

вые двухфазные течения. - М. Энергия, 1974.

3. Мероприятия по повышению надёжности объединённой системы суфлирования опор компрессоров двигателя НК-25. Технический отчёт ОАО СНТК им. Н. Д. Кузнецова №001.6114, 1984 г.

4. Экспериментальное исследование возможности увеличения пропускной способности системы суфлирования опор компрессора двигателя НК-25. Технический отчёт ОАО «СНТК им. Н.Д. Кузнецова» №001.8058, 1985 г.

5. МУ 1.1.189-89 Масляные системы га-

зотурбинных двигателей. Метод определения избыточности системы суфлирования масляных полостей.

6. Петров П. Г. Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук, «Теоретическое и экспериментальное исследование осевых центробежных суфлёров осевого типа» М., МАИ, 1976 г.

7. Патент №1241785 РФ «Система смазки стационарного газотурбинного двигателя» (Орлов В.Н., Василишин М.Т., Жуков СВ., Трянов А.Е., Осипкин Г.В.), действующий с 11.05. 94 г., класс F01M 1/12, F02C 7/06/

УДК 621.486

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАЗВИТИЯ ТЕРМОАКУСТИЧЕСКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Зиновьев Е.А., Довгялло А.И., Воротников Г.В.

Самарский государственный аэрокосмический университет

Zynovyev E.A., Dovgyallo A. I., Vorotnikov G.V. The report considers the main development thermoacoustic engines stages. The state-of-the-art in research being currently carried out in Russia and other countries is given. It presents the features of thermally induced acoustic oscillations in thermoacoustic traveling-wave engine.

В настоящее время термоакустические двигатели представляют собой новый класс энергетических систем, способных преобразовывать тепловую энергию в полезную механическую работу посредством использования акустических волн.

Они обладают большим практическим потенциалом, что проявляется в их сравнительно высокой надёжности, низком уровне стоимости, минимальном количестве подвижных частей, использовании недорогих материалов и невысоких требованиях по технологичности.

Парадигма термоакустики открывает возможность замены широкого класса термомеханических устройств волновыми системами. Теоретическая эффективность преобразования энергии таких систем зависит от величины температурного перепада, и составляет приблизительно 60% относительно цикла Карно.

Термоакустические двигатели также являются новым перспективным направлением в области разработки бортовых систем авиационного и космического назначения, а также энергосберегающих технологий.

В докладе рассмотрены основные этапы развития термоакустических двигателей. На примере простейшей модели двигателя на основе бегущей волны представлены особенности механизма термического возбуждения акустических колебаний.

Рассмотрен процесс колебательного движения газа в регенераторе и осуществляемый в нем процесс теплопереноса. Показано, что под действием бегущей акустической волны газ осуществляет термодинамический цикл, эффективность которого сопоставима с эффективностью цикла Стирлинга.

Представлен краткий обзор публикаций, результатов экспериментальных исследований и опыта создания подобных устройств.

Приведена оценка состояния проводимых в России и странах запада исследований в области разработки и создания термоакустических двигателей. Приведенные данные свидетельствуют о том, что, несмотря на достаточно большое количество публикаций с физической точки зрения указанные системы изучены не достаточно полно.

В заключительной части доклада обозначены перспективы развития термоакустических двигателей и их использование в аэрокосмической отрасли.

Работа выполнена в рамках реализации ФЦП “Научные и научно-педагогические кадры инновационной России” на 2009–2013 годы (госконтракт № 14.740.11.0528).

УДК 621.486

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛИКА ТЕРМОАКУСТИЧЕСКОГО ДВИГАТЕЛЯ ПО ХАРАКТЕРИСТИКАМ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ ЧАСТИ НА ОСНОВАНИИ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Крючков А.Н., Воротников Г.В., Зиновьев Е.А

Самарский государственный аэрокосмический университет

Kruchkov A.N., Vorotnikov G.V., Zynovyev E.A. Thermoacoustic generator, consisting of a thermoacoustic travelling-wave engine and linear alternator 1S102MA, is being considered. Parametric analysis is carried out by method electroacoustic analogy for the design optimization. Authors received different device-performance dependencies for analysis of apparatus behavior.

Термоакустические генераторы – энергетические преобразователи, служащие для конвертации тепловой энергии любого происхождения в электрическую по средством акустических волн.

Рассмотрен термоакустический генератор, состоящий из термоакустического двигателя на основе бегущей волны и линейного электрогенератора 1S102MA производства США. Приведено обоснование выбранной схемы установки, описание основных конструктивных узлов. Термодинамический узел термоакустического двигателя, включающий теплообменники, регенератор и буферную трубку, выполнен на основании анализа зарубежных аналогов. Величина пор регенератора рассчитана исходя из глубины вязкого и термического проникновения для обеспечения максимального термического контакта рабочего тела с пористой средой.

Для параметрического исследования поведения установки создана математическая модель термоакустического генератора, основанная на методе электроакустических аналогий. Основные элементы акустической цепи представлены сосредоточенными элементами: инерционностями, податливостями

и резистивностями. Описана математическая модель электрического генератора, как электроакустического четырёхполюсника, получено выражение для моделирования генератора как акустической нагрузки. Получена зависимость к.п.д. линейного электрогенератора от акустической мощности и электрической нагрузки при максимальном ходе поршня.

Обоснована необходимость настройки системы на рабочую точку. Получены выражения для внутреннего к.п.д. установки, зависимости мощности электрогенератора от хода его поршня, амплитуды давления, частоты. Определён диапазон параметров, в котором расположена оптимальная рабочая точка. На основании полученных зависимостей проведен анализ поведения установки в диапазоне частот при различной геометрии термоакустического двигателя.

Приведены частные рекомендации по созданию системы настройки на рабочую точку. Не прибегая к энергетическим уравнениям, выполнена начальная оценка эффективности установки исходя из оценки ожидаемых потерь.