**Воротников Геннадий Викторович Методика моделирования рабочего процесса термоакустического двигателя на установившемся режиме**

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

кандидат наук Воротников Геннадий Викторович

ВВЕДЕНИЕ

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕРМОАКУСТИКИ

1.1 Основные этапы

1.2 Прямой термоакустический эффект

1.2.1 Двигатель на основе стоячей волны

1.2.2 Двигатель на основе бегущей волны

1.3 Современные термоакустические двигатели

1.4 Методики расчёта

1.4.1 Термодинамический подход

1.4.2 Акустический подход

1.4.3 Метод электроакустических аналогий

1.4.4 Гибридные методы

Выводы по главе

2 МАТЕМАТИЧЕМКАЯ МОДЕЛЬ ВОЛНЫ В КАНАЛЕ КОЛЬЦЕВОГО СЕЧЕНИЯ

2.1 Обоснование необходимости математической модели каналов

кольцевого сечения

2.2 Допущения

2.3 Основные уравнения линеаризованной акустики

2.4 Уравнения колебаний в канале кольцевого сечения

2.4.1 Определение иг

2.4.2 Определение

2.4.3 Уравнение температуры

2.4.3.1 Граничные условия

2.4.3.2 Температура на стенках

2.4.3.3 Итоговое уравнение температуры

2.4.4 Определение

2.4.5 Энергетические соотношения

Выводы по главе

3 ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКИЕ АНАЛОГИИ

3.1 Основы электроакустических аналогий

3.2 Моделирование основных узлов термоакустических установок

3.2.1 Труба

3.2.2 Податливость

3.2.3 Теплообменники

3.2.4 Коническая труба

3.2.5 Термическая буферная трубка

3.2.6 Регенератор

3.2.7 Сосредоточенный импеданс

3.2.8 Электродинамический генератор

Выводы по главе

4 МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОАКУСТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

4.1 Проектирование термоакустического электрогенератора

4.1.1 Постановка задачи

4.1.2 Начальное приближение геометрии установки и режимов её работы

4.1.3 Моделирование установки и определение частоты

4.1.4 Определение электрических характеристик

4.1.5 Энергетическая модель

4.1.6 Результаты моделирования

4.2 Расчёт рабочих параметров термоакустического двигателя

4.2.1 Начальное приближение геометрии установки и режимов её работы

4.2.2 Моделирование термоакустического двигателя

4.2.3 Алгоритм расчёта

4.2.4 Результаты расчёта

Выводы по главе

5 ИСПЫТАНИЯ ТЕРМОАКУСТИЧЕСКОГО ДВИГАТЕЛЯ

5.1 Конструктивное исполнение ТАД

5.2 Планирование эксперимента

5.3 Экспериментальная установка

5.4 Результаты испытаний

5.4.1 Проверка расчётных параметров

5.4.1.1 Гармоничность динамического давления

5.4.1.2 Оценка тепловых потерь

5.4.1.3 Сравнение амплитуд динамического давления

5.4.1.4 Сравнение тепловых мощностей

5.4.1.5 Оценка эффективности ТАД

5.4.2 Оценка погрешностей измерений

5.4.2.1 Прямые измерения

5.4.2.2 Косвенные измерения

Выводы по главе

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Список литературы

Приложение А. Термодинамические и теплофизические свойства газов

Приложение Б. Неоднородное уравнение Бесселя

Приложение В. Асимптотические разложения вспомогательных функций

Приложение Г. Программа расчёта параметров термоакустического двигателя