

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ШУМОГЛУШЕНИЯ И ВЫРАБОТКИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ НА БАЗЕ ПУЛЬСАЦИОННОЙ ДВУНАПРАВЛЕННОЙ ТУРБИНЫ

Гаев Е.С.¹, Довгялло А.И.¹, Шиманов А.А.¹, Лопатин А.Л.¹

¹Самарский университет, г. Самара, eugine_gaev94@mail.ru

Ключевые слова: пульсационная турбина, акустическая мощность, экспериментальная установка, резонатор, звуковой генератор.

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

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. По всей длине 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.

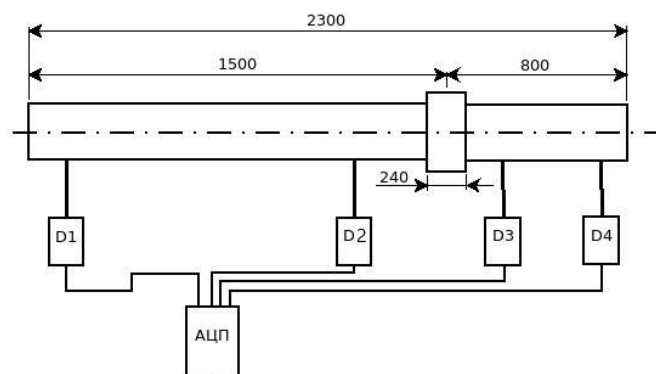


Рисунок 1 – Общий вид экспериментальной установки

При проведении эксперимента замеры давлений производились в местах установки датчиков D1, D2, D3, D4, на расстоянии 200, 1000, 1720, 2220 мм от звукового генератора, соответственно. При преобразовании сигналов от датчиков через аналогово-цифровой преобразователь, были получены истинные значения давлений в указанных выше точках. По результатам измеренных давлений построены графики распределения давления по длине резонатора.

Испытания проводились с целью определить оптимальное положение турбины, в котором будет ее максимальная частота вращения (обороты) в зависимости от частоты звуковой волны. Для этого были проведены замеры частоты вращения турбины при частотах звуковой волны 40 – 200 Гц.

Графики зависимостей, построенные по результатам экспериментов представлены на рис. 2 и 3.

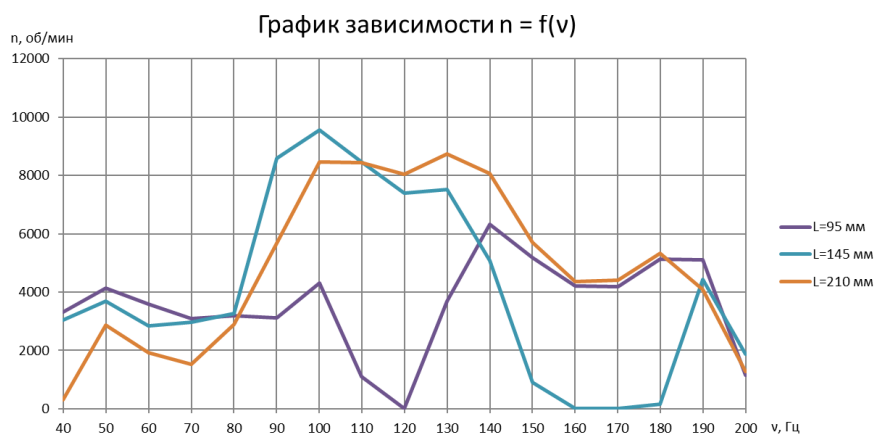


Рисунок 2 – График зависимости оборотов турбины от частоты звуковой волны

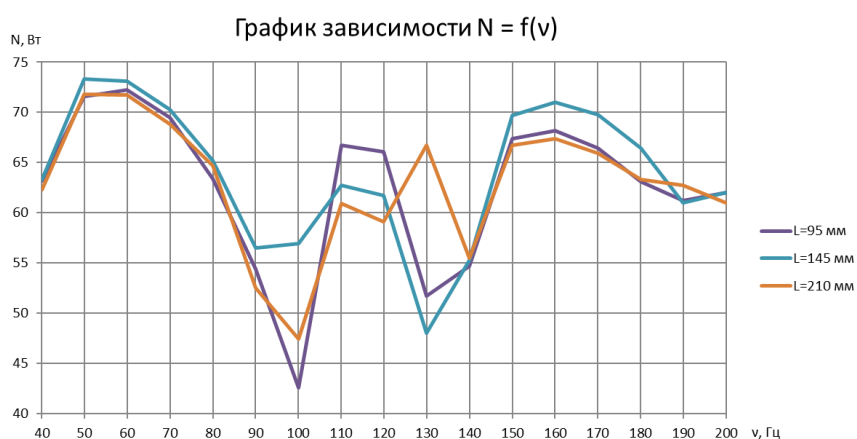


Рисунок 3 – График зависимости мощности, потребляемой звуковым генератором от частоты звуковой волны

В результате экспериментальных исследований было определено, что частота звуковой волны, при котором турбина развивала наибольшие обороты, составила 100 Гц, при установке турбины в 2-х положениях:

- на расстоянии 145 мм от звукового генератора, при этом обороты турбины $n = 9545$ об/мин, а мощность, звуковым генератором $N_{\text{потр}} = 56,9$ Вт;
- на расстоянии 210 мм от звукового генератора, при этом обороты турбины $n = 8472,5$ об/мин, а мощность, звуковым генератором $N_{\text{потр}} = 47,4$ Вт.

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, PP. 1138-1144.
2. Pereiras B. Castro F., Marjani A., Rodriguez M. A. An improved radial impulse turbine for OWC. Renewable Energy. 2011. V. 36, № 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, PP. 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

Гаев Евгений Сергеевич, аспирант. Область научных интересов: тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов, бортовая энергетика, термоакустика.

Довгялло Александр Иванович, д.т.н., профессор. Область научных интересов: рабочие процессы тепловых и холодильных машин, бортовая энергетика, энергосбережение, термоакустика.

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

Лопатин Алексей Леонидович, аспирант. Область научных интересов: тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов, бортовая энергетика, энергосбережение.

EXPERIMENTAL STUDIES OF A NOISE REDUCTION SYSTEM AND ADDITIONAL ENERGY GENERATION BASED ON A PULSATING BIDIRECTIONAL TURBINE

Gaev E.S.¹, Dovgyallo A.I.¹, Shimanov A.A.¹, Lopatin A.L.¹

¹Samara University, Samara, Russia, eugine_gaev94@mail.ru

Keywords: pulsation turbine, acoustic power, experimental installation, resonator, sound generator.

Pulsating bidirectional turbines were developed together with the advent of thermoacoustic motors – heat converters into acoustic wave energy with further production of mechanical and electrical energy.

To study the effect of an axial pulsation turbine on the acoustic flow, an experimental installation was assembled.

The experimental setup (Fig. 1) for the study of acoustic wave energy is a resonator with an axial pulsation turbine installed inside and a sound generator. A plastic tube with a variable length and one plugged end is used as a resonator. Along the entire length of the pipe there are holes with a step of 100 mm for measuring the pressure inside the pipe. It is possible to install the turbine at any distance from the sound generator.