

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПУЛЬСАЦИОННОЙ ТУРБИНЫ ДЛЯ ТЕРМОАКУСТИЧЕСКОГО ДВИГАТЕЛЯ

Шиманов А. А.<sup>1</sup>, Довгялло А. И.<sup>1</sup>, Неверов И. А.<sup>1</sup>, Красинский Д. Б.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Самарский университет, г. Самара, [ashimanov@gmail.com](mailto:ashimanov@gmail.com)

*Ключевые слова: термоакустический двигатель, пульсационная турбина, акустическая мощность, осциллирующий поток, линейный генератор*

Пульсационные турбины получили своё развитие совместно с появлением термоакустических двигателей – преобразователей тепла в энергию акустической волны с дальнейшим получением механической и электрической энергии.

Термоакустический двигатель предполагает получение механической работы на поршне в условиях резонансной частоты движения поршня и частоты колебаний газового столба в резонаторе. Причиной возникновения акустических волн в резонаторе является сложный процесс преобразования тепла в энергию осциллирующего потока газа за счет осуществления в микрообъемах газа термодинамических циклов, аналогичных циклу.

В термоакустических двигателях (ТАД) в настоящее время, как правило, используются поршневые линейные электрогенераторы (так называемые “альтернаторы”), поршни которых, совершая возвратно-поступательное движения, в магнитном поле генерируют электроэнергию. Очевидными недостатками применения поршневых альтернаторов являются требования по зазору, динамическая неуравновешенность, габариты по диаметру и ограниченный ресурс. Получение однонаправленного (вращательного) движения (как на турбине) было бы весьма перспективным для ТАД.

Для исследования влияния осевой пульсационной турбины на акустический поток была собрана экспериментальная установка.

Экспериментальная установка (рис. 1) для исследования энергетики акустической волны представляет собой резонатор с установленной внутри осевой пульсационной турбиной и звуковой генератор. В качестве резонатора используется пластиковая труба с изменяемой длиной и одним заглушенным концом. Вдоль всей трубы имеются отверстия с шагом 100 мм для измерения давления внутри трубы. Имеется возможность установки турбины на любом расстоянии от звукового генератора. Профили лопаток рабочего колеса осевой пульсационной турбины были спроектированы на основе газодинамического расчёта. В корпусе турбины имеются два отверстия на расстоянии 100 мм для измерения давления на входе и выходе из турбины. Звуковой генератор выполнен из динамика, усилителя и программного генератора частоты. Резонатор и звуковой генератор соединены с помощью конфузорного конуса и соединительных колец.

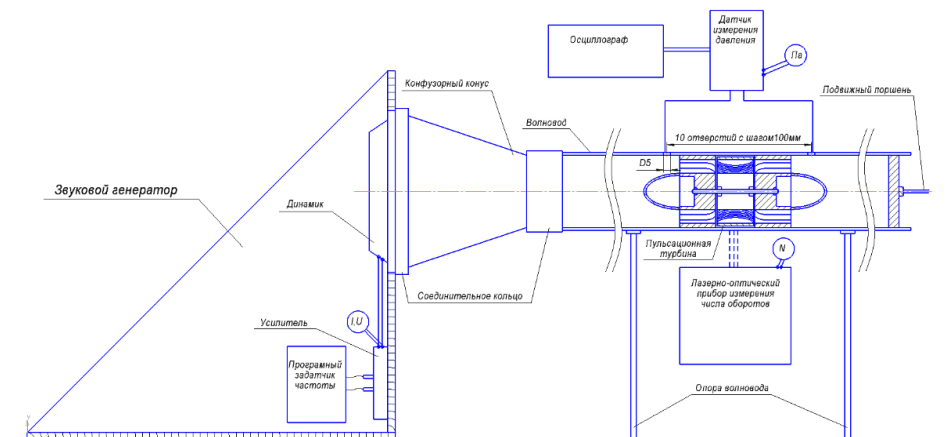


Рис.1 – Схема экспериментальной установки

Испытания проводились с целью определить зависимость частоты вращения турбины от расстояния между турбиной и звуковым генератором и частоты звуковых волн. Для этого были проведены замеры частоты вращения турбины при частотах звуковой волны 50 – 250 Гц.

В результате эксперимента наибольшая эффективность достигалась при соотношении расстояния установки турбины к длине резонатора равном 0,65 при этом частота вращения турбины достигала 6500 об/мин.

Результаты работы получены с использованием оборудования центра коллективного пользования «Межкафедральный учебно-производственный научный центр САМ-технологий» при финансовой поддержке Минобрнауки России (проект № 0777-2020-0019).

#### Список литературы

1. Dovgyallo, A.I., Zinovyev, E.A., Nekrasova, S.O., Numerical model of the onset of acoustic oscillations in a pulse tube engine // Applied Thermal Engineering, Volume 107, 25 August 2016, Pages 1138-1144.

2. Pereiras, B. Castro F., Marjani A., Rodriguez M. A. An improved radial impulse turbine for OWC. Renewable Energy. 2011. V. 36, no. 5. P. 1477–1484.

3. Kees de Block, Pawel OWCZAREK, Maurice-Xavier FRANCOIS. Bi-directional turbines for converting acoustic wave power into electricity, 9th PAMIR International Conference, Riga, Latvia, 2014, 433-438.

4. Kaneuchi K., Nishimura K., Evaluation of bi-directional turbines using the two-sensor method // Third international workshop on thermoacoustics., 26 – 27 October 2015, University of Twente, Enschede.

5. Довгялло А.И., Шиманов А.А. Возможность использования импульсной двунаправленной турбины в термоакустическом двигателе // Вестник СГАУ, Т. 14, №1 – Самара 2015, – С. 132-138.

#### Сведения об авторах

Шиманов Артём Андреевич, старший преподаватель. Область научных интересов: рабочие процессы тепловых и холодильных машин, бортовая энергетика, энергосбережение, термоакустика.

Довгялло Александр Иванович, д-р техн. наук, профессор. Область научных интересов: рабочие процессы тепловых и холодильных машин, бортовая энергетика, энергосбережение, термоакустика.

Неверов Иван Александрович, студент. Область научных интересов: рабочие процессы тепловых и холодильных машин.

Красинский Дмитрий Борисович, канд. техн. наук, ведущий инженер НОЦ ГДИ-209. Область научных интересов: радиотехника, автоматизация испытаний.

## EXPERIMENTAL RESEARCH OF IMPULSE TURBINE FOR THERMOACOUSTIC ENGINE

Shimanov A.A.<sup>1</sup>, Dovgyallo A.I.<sup>1</sup>, Neverov I. A.<sup>1</sup>, Krasinskiy D.B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Samara National Research University, Samara, Russia, [ashimanov@gmail.com](mailto:ashimanov@gmail.com)

*Keywords: thermoacoustic generator; pulse turbine; acoustic power; oscillating gas stream; linear generator*

The appearance and development of pulsation turbines is due to the advent of thermoacoustic engines – converters of heat into acoustic wave energy with the subsequent receipt of mechanical and electrical energy.

A thermoacoustic engine involves obtaining mechanical work on a piston under conditions of a resonant frequency of movement of the piston and frequency of oscillations of the gas column in the resonator. The reason for the appearance of acoustic waves in the resonator is the complex process of converting heat into energy of an oscillating gas flow due to thermodynamic cycles in microvolumes of gas analogous to the Stirling cycle.