

ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ

**Разработка, изготовление
и исследование тепловых труб**

К и е в
Общество "Знание" Украинской ССР
1 9 7 7

и температуре охлаждающей среды 10-50°C. Исследования проводились на нескольких температурных уровнях - 50°C, 80°C, 110°C, определяемых массой неконденсирующегося газа.

Эксперименты на тепловой трубе с "горячим" баллоном показали существенное влияние соотношения парциального давления пара в резервуаре и общего давления на точность регулирования, а также значительную нестационарность переходных процессов, обусловленную особенностями перетекания парогазовой смеси из конденсатора в баллон.

Данные температуры пара при различных тепловых потоках и температурах охлаждения сравнивались с расчетными значениями, полученными при численном решении системы уравнений сохранения массы неконденсирующегося газа и теплового потока. Составления показали хорошую сходимость экспериментальных и расчетных данных при стационарных режимах работы тепловой трубы.

Для описания нестационарных процессов предложена система дифференциальных уравнений, построенных на балансных соотношениях энергии для сбереженного объема. На основании расчетов по предложенным зависимостям сравнивались различные схемы газонаполненных тепловых труб и определялись границы рационального применения каждой схемы.

В.В. Барсуков, Ю.Л. Тонкфлюгий ПУСКОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ ГАЗОРЕГУЛИРУЕМЫХ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ

При решении ряда задач, связанных с проектированием систем терморегулирования /СТР/ на газорегулируемых тепловых трубах /ГРТТ/, необходимо рассчитывать пусковые характеристики, а также температурное поле ГРТТ в стационарном режиме. В лаборатории кафедры ТМО СТИХН разработаны для этих целей одномерные математические модели /системы обыкновенных дифференциальных уравнений/.

Математическая модель пусковых режимов ГРТТ основывается на методе сосредоточенных параметров. Основные допущения - это предположения о формировании в начале участка конденсации и дальнейшего перемещении парогазового фронта, а также

о пренебрежимо малом влиянии осевой теплопроводности конструкции и температурных скачков при фазовых переходах. Разработанная модель может применяться и для нерегулируемых тепловых труб /ТТ/.

Математическая модель температурного поля ГРТТ, учитывающая осевые негетечки тепла по корпусу, а также диффузионное взаимодействие в парогазовой смеси, предполагает, что радиальное распределение концентрации пара и неконденсирующегося газа в паровом канале отсутствует. Модель дает возможность определять минимальную допустимую мощность для каждого конкретного случая и анализировать эффективность мер, которые можно принять для ее уменьшения, а также выбрать оптимальную длину участка конденсации.

Разработанные модели реализованы на ЭВМ "БЭСМ-4М". В основу алгоритмов расчета положен метод Рунге-Кутты. Созданы расчетных и экспериментальных данных позволяет говорить о приемлестности предлагаемого математического аппарата, а также использовать указанные принципы для описания более сложных режимов работы ГРТТ. В частности, в первом приближении разработана математическая модель пуска ТТ и ГРТТ из состояния с замороженными теплоносителями.

И.Е. Николаенко

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ КАК ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ГРА

Особенности работы некоторых элементов ГРА требуют разработки и применения тепловых труб, для которых электрическая проводимость и тангенс угла диэлектрических потерь всей системы робочка - фидиль - рабочая жидкость в зависимости от рабочей частоты не должны превышать $\epsilon \approx 1,7 + 10$ и $\tan \delta \approx 10^{-1} + 10^{-4}$ соответственно.

Автором приведены экспериментальные данные об основных характеристиках диэлектрических тепловых труб, предназначенных для охлаждения мощных катушек индуктивности и служащих одновременно их каркасом. Корпус тепловых труб изготовлен из теплопроводной керамики на основе окиси алюминия / $\lambda \approx 30$ Вт/м°C/.

В качестве капиллярно-пористого фитиля использовались отекотань и спеченный стекловойлок. Тепловые трубы испытаны с различными теплоносителями: дистиллированная вода, фреон-113, ацетон.

В процессе исследования определены распределения температур на поверхности тепловой трубы и на витках обмотки катушки при различных плотностях подводящего теплового потока и различных углах наклона, а также максимальные передаваемые тепловые потоки.

Установлена также взаимосвязь между основными характеристиками тепловых труб и электрическими параметрами, а также надежность катушки.

Анализ экспериментальных данных показал возможность и целесообразность использования электрических тепловых труб как каркасов мощных катушек индуктивности, позволяющих отвести в холодной плите значительный тепловой поток с поверхности катушки.

И.Л.Васильев, С.В.Козев

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОСОБМЕНА В ОБЛАСТИ ПАРОВОГО ФРОНТА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ГАЗОРЕГУЛИРУЕМОЙ ТЕПЛОВОЙ ТРУБЫ /ГРТТ/

На термостабилизирующие свойства газорегулируемой тепловой трубы влияет теплообмен в области паро-газового фронта.

Автором освещены вопросы аналитического и экспериментального исследования теплообмена в области паро-газового фронта. Аналитическое исследование теплообмена в газорегулируемой тепловой трубе показало существенную зависимость минимального передаваемого теплового потока от относительных свойств пара теплоносителя и неконденсирующегося газа. При этом на формирование паро-газового фронта существенно влияют теплофизические свойства газа. Показана существенная зависимость температурной чувствительности ГРТТ от аксиальной теплопроводности стенок тепловой трубы.

Эксперименты проводились на ГРТТ с теплоносителями: вода, эланол, метанол, ацетон, фреон, кроме того изменались параметры неконденсирующегося газа /Р, V, T, m, M /.

Газорегулируемая тепловая труба имела изогнутую форму: испаритель /спеченные шарики меди диаметром 0,1-0,14 мм/ располагался горизонтально, а конденсатор вертикально. Теплового поток изменился от 0,1Вт до 20Вт.

Получены высокие коэффициенты температурной чувствительности по пару /980 Вт/К для эланаля/. Экспериментально подтверждены рекомендации по улучшению коэффициента температурной чувствительности пара за счет уменьшения аксиальной составляющей теплового потока по стенке.

А.П.Орнатский, М.Г.Семена,
М.О.Колодковский

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ АРТЕРИАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ С МЕТАЛЛОВЫСОЖИСТЫМИ ФИТИЛЯМИ

В настоящее время наблюдается тенденция непрерывного роста тепловых нагрузок и длин тепловых труб /ЛТ/. По этой причине обычные типы фитилей ЛТ не могут обеспечить передачу возросших тепловых потоков без существенного увеличения их термического сопротивления. Проблема может быть решена путем создания ЛТ со сложной капиллярной структурой - артериальных тепловых труб /АТТ/, в которых функция возврата жидкости из зоны конденсации в зону нагрева выполняет специальная транспортная артерия, обладающая большим свободным сечением по жидкости и малым гидравлическим сопротивлением.

Была разработана конструкция низкотемпературной АТТ с металловысожистым фитилем. Тонкий фитиль оптимальной пористости, расположенный на внутренней поверхности трубы, обеспечивает минимальное термическое сопротивление АТТ, а осевая артерия дает возможность передавать большие тепловые потоки.

Создано решение балансных уравнений для сложной капиллярной структуры АТТ, имеющей различную толщину и пористость фитиля в зонах нагрева, транспортировки и конденсации, позволило получить функциональную зависимость для определения максимального теплового потока, передаваемого АТТ. Сопоставление экспериментальных данных с расчетом обнаруживает удовлетворительное соответствие.