК-НАГРЕВА

(Московский полиграфический институт)

Рассмотрены вопросы корреляции между спектральным составом излучения и оптическими свойствами объекта обработки. Исследовано влияние спектрального состава ИК - генератора, степени организации поля излучения камеры, многократных отражений, собственного излучения камеры и ее оптических свойств на предлагаемую систему критериев оптимальности спектрального состава излучения в ИК - установках. Показано, что скорость обработки может быть увеличена в несколько раз оптимизацией спектрального состава излучения. Даны выражения для вычисления критериев эффективности организации спектрального состава.

В.Г. Севастьяненко

#### 8.34 ТЕПЛООБМЕН ИЗЛУЧЕНИЕМ В РЕАЛЬНОМ СПЕКТРЕ

(Институт теоретической и прикладной механики СО АН СССР, г.  
Новосибирск)

Предложен новый метод расчета интегральных по спектру характеристик поля излучения. Проверка метода проведена в широком диапазоне температур, давлений и размеров среды. Расчет теплообмена предложенным методом обеспечивает высокую точность и требует незначительного машинного времени.

Р. Д. Сесс

#### 8.35 МОДЕЛЬ ТЕПЛООВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ЮПИТЕРА И САТУРНА

( Лаборатория по исследованию атмосфер планет, Нью-Йоркский  
университет , США)

95

Приведены расчеты атмосфер Юпитера и Сатурна, которые затем используются для создания возможных моделей облаков замерзшего аммиака в атмосферах этих планет. Показано, что модели облаков качественно согласуются с имеющимися данными.

Б.С. Сорока

8.36 СЛОЖНЫЙ ТЕПЛООБМЕН ПРИ ГОРЕНИИ ГАЗОВОГО ПОТОКА  
В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ  
(Институт газа АН УССР, г. Киев)

Проанализировано современное состояние вопроса о теплообмене при горении потока у границы раздела фаз. Рассмотрен сложный лучисто-конвективно-диффузионный теплоперенос в системе из двух бесконечных пластин при обтекании одной из них потоком горящих газов.

На основании результатов теоретического и экспериментального исследования показана возможность интенсификации теплоотдачи к стенке в случае, когда температура последней превосходит температуру воспламенения горючей смеси, а обтекающий поток не полностью прореагировал.

М.В. Страдомский, Е.А. Максимов, В.А. Асмаловский, В.С. Маляров  
8.37 РАДИАЦИОННЫЙ ТЕПЛООБМЕН В ЦИЛИНДРЕ ДИЗЕЛЬНОГО  
ДВИГАТЕЛЯ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ  
(Институт технической теплофизики АН УССР, г. Киев)

Приведена методика измерения радиационного теплового потока в цилиндре судового дизеля большой мощности. С учетом геометрических размеров шахты датчика и камеры сгорания определен радиационный тепловой поток, подведенный в крышку цилиндра. Проведено сравнение полученных экспериментальных данных с расчетом.

Ю.А. Суринов  
8.38 О НЕКОТОРЫХ ОСНОВНЫХ ПРОБЛЕМАХ ТЕОРИИ  
ЛУЧИСТОГО ТЕПЛООБМЕНА  
(Московский экономико-статистический институт)

Даны теоретические основы нового итерационно-зонального метода решения интегральных уравнений излучения, позволяющего определять локальные и осредненные в пределах соответствующих граничных и объемных зон характеристики лучистого теплообмена в излучающих системах, заполненных поглощающей и рассеивающей средой. Введены новые характеристики лучистого теплообмена и сформулирована теорема, лежащая в основе построения указанного метода.

Н.В. Федорович, С.М. Репринцева



8.39 ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛО-И МАССООБМЕНА В ОТДЕЛЬНОЙ  
ГРАНУЛЕ ХИМИКО-ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ  
РАДИАЦИОННОМ ПОДВОДЕ ТЕПЛА  
( Институт тепло-и массообмена им. А.В. Лыкова АН БССР, г. Минск)

В работе приводятся результаты экспериментального исследования влияния ИК - излучения на внутренние процессы тепло-и массопереноса в отдельных гранулах химико-фармацевтических препаратов

# IX ТЕОРИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

А.А. Алексашенко

## 9.1 КАЧЕСТВЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕШЕНИЙ НЕКОТОРЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ( Московский полиграфический институт)

Предложен метод качественного исследования некоторых нелинейных краевых задач теплопроводности. Он позволяет, не решая, дать качественную картину поведения графика решения. Метод разработан для одномерных задач.

О.М. Алифанов

## 9.2 ГРАДИЕНТНЫЕ МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГРАНИЧНОГО ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА (Московский авиационный институт им. С. Орджоникидзе)

Систематизируются различные типы обратных задач нестационарной теплопроводности. Рассмотренный метод интерпретации результатов тепловых испытаний базируется на решении граничной обратной задачи для обобщенного уравнения теплопроводности. Эта задача формулируется как экстремальная задача с ограничением на уровень невязки. Итерационные схемы, предложенные для ее решения, основываются на методах наискорейшего спуска и сопряженных градиентов.

О.М. Алифанов, Е.А. Артюхин, Б.М. Панкратов

## 9.3 РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ (Московский авиационный институт им. С. Орджоникидзе)

Рассматривается численное решение обратной задачи для одномерного нелинейного обобщенного уравнения теплопроводности с источником (стоком) тепла и конвективным членом. Решение строится в области с подвижными границами на основе явной и неявной схем аппроксимации. Полученная

система нелинейных разностных уравнений используется для построения регуляризирующего по Тихонову алгоритма.

Приводятся результаты решения модельных примеров.

А.Ф. Богатырев, Ю.И. Еврин, Н.Д. Косов, В.Ф. Крючков

#### 9.4 ВЛИЯНИЕ ЭФФЕКТА ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗДЕЛЕНИЯ НА ТЕПЛОПЕРЕНОС В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЯХ (Казахский государственный университет им. С.М. Кирова)

Ввиду необходимости учета влияния термодиффузии на процесс теплопереноса в газовых смесях предлагается формула для расчета величины термодиффузионного разделения в многокомпонентной смеси через величины разделения в соответствующих бинарных смесях.

Справедливость формулы подтверждается экспериментальными данными в трех- и четырехкомпонентных газовых смесях.

В.А. Бубнов


#### 9.5 ВЫВОД ВОЛНОВЫХ УРАВНЕНИЙ ТЕОРИИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ (Московский станкоинструментальный институт)

В работе даются два способа получения волнового уравнения. Первый способ связан с введением в Формулу для теплового потока явной зависимости от времени. Второй способ имеет дело с анализом изотерм.

А.В. Булыга

#### 9.6. ОБ УЧЕТЕ СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕПЛА В ТЕОРИИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ. (Институт физики твердого тела и полупроводников АН БССР, г. Минск)

С применением закона сохранения А.А. Власова для функции распределения неразличимых между собой частиц получено дифференциальное уравнение теплопроводности гиперболического типа, содержащее два времени релаксации. Одно из них характеризует квазистационарный процесс теплопроводности, а другое является поправкой к первому и учитывает нестационарность процесса.



Е.Н. Бут, Д.Ф. Симбирский

### 9.7. АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В ПРОСТРАНСТВЕ СОСТОЯНИЙ (Харьковский авиационный институт)

Динамика теплопереноса линейных стационарных и нестационарных тепловых объектов рассмотрена с позиции пространства состояний, которая позволила применить эффективные матричные методы общей теории динамических систем. Для этого производится аппроксимация исходных уравнений теплопроводности дифференциально-разностными моделями.

Введены соответствующие понятия и терминология, наиболее важными из которых являются понятия векторов состояния и выхода, переходной матрицы и др. Приведем зависимости для определения вектора состояния объекта.

В.В. Власов, Ю.С. Шаталов, Е.Н. Зотов, А.С. Лабовская, Н.П. Пучков,  
А.А. Чуриков

### 9.8 МЕТОД ИНТЕГРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В ОБРАТНЫХ ЗАДАЧАХ ТЕПЛОФИЗИКИ (Тамбовский институт химического машиностроения)

Излагается идея метода решения обратных задач технической теплофизики, основанного на использовании интегральных характеристик экспериментально определяемых полевых величин.

В.В. Власов, С.В. Мищенко, Н.П. Федоров, Ю.С. Шаталов

### 9.9 МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК, ЗАВИСЯЩИХ ОТ ПОТЕНЦИАЛОВ ПЕРЕНОСА, С УЧЕТОМ ЭФФЕКТОВ ТЕРМИЧЕСКОГО РАСШИРЕНИЯ (Тамбовский институт химического машиностроения)

Получены точные аналитические выражения для определения теплофизических характеристик материалов с учетом эффектов термического расширения.

Для определения теплофизических характеристик необходимо знать температуру, влагосодержание, потоки тепла и влага как функции времени в некотором сечении образца.

В.И. Дербан, И.П. Жук, В.И. Крыловия, В.К. Сериков

9.10. О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕСТАЦИОНАРНОГО  
ЭФФЕКТА ДОППЛЕРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОЕМКОСТИ ПОКРЫТИИ  
(Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова АН БССР, Белорусский  
институт механизации и электрификации сельского хозяйства, г. Минск)

Показана возможность определения теплоемкости покрытий при помощи нестационарного акустического эффекта Доплера. Расчет произведен для тонкой проволоочки.

Н.В. Дилигенский, Ю.В. Михеев, Б.З. Чертков

9.11 МЕТОДЫ ОСОБЫХ ВОЗМУЩЕНИИ В ЗАДАЧАХ  
ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ С ПОДВИЖНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ  
(Куйбышевский политехнический институт)

В работе рассмотрены вопросы построения составных асимптотических решений задач теплопроводности с подвижными источниками. Форма решений удобна для инженерного анализа теплообмена.

Г.Н. Дульнев, А.Ю. Потягайло

9.12 ПРИБЛИЖЕННЫЙ АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ В  
СИСТЕМАХ ТЕЛ С ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ  
(Ленинградский институт точной механики и оптики)

Предложен новый приближенный аналитический метод расчета температурных полей в системах тел с внутренними источниками энергии.

Приближенное решение строится на основе использования принципа местного влияния.

Проводится статистический анализ погрешности метода.

С.С. Ефимов, Л.М. Никитина

### 9.13 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ МАССОПЕРЕНОСА В ПРОМЕРЗАЮЩИХ ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛАХ

(Институт физико-технических проблем Севера ЯФ-СО АН СССР  
г. Якутск)

В связи со строительством БАМа и развитием Южно-Якутского промышленного комплекса исследованы массообменные характеристики углей, подлежащих транспортировке.

Установлена зависимость коэффициентов диффузии от температуры и удельного массосодержания материала.

Получены значения безопасной влажности для угля пласта "Мощный" Нерюнгринского месторождения.

И.С.Ефремова, М.С.Смирнов

### 9.14 ТЕПЛО- К МАССОПЕРЕНОС В ОБЛАСТИ С ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ ГРАНИЦЕЙ

(Всесоюзный заочный институт пищевой промышленности, г. Москва )

Предложен способ перехода от системы дифференциальных уравнений тепло- и массопереноса в области с изменяющейся границей к эквивалентной ей системе для области с фиксированной границей.

Уравнения, входящие в полученную систему, после упрощения могут быть решены различными методами, в случае когда движение границы происходит по параболическому или линейному закону.

И.Е. Зино

### 9,15 АСИМПТОТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ В ТОНКИХ ТЕЛАХ

(Ленинградский политехнический институт им. М.И. Калинина)

102

С помощью распространения методов сингулярных возмущений на краевые задачи теплопроводности для тонких тел с конвективным теплообменом на поверхности развита асимптотическая теория интегрирования таких задач; при этом нулевое приближение учитывает. Исследуется соответствие строгой кинетической теории теплопроводности газов

экспериментальным данным для систем He-N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>-Ar в интервале температур 90-300 К при давлении 1 бар.

Э.М. Карташов, В.М. Нечаев

### 9.18 МЕТОД ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ПРИ РЕШЕНИИ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ОБОБЩЕННОГО ТИПА

(Московский текстильный институт, Воскресенский вычислительный  
центр)

Рассматривается модификация метода тепловых потенциалов применительно к решению краевых задач теплопроводности в области с движущимися границами. Показано, что для равномерного закона движения границы новый подход дает возможность получить решение задачи в наиболее компактном виде.

Устанавливается вид граничных условий при определении соответствующей функции Грина для краевых задач в области с границами, перемещающимися по произвольным законам.

Л.А. Коздоба

### 9.19 ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПОДБОРА (ПРОБ) ПРИ РЕШЕНИЯХ ОБРАТНЫХ И ИНВЕРСНЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ ЗАДАЧ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

(Институт технической теплофизики АН УССР ,г. Киев)

Описана методика электрического моделирования решений обратных, инверсных, индуктивных и обращенных нелинейных задач нестационарной теплопроводности. Приведены результаты решений методом подбора (проб) контрольных и реальных обратных и инверсных задач. Определены тепловые потоки при закалке сталей в маслах и теплофизические характеристики высокотемпературной теплоизоляции.

103

П.М. Колесников, В.Н. Абрашин, Г.Ф. Громыко, Л.В. Гришанова, Н.С.  
Колесникова, Н.Г. Жадаева

### 9.20 ИЗУЧЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОЛЕЙ В НЕЛИНЕЙНЫХ СРЕДАХ

(Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова АН БССР, г. Минск)

Предлагается модульный метод построения пакета программ для решения нелинейных уравнений в частных производных, описывающих распространение тепловых печей в нелинейных средах при различных граничных в том числе и нелинейных условиях. Указывается на возможности метода для эффективного решения конкретных модельных нелинейных уравнений на ЭВМ, а также для автоматизации построения пакета программ. Изучены решения ряда конкретных нелинейных уравнений, проведено исследование поведения решений в зависимости от параметров, входящих в уравнения.

П.М. Колесников, Л.В. Гришанова, В.Н. Абрашин, Л.Н. Дегтерева, Н.С. Колесникова, В.А. Цурко

#### 9.21 ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА ПРИ НАЛИЧИИ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ С ПОДВИЖНЫМИ ГРАНИЦАМИ

(Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова АН БССР, г. Минск)

Рассматриваются некоторые задачи при наличии фазовых превращений типа задачи Степана, о пульсации пузырька с подвижными границами. Проведено решение нелинейных уравнений тепло- и массопереноса при наличии подвижных границ численными методами. Приводится исследование влияния характерных параметров тепло- и массообмена на поведение решений. Даются конкретные расчеты в виде таблиц и графиков.

Ф.А. Кривошей

#### 9.22 МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ СОКРАЩЕНИИ МЫШЦ ЧЕЛОВЕКА

(Институт технической теплофизики, АН УССР, Киев)

104

Предложена математическая модель теплового поведения мышечной ткани при кратковременной сократительной активности для совместного исследования температурных полей, мощности метаболического теплообразования и влагодиффузионных потерь тепла.

А.Н. Кулик, В.З. Дидык



9.23 ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ В ПЛАСТИНКАХ С КУСОЧНО-ПОСТОЯННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ ТЕПЛООТДАЧИ  
(Львовский филиал Института математики АН УССР; Львовский государственный университет им. Ивана Франко)

Предлагается метод определения температурных полей в пластинках при кусочно-постоянных коэффициентах теплоотдачи. Метод состоит в представлении коэффициентов теплоотдачи о помощью единичных функций в виде функций соответствующих координат, что приводит к дифференциальным уравнениям с коэффициентами типа ступенчатых функций, Применение метода иллюстрируется на двух задачах теплопроводности: нагрев тонких пластинок несквозным цилиндрическим и полосовым периодическими источниками тепла.

И.Н. Манусов, Н.М. Беляев, А.Н. Андрийко

9.24 МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ И НЕКОТОРЫЕ ПРАКТИЧЕСКИ ПРИЛОЖЕНИЯ ЗАДАЧ ТЕОРИИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЛН  
(Днепродзержинский индустриальный институт им. М.И. Арсеничева)

Приведены приближенные методы расчета температурных полей и полей температурных напряжений в твердых телах в процессе циклического нагрева с учетом пульсаций коэффициента теплообмена.

Изложен аналитический метод исследования температурных волн в теплообменниках с пористыми разделительными стенками.

Ю.М. Мацевитый, А.В. Маляренко, А.В. Мултановский

9.25 ВОПРОСЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ В ЗАДАЧАХ НЕЛИНЕЙНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ  
(Институт проблем машиностроения АН УССР, г. Харьков)

105

Рассмотрены вопросы применения метода оптимальной динамической фильтрации для решения прямых и обратных многомерных задач теплопроводности как в линейной, так и нелинейной постановке. В качестве исходных берутся конечно-разностные уравнения, благодаря чему отпадает необходимость интегрирования исходной системы для получения переходных матриц.

М.Д. Михайлов, Д.Д. Александров

## 9.26 ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОМЕТРИЧЕСКОГО ЯЗЫКА FORMAL ДЛЯ АНАЛИТИКО-ЧИСЛЕННЫХ РАСЧЕТОВ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА

(Центр прикладной математики, София, НРБ)

Ряд задач тепломассопереноса (установившийся теплообмен в трубе, квазистационарные решения теплопроводности, промерзание жидкости, натекающей на плоскую стенку, нагрев вязкой жидкости при ее течении в трубе) решен на ЭВМ аналитико-цифровыми итеративными алгоритмами с помощью нового диалогового языка FORMAL. Обсуждается также состояние и перспектива использования ЭВМ для решения задач аналитическими методами.

А.А. Михалевич, В.И. Песляк, А.В. Новосельский Л.И. Демина

## 9.27 ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ В ЭЛЕМЕНТАХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ С МЕЛКОРЕБРИСТОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ.

(Институт ядерной энергетики АН БССР, г. Минск)

Вариационным методом исследован процесс теплопроводности в элементах теплообменных аппаратов с мелкорребристой поверхностью.

Обнаружено, что температуры основания ребра, поверхности между ребрами и неоребренной стороны стенки не постоянны для этого типа поверхности.

Р.Я. Озолс

## ТЕПЛОВЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ ВЗАИМНОЙ ДИФФУЗИИ В ЖИДКОСТЯХ (Институт физики АН ЛатвССР, г. Рига)

106

Представлены аналитические решения для распределения температуры в диффузионной ячейке, когда неизотермичность обусловлена эффектом Дюфо.

При малых значениях числа Фурье ( $<0,1$ ) эти решения позволяют рассчитать коэффициент Дюфо (при известном значении критерия Льюиса) по измерениям температуры.

А.Н.Панченков, М.Н.Борисюк

## 9.29 МЕТОДЫ АСИМПТОТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

(Сибирский энергетический институт СО АН СССР, г. Иркутск)

Методы асимптотического программирования применены к исследованию различных задач теплопроводности.

Исходная задача редуцируется к экстремальной, решение которой осуществляется на основе различных алгоритмов асимптотического программирования.

Ф.П. Плачко

## 9.30 РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЙ $\nabla^2 u + \lambda^2 u = 0$ ДЛЯ ПРОИЗВОЛЬНОЙ, КОНЕЧНОЙ И ОДНОСВЯЗНОЙ ПЛОСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ТРЕТЬЕГО РОДА И КУСОЧНО- НЕПРЕРЫВНЫХ КОЭФФИЦИЕНТАХ

(Лос-Андский университет, Мерида, Венесуэла)

Найдено разложение решения уравнения Гельмгольца для комплексного, действительного или мнимого  $\lambda$ . Рассматриваемое граничное условие имеет вид

$$\alpha(p) \cdot u(p) + b(p) \frac{\partial u(p)}{\partial n} = f(p), \quad p \in L,$$

где коэффициенты  $\alpha(p)$  и  $b(p)$  и функция  $f(p)$  являются комплексными, действительными или мнимыми, независимыми друг от друга и кусочно—непрерывными.

Предполагается, что рассматриваемая область является плоской, конечной, произвольной и односвязной, ограниченной кусочно-гладким контуром  $L$ .

107

Ф.П. Плачко

## 9.31 РЕШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ КЛАССИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПЕРЕНОСА В КЛИНОВИДНЫХ ОБЛАСТЯХ

(Лос-Андский университет, Мерида, Венесуэла)

С помощью интеграла Зоммерфельда-Малюжинца получена функция Грина для задач переноса в бесконечных клиновидных областях при смешанных граничных условиях 1-го, 2-го, 3-го рода. Краевая задача сведена к решению функциональных уравнений Малюжинца-Тужилина посредством функции Малюжинца  $\Psi_\phi$ . Определена асимптотика при  $\mu r_0$  или  $\mu r$ , стремящемся к бесконечности для произвольного угла.

В.Г. Прокопов, Ю.В. Шеренковский

### 9.32 ОБОБЩЕННОЕ ПОДОБИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ ТЕЛ РАЗЛИЧНОГО ПРОФИЛЯ ПРИ ПЕРЕМЕННЫХ ГРАНИТНЫХ УСЛОВИЯХ (Киевский политехнический институт)

Рассматривается возможность сопоставления физических процессов в геометрически неподобных областях в строгой и приближенной постановке. Приближенная постановка базируется на консервативности искомой функции к некоторым определяющим параметрам.

В качестве примера рассматривается решение конкретной задачи теплопроводности.

Б.С. Седанов

### 9.33 НЕЛИНЕЙНЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ТЕОРИИ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА (Московский полиграфический институт)

В рамках феноменологической теории нельзя объяснить механизм нелинейности и зависимость коэффициентов переноса  $L_{ik}$  от напряженности электрического и других полей  $X_i$ . В сообщении предложен статистический метод. Показано, что  $L_{ik}$  являются четными функциями  $x_i$ . Получены общие формулы, связывающие  $L_{ik}$  и  $X_i$ , а также соотношения симметрии.

П.С. Самойленко

108

### 9.34 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ СТЕФАНА В КОНТАКТИРУЮЩИХ ТЕЛАХ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ В МНОГОМЕРНОМ СЛУЧАЕ (г. Саратов)

Предлагается приближенный метод решения задачи Стефана в многомерном случае в контактирующих телах сложной формы с учетом реального теплового контакта между поверхностями соприкосновения.

П.С. Самойленко

9.35 СТАЦИОНАРНАЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ В  
КОНТАКТИРУЮЩИХ ТЕЛАХ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ  
(г. Саратов)

Предлагается приближенный метод решения уравнения стационарной теплопроводности с граничными условиями третьего рода в контактирующих телах сложной формы с учетом реального теплового контакта между поверхностями соприкосновения.

Предлагаемым методом найдено решение задач по определению температурного поля в контактирующих телах, между поверхностями соприкосновения которых осуществляется реальный тепловой контакт.

А.П. Слесаренко

9.36 МЕТОД МАЛОГО ПАРАМЕТРА, ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЛАПЛАСА,  
МЕТОД И -ФУНКЦИЙ И ВАРИАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ В НЕЛИНЕЙНЫХ  
НЕСТАЦИОНАРНЫХ ЗАДАЧАХ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ  
(Институт проблем машиностроения АН УССР, г. Харьков)

Рассматривается совместное применение метода малого параметра, преобразования Лапласа, метода R-функций и вариационных методов к решению нелинейной нестационарной задачи теплопроводности.

Приводятся численные результаты расчета для одной задачи, которые сравниваются с экспериментальными данными.

А.П. Слесаренко, В.К. Богородский

109

9.37 ДИАЛОГОВЫЙ РЕЖИМ РАСЧЕТА ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ В  
КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ НА ЭВМ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ТРУБКИ  
(Институт проблем машиностроения АН УССР, г. Харьков)

Предлагается диалоговый режим расчета температурных полей в элементах сложной формы энергетических устройств на ЭВМ с использованием структурного метода, метода Ритца и электронно-лучевой трубки. Точная информация о геометрии элемента задается с помощью R-функций на аналитическом уровне.

Приводятся результаты расчета температурных полей для двух конструктивных элементов.

Е.М. Смирнов

### 9.38 МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ДЛЯ ПЛОСКОГО СЛОЯ С ПОДВИЖНОЙ ГРАНИЦЕЙ

(Ленинградский политехнический институт им. М.И. Калинина)

Получено и проинтегрировано уравнение, универсальное для произвольной зависимости от времени температуры на неподвижной и теплого потока на подвижной границах плоского слоя, образованного в результате вымерзания.

На заключительном этапе для получения решения в конкретном случае остается проинтегрировать обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка, которое в частных случаях интегрируется в квадратурах.

И.А. Соловьев

### 9.39 ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ СТЕФАНА (Всесоюзный заочный институт пищевой промышленности, г. Москва)

Дана постановка задачи Стефана на основе гиперболического уравнения теплопроводности с разрывными коэффициентами. Доказывается, что условие Стефана следует из основного уравнения. Получена формула для скорости перемещения поверхности раздела фаз.

110

Г.А. Сурков

### 9.40 К ВОПРОСУ РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ (Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова АН БССР, г. Минск )

Методом разложения в ряды Фурье соответствующих функций нелинейная система уравнений сведена к линейной.

В результате получено решение, обладающее простотой и высокой степенью точности.

А.Г. Темкин

#### 9.41 ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

(Рижский политехнический институт)

Приводятся общие соображения, необходимые для решения обратных задач теплопроводности.

В. Фратшер

#### 9.42 К РАСЧЕТУ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ С ИСТОЧНИКАМИ ТЕПЛА

(Высшая техническая школа, Мерзебург, ГДР)

В работе получено решение нестационарного дифференциального уравнения теплопроводности для цилиндрических тепловыделяющих элементов атомных реакторов путем введения эффективной плотности тепловыделения. Для простых временных функций плотности тепловыделения приводятся графические решения.

В.С. Хохулин, Б.М. Панкратов

#### 9.43 МЕТОД РАСЧЕТА МНОГОМЕРНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ В КОНСТРУКЦИЯХ

(Московский авиационный институт им. С. Орджоникидзе)

Рассмотрен метод исследования многомерных температурных полей в конструкциях при различного рода тепловом нагружении. Тепловая модель представляется в виде совокупности отдельных элементов, объединенных графом "скелетной" структуры конструкции. Определение температуры "скелетной" структуры позволяет рассчитать распределение температуры в отдельных элементах конструкции.

В. Цвик

9.44 К ПРИМЕНЕНИЮ МЕТОДА КОЛЛОКАЦИИ ПРИ РЕШЕНИИ УРАВНЕНИЙ ДИФФУЗИИ  
(Центральный институт математики и механики, Берлин, ГДР)

Формулируется нестационарная краевая задача о учете конвективных членов с переменными по пространству и времени коэффициентами диффузии. Данная задача может быть решена методом коллокации. Можно показать, что погрешность аппроксимации полученных уравнений с уменьшением шага стремится к нулю. Из априорного расчета **вытекает**, что приближенные уравнения икают единственное решение, **являются** стабильными и их решения сводятся к решению аналитической задачи.

П.В. Цой, У.Х. Камаров, М.У. Майрансаев, А.Д. Гунашев О.Б.  
Киановскнй, А.И. Исматуллаев

9.45 ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПОЛЯ И НАПРЯЖЕНИЯ В МНОГОМЕРНЫХ  
ТЕЛАХ И ОБОЛОЧКАХ

(Таджикский политехнический институт, г. Душанбе)

Приводится приближенный аналитический метод определения нестационарных температурных полей внутри выпуклого многомерного тела при заданных симметричных и несимметричных распределениях температуры на поверхностях конуса, эллипсоида, цилиндрического тела треугольного, сечения.

Получены простые и достаточно точные функции температурных полей и напряжений в пластине, **полем** цилиндре и сферической **оболочке** при тепловых ударах.

Г1.В.Черпаков, Л.С. Мидовская, Л.А. Косарев  
9.46 О РЕШЕНИИ НЕЛИНЕЙНЫХ КОНТАКТНЫХ ЗАДАЧ  
ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

(Воронежский государственный университет)

112

Дане решение первой нелинейной контактной задачи теплопроводности методом конечных разностей. Доказана устойчивость и сходимость разностной схемы. Проведено моделирование решения задачи на сеточном электроинтеграторе.

А.А. Шмукин



9.47 О ПОСТРОЕНИИ ПРИБЛИЖЕННЫХ РЕШЕНИЙ ЗАДАЧ  
НЕСТАЦИОНАРНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ  
РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОНИ

(Днепропетровское отделение института механики АН УССР)

Используя решение задачи Коши, рассмотрены вопросы построения приближенных прямых и обратных задач нестационарной теплопроводности.

Получены достаточно простые алгоритмы, пригодные для решения широкого класса задач теплопроводности в том числе и для областей с подвижными границами.

П.П. Юшков

9.40 ЧИСЛЕННОЕ ИНТЕГРИРОВАНИЕ УРАВНЕНИЯ  
ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ПРИ ЗАМЕНЕ КРАЕВЫХ УСЛОВИЙ ВТОРОГО  
РОДА РАЗНОСТНЫМИ АНАЛОГАМИ ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ

(Ленинградский технологический институт холодильной  
промышленности)

Получены разностные аналоги явного типа краевого условия второго рода, которые при численном интегрировании уравнения теплопроводности дают возможность вычислить температуру на поверхностях с погрешностью третьего и четвертого порядка малости относительно шага по пространственной оси.

## X МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИЗМЕРЕНИЙ ТЕПЛОМАССООБМЕНА.

И. Августа

### 10.1 ТРИ НОВЫХ ПРИБОРА ДЛЯ ТЕШГОФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ (Научно-исследовательский институт стройматериалов, Прага, ЧССР)

Описан термокондуктометр АВГ-2, широко применяющийся для лабораторных измерений термического сопротивления, затухания и фазового запаздывания гармонической температурной волны и скорости остывания, создаваемой на реальных моделях в стационарном состоянии при адиабатических условиях. Он отличается от подобных устройств в трех основных отношениях. Температура на одной или обеих поверхностях образца может изменяться как функция времени, коэффициенты теплопередачи подстраиваются к нормативным величинам, а адиабатические условия на входной поверхности поддерживаются автоматически. Далее описан термически скомпенсированный элемент для измерения коэффициента теплопередачи. Он работает с разрешением до  $0,5 \text{ Вт/м}^2\text{К}$  и чувствителен как по отношению к радиационной, так и к конвективной составляющей теплового потока.

В заключение коротко описывается сферическое устройство в виде человеческой головы. Он состоит из 4-х сегментов, что обеспечивает измерение теплового потока в различных направлениях и позволяет в процессе разогрева до  $36^\circ\text{C}$  ( $309 \text{ К}$ ) оценить биологический комфорт с энергетической точки зрения при чувствительности не ниже  $1 \text{ Вт/м}^2\text{к}$ .

В.Е. Алемясов, В.К. Максимов, В.И. Сагадеев Э.С. Сергввнко, М.А.  
Таймаров

### 10.2 К ВОПРОСУ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВЫСОКОНАГРЕТОГО ДВУХФАЗНОГО ПОТОКА

(Казанский авиационный институт им. А.Н. Туполева)

В данной работе исследовано влияние эффектов рассеяния в зависимости от концентрации и размеров частиц окиси алюминия на точность измерения температуры методом абсолютной интенсивности спектральной линии.

Диапазон изменения концентрации составил: 0 + 16%, размеров частиц окисла: 0-50 мкм, 50-63 мкм, 63-100 мкм, 100-160 мкм. Обнаружено, что влияние эффектов рассеяния начинает сказываться с концентрации 6%, а влияние размеров частиц незначительно.

О.М. Алифанов, В.С. Кузнецов, Б.М. Пакратов, И.М. Уколов

### 10.3 АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ТЕПЛОВЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

(Московский авиационный институт им. С. Орджоникидзе)

Рассматривается проблема построения автоматизированной системы обработки данных нестационарных тепловых экспериментов. Описывается гибридная цифро-аналоговая система и состав специального математического обеспечения.

Е.Г. Андреев, В.В. Гуров, Г.Г. Хунджуа

### 10.4 МЕТОДИКА И АППАРАТУРА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ НЕПРЕРЫВНОГО ПРОФИЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ, ПУЛЬСАЦИЙ КОМПОНЕНТ СКОРОСТИ ТЕЧЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ В ТОНКОМ ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ МОРЯ

(Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова)

В докладе представлено описание комплекса быстродействующей электронной измерительной аппаратуры для исследования структуры тонкого пограничного слоя моря. Приведены блок-схемы этого комплекса и описание работы отдельных узлов. С помощью этой аппаратуры получены данные о коэффициенте теплопроводности воды вблизи поверхности, о величине суммарного потока тепла, направленного от моря в атмосферу, и его изменение в суточном цикле.

А.Я. Аникин, Л.С. Григорьев, Д.Ф. Симбирский

### 10.5 ИЗМЕРЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТЕМПЕРАТУР ПЛЕНОЧНЫМИ ТЕРМОПАРАМИ

(Харьковский авиационный институт)

Выполнено обобщение исследований по созданию высокотемпературных пленочных термопар (ВПТ), предназначенных для экспериментальных исследований процессов теплопереноса в теплоэнергетических устройствах.

Основной положительной особенностью ВПТ является пренебрежимо малый уровень методических (систематических) погрешностей. Предложенные ВПТ пригодны для измерения поверхностных температур деталей из электро- и неэлектропроводных материалов в диапазоне температур от отрицательных до 1200-1400°C.

Полученные результаты можно квалифицировать также как начальные основы методики исследования и применения пленочных термопар различных типов для тех или иных теплофизических исследований.

Б.Н. Бобкова, Е.А. Шорников

#### 10.6 МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ И ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЕЧНЫХ СКОРОСТЕЙ ПЕРЕНОСА И ЛОКАЛЬНЫХ ПОТОКОВ ТЕПЛА И МАССЫ В КАПИЛЛЯРНОПОРИСТЫХ ТЕЛА, ПОДВЕРЖЕННЫХ ИМПУЛЬСНЫМ И СТАТИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ ВНЕШНИХ СИЛ

(Уральский научно-исследовательский и проектный институт строительных материалов, г. Челябинск)

Описаны методика и устройства для экспериментального исследования конечных скоростей переноса тепла и вещества в капиллярно-пористых телах под влиянием различных импульсных внешних воздействий.

Дано описание емкостного датчика, позволяющего осуществлять дистанционно непрерывную запись убыли веса образцов, подвергаемых импульсным температурным и динамическим нагружениям (импульсы тепла и вакуума).

В.Г. Юогданов, С.В. Епифанов

#### 10.7 ОПТИМАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ ТЕПЛООБМЕНА

(Харьковский авиационный институт)

В работе предложен метод оптимального планирования экспериментов, который позволяет при минимальной априорной информации выбрать число термоприемников и их размещение, частоту регистрации и точность приборов,

позволяющие получить необходимую точность определения условия теплообмена. В качестве иллюстрации выполнен априорный анализ случая нахождения локальных коэффициентов теплоотдачи на контуре поперечного сечения конкретной турбинной лопатки.

А.И. Бразговка, С.Б. Минкин, С.А. Некраоов Н.П. Потершук, В.Е.  
Улащик, Б.И. Федоров

#### 10.8 КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕДУРЫ ГИПЕРТЕРМИИ

(Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова АН БССР, г. Минск)

Рассмотрена контрольно-измерительная система, обеспечивающая многоточечное измерение температуры пациента и теплоносителя с точностью не ниже  $0,1^{\circ}\text{C}$ , а также артериальное давление крови, частоты сердечных сокращений, частоты дыхания и других жизненно важных параметров в процессе проведения управляемой искусственной гипертермии.

А.П. Бурдуков, В.Е. Накоряков, Г.Г. Кувшинов, Н.В. Валукина, Б.Г.  
Козьменко

#### 10.9 ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОДИФфуЗИОННОГО МЕТОДА МОДЕЛИРОВАНИЯ И ДИАГНОСТИКИ К ИССЛЕДОВАНИЮ ГИДРОДИНАМИКИ И ПРОЦЕССОВ ПЕРЕНОСА

(Институт теплофизики СО АН СССР, г. Новосибирск )

В работе представлены результаты применения электродиффузионного метода к исследованию механизма течения газожидкостной смеси при малых газосодержаниях. Получены первые результаты по профилям скорости жидкости и спектральным характеристикам трения для "микротурбулентного" режима течения смеси в области перехода. Приведены первые результаты по применению электродиффузионного метода для исследования теплообмена при свободной конвекции и пузырьковом режиме кипения. 117

О.С. Василевич, В.Т. Деров, Н.С. Запорожец, Л.И. Колыхан, В.Н.  
Соловьев, Э.А. Тыркич

#### 10.10 ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ РЕГИСТРАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ТЕПЛООБМЕНА

(Институт ядерной энергетики АН БССР, г. Минск)

Рассматриваются схемы, опыт создания и эксплуатации системы автоматической регистрации первичных данных и параметров экспериментальных установок, имеющих различные технологические схемы и назначения.

Данная система использовалась для автоматической регистрации первичных опытных данных при исследованиях теплообмена в однофазном потоке, при кипении и конденсации диссоциирующей четырехокси азота.

И.А. Ватутин, В.А. Вознесенский, В.Я. Керш, О.Г. Мартыненко, В.К. Попов

#### 10.11 ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ТЕПЛООБМЕНА В ТУРБУЛЕНТНОМ ЗАКРУЧЕННОМ ПОТОКЕ

(Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова АН БССР, г. Минск)

Получены статистические модели, описывающие распределение температуры в турбулентном закрученном потоке. Оптимизация моделей позволяет получить условия, обеспечивающие параболическое распределение температуры в потоке по всей длине канала.

О.А. Геращенко, Т.Г. Грищенко, Л.В. Декуша, И.Г. Неверов, З.Н. Пахомов, С.А. Сажина, А.А. Степкин, В.Г. Федоров

#### 10.12 НОВЫЕ СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ТЕПЛОМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

(Институт технической теплофизики АН УССР, г. Киев )

Представлены сведения о новых методах и средствах для исследования процессов теплового излучения, тепломассообмена, теплофизических свойств, медико-биологической диагностики. Все приборы разработаны на основе высокочувствительных датчиков теплового потока.

Т.И. Гураль, О.А.Ершов, А.Г. Сориц, Б.А. Фоменко

#### 10.13 ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ И КОНЦЕНТРАЦИИ МЕТОДОМ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

(г. Ленинград)

Методом голографической интерферометрии исследованы гидродинамические и тепловые возмущения в устойчиво стратифицированной жидкости. Установлены в зависимости от числа Фруда структура, амплитуды и длины внутренних волн, генерируемых горизонтально движущимся телом в жидкости с постоянным градиентом солености. Выявлены особенности тармохалинной конвекции, созданной нагретым вертикальным цилиндром в стратифицированной среде.

П.Л. Гусик, О.А. Ершов, Л.А. Оборин, А.Г. Сориц, М.Е. Стржалковский

#### 10.14 ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ ГОЛОГРАФИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛООБМЕНА В ЖИДКИХ СРЕДАХ (Ленинградский инженерно-строительный институт)

Рассматривается применение оптической голографии для изучения теплообмена в прозрачных жидких средах на примере исследования температурного поля цилиндрического зонда постоянной мощности - измерителя теплопроводности жидкостей.

Приводятся экспериментальные результаты исследования температурного поля в воде и смеси глицерин-вода, полученные с помощью голографического интерферометра.

А.А. Гухман, Д.А. Казенин

#### 10.15 К ТЕОРИИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ТЕРМОПАРЫ (Московский институт химического машиностроения)

Рассмотрена задача об определении поля электрического потенциала по заданному температурному полю' в двух контактирующих телах, обладающих электронной проводимостью и составляющих термоэлектрическую пару. Учтено влияние нестационарности температурного поля, а также эффектов Томсона и Зеебека, Произведено усреднение для случая двумерных и одномерных тел. Предложен эффективный метод решения задачи с помощью функции Грина. Предложено использовать интегральную форму представления решения прямой задачи в качестве функционального уравнения для решения обратной задачи восстановления температурного поля по данным измерения электрических величин.

В.М. Ерошенко, А.А. Климов, А.В. Севостьянов, Ю.Н. Терентьев, Э.И. Якубович, Л.С. Яновский

## 10.16 ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТУРБУЛЕНТНЫХ ТЕЧЕНИЙ

(Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского, г. Москва)

Для экспериментального исследования турбулентных коэффициентов переноса тепла и массы, а также наиболее важных статистических характеристик турбулентных потоков развит интерферометрический метод. В основу для развития положена аналогия между интегральным интерферометрическим сигналом от фотодетектора и сигналом термоанемометра с длинной нитью насадка. Корреляция между интегральными оптическими сигналами, при просвечивании турбулентного потока в различных направлениях, позволяет выявить связь измеряемых величин с локальными в пределах корреляционного объема параметрами течения.

Л. Имре, Д. Данко, П. Нидермайер

## 10.17 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛООТДАЧИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

(Технический университет, Будапешт, ВНР)

Для определения рабочих условий сложных термических систем необходимо знание взаимодействия между системой и окружающей средой. Для математического определения этого взаимодействия, особенно при применении к исследованию тепловых потоков метода сеток, используется суммарный коэффициент теплопередачи. При сложных геометриях потока приходится прибегать к экспериментальному определению коэффициента теплообмена.

В докладе рассматриваются метод и измерительное устройство. Чувствительный элемент представляет собой малогабаритный зонд, закрепляемый на исследуемой поверхности и содержащий нагреваемый термоэлемент. Тепловой импульс, приложенный к зонду, вызывает изменение температуры последнего. Это изменение во времени температуры зонда служит для определения коэффициента теплообмена.



П. Ионаш

10.18 ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НЕСЖИМАЕМОГО ПОТОКА НА  
ОХЛАЖДЕНИЕ НАГРЕТОЙ НИТИ  
(Институт термомеханики, Прага, ЧССР )

Изучалось охлаждение нагретой нити термоанемометра в широком диапазоне температур набегающего воздуха (приблизительно от 10 до 60°C) и при различных температурах нити.

Установлено, что при измерениях характеристик турбулентного течения с критическими температурами, изменяющимися в широком диапазоне, возникают значительные систематические ошибки. Предложен экспериментально проверенный метод, обеспечивающий необходимую точность измерения в изотермическом потоке.

Х. Китцинг

10.19 К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОДНОТОЧЕЧНЫХ МОМЕНТОВ ВТОРОГО  
ПОРЯДКА В НЕИЗОТЕРМИЧЕСКИХ ТУРБУЛЕНТНЫХ ПОТОКАХ С  
ПОМОЩЬЮ ТЕРМОАНЕМОМЕТРА  
(Центральный институт математики и механики, Берлин, ГДР )

Измерение турбулентного переноса импульса и тепла в трехмерных потоках требует определения всех одноточечных моментов второго порядка. Эти моменты можно получить **и** решая систему линейных уравнений. Описан метод составления такой системы **и** исследована разрешимость **ее** в зависимости от **угла между нитью и осью датчика и угла между осью датчика и направлением** вектора средней скорости.

А.И. Любарский

10.20 О МАТЕМАТИЧЕСКОМ ПЛАНИРОВАНИИ  
ТЕПЛОМАССОБМЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА  
( Минский филиал ПО "Техэнергохимпром" )

На конкретных примерах методического плана рассмотрены возможные области успешного применения математического планирования экспериментов при исследовании теплообмена. Поэтапное применение этих методов и

сочетание их с методами теории подобия обеспечивает оптимальное исследование как модели, так и механизма процессов теплообмена.

И. Маштовокий

## 10.21 ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ СМЕСЕЙ ГЕЛИЯ И КСЕНОНА ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

(Институт термомеханики ЧСАН, Прага, ЧССР)

В работе приведены экспериментальные и теоретические значения коэффициента теплопроводности смесей гелия и ксенона при температурах до 6000 К и атмосферном давлении.

Новые экспериментальные данные по теплопроводности смесей 0,1 He - 0,9 Xe и 0,5 He - 0,5 Xe получены нестационарным методом в ударной трубе. Расчеты по теплопроводности смесей 0,1 He - 0,9 Xe; 0,25 He - 0,75 Xe; 0,5 He - 0,5 Xe; 0,75 He - 0,25 Xe и 0,9 He - 0,1 Xe выполнены на основании строгой молекулярно-кинетической теории газов с помощью потенциала Леннарда-Джонса 12-6.

Приведено сравнение теоретических и экспериментальных результатов с существующими литературными данными.

Н.А. Покрываило, А.К. Нестеров, А.С. Соболевский Т.В. Юшкина, Ю.Е. Зверховский

## 10.22 О ПРИМЕНЕНИИ ЭЛЕКТРОДИФфуЗИОННОГО МЕТОДА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК КОНВЕКТИВНОГО

ТЕПЛОМАССООБМЕНА В РАЗЛИЧНЫХ КАПЕЛЬНЫХ ЖИДКОСТЯХ

(Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова АН БССР, г. Минск)

Обсуждаются вопросы применимости электродиффузионного метода в различных капельных жидкостях для измерения осредненных величин

$Nu, \Delta t, \bar{U}, \tau_w$ , а также пульсационных составляющих  $[(\tau_w')^2]^{1/2}$ ,  $[(\bar{U}')^2]^{1/2}$  и их спектров.

Приводится приближенное решение уравнения диффузионного пограничного слоя измерительного электрода, учитывающее влияние вклада турбулентной диффузии вещества в диффузионный ток датчика трения, и даются рекомендации по выбору его параметров. Рассмотрены вопросы теории измерения скорости электродиффузионным датчиком с конической и клиновой рабочей поверхностью и на этой основе предлагаются расчетные зависимости

для определения амплитудночастотных характеристик. Приводятся тарировочные характеристики датчиков в различных жидкостях, а также сравниваются расчетные и экспериментальные данные.

Д.Ф. Симбирский

### 10.23 МЕТОДЫ КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ТЕПЛОПЕРЕНОСА (Харьковский авиационный институт)

Излагаются основные положения кибернетической диагностики **линейных** и нелинейных динамических тепловых объектов. Диагностика заключается в получении оптимальных оценок некоторого вектора искомых тепловых величин путем сравнения реальной физической ситуации непосредственно измеряемых температур некоторых точек объекта с их значениями, прогнозируемыми по его математической модели.

В качестве алгоритмов предлагается использовать оптимальный цифровой фильтр Калмана, а также оптимальное оценивание по методу наименьших квадратов.

Б.П. Уотименко, В.Н. Змейков, А.А. Шишкин, Б.О. Ривин

### 10.24 МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ ПУЛЬСАЦИИ СКОРОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ В СИЛЬНОНЕИЗОТЕРМИЧЕСКИХ ГАЗОВЫХ ПОТОКАХ И ФАКЕЛАХ

(Казахский научно-исследовательский институт энергетики, г. Алма-Ата)

Рассматривается метод измерения турбулентных характеристик скорости, температуры и коэффициентов корреляции в неизотермических потоках и факелах с помощью охлаждаемого пленочного термоанемометрического датчика и микротермопары.

Ю.А. Чистяков

123

### 10.25 РАДИОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ТОНКИХ СЛОЕВ ТВЕРДЫХ ВЕЩЕСТВ

(Всесоюзный научно-исследовательский институт метрологии, г.  
Ленинград)

Приведено описание нового неконтактного метода измерения теплопроводности тонких слоев твердых веществ. Исследуемый тонкий слой используется в качестве крылышка однопластинчатого радиометра. В основу метода положена связь радиометрической силы, действующей на крылышко, с разностью температур его противоположных поверхностей.

Проведена экспериментальная проверка метода на образцах из стекла ИКС-1 и нержавеющей стали XIXHЮТ. Диаметр образцов 10мм, толщина 0,2 и 0,4 мм. Отклонение измеренных значений теплопроводности от табличных не превышает 10-15%.