

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМ ШУМОГЛУШЕНИЯ И ВЫРАБОТКИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ НА БАЗЕ ПУЛЬСАЦИОННОЙ ДВУНАПРАВЛЕННОЙ ТУРБИНЫ С ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОМ

Шиманов А.А.<sup>1</sup>, Довгялло А.И.<sup>1</sup>, Гаев Е.С.<sup>1</sup>, Лопатин А.Л.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Самарский университет, г. Самара, shimanov.aa@ssau.ru

*Ключевые слова:* пульсационная турбина, акустическая мощность, шумоглушение, резонатор, звуковой генератор.

В результате работы энергетических установок генерируются звуковые волны, которые выражены постоянно изменяющимся давлением  $p$  по определённому закону (рис. 1). Пиковые значения  $p_a$  являются амплитудой, которая определяет акустическую мощность. Газ, движущийся в системе, периодически изменяет направление, его средняя скорость за цикл будет равна нулю. Но пиковые значения скорости можно использовать для вращения двунаправленной турбины.

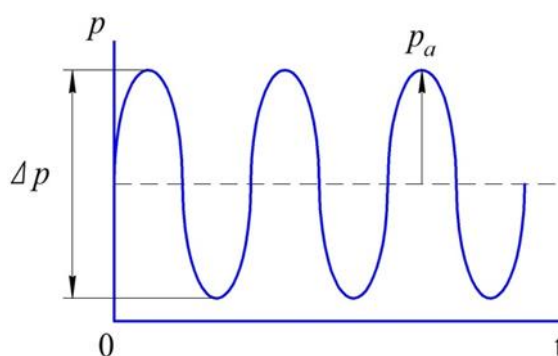


Рисунок 1 – График изменения давления в термоакустической системе

Принцип работы предлагаемого устройства заключается в том, что акустическая волновая энергия, в выхлопной системе двигателя или в выпускной магистрали сжатого газа компрессора направляется в специально организованные акустические тракты, содержащие одну или несколько пульсационных турбин которые, преобразуя акустическую энергию осциллирующего газового потока в механическую и далее в электрическую энергию, отбирают часть общей акустической энергии от выхлопной системы энергетической установки в результате чего снижается уровень акустического давления в выпускном трубопроводе энергетической установки и таким образом реализуется двойной положительный эффект: получение дополнительной энергии и снижение уровня шума.

Схема блока шумоглушения разрабатываемой системы представлена на рисунке 2.

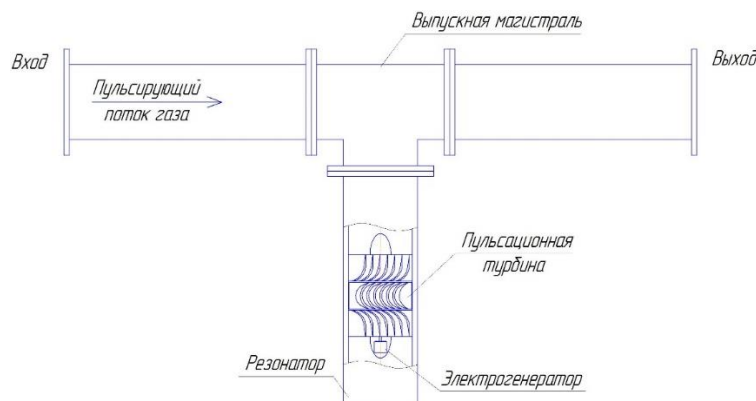


Рисунок 2 – Схема блока шумоглушения

При проведении эксперимента, замеры давлений производились на участке резонатора с удалением 50-210 см звукового генератора источника с шагом 10 см. 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 с установленной турбиной и без неё.

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. График зависимости изменения давления по длине резонатора при частоте звуковой волны 50 Гц представлен на рисунке 3.

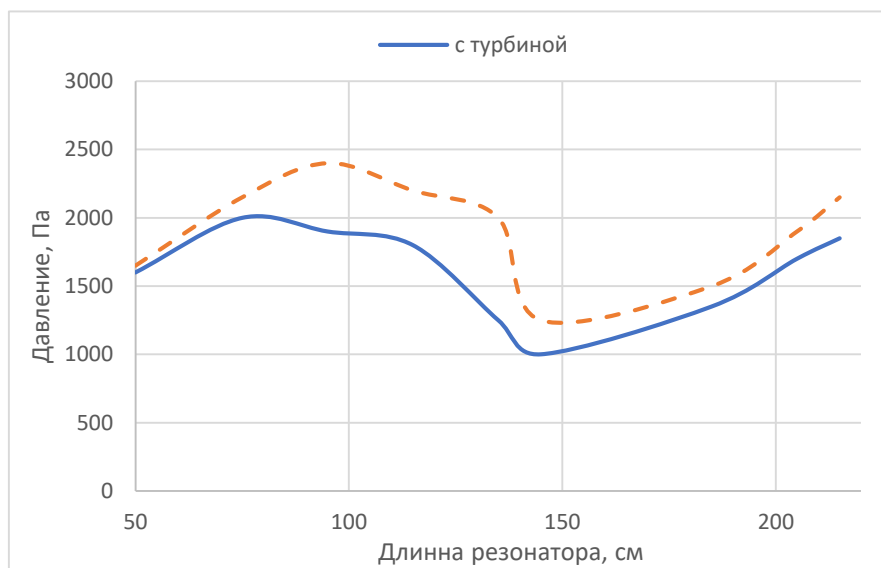


Рисунок 3 – График зависимости изменения давления по длине резонатора

По результатам эксперимента видно, что давление во всех точках в случае с турбиной ниже, чем без турбины. Снижение амплитуды пульсаций давления может быть обусловлено тем, что турбина поглощает часть акустической энергии и как следствие снижает шумовую нагрузку.

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. Патент 2626192 Российская Федерация, МПК F01N 5/04. Способ шумоглушения и устройство для утилизации акустической энергии в выхлопных системах энергетических установок / А.И. Довгялло, А.А. Шиманов, Д.А. Довгялло; заявитель и патентообладатель Самарский университет. № 2016138934; заявл. 27.03.03; опубл. 24.07.17, Бюл. № 21.
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.

## **DEVELOPMENT OF NOISE REDUCTION AND ADDITIONAL ENERGY GENERATION SYSTEMS BASED ON A PULSATING BIDIRECTIONAL TURBINE WITH AN ELECTRIC GENERATOR**

Shimanov A.A.<sup>1</sup>, Gaev E.S.<sup>1</sup>, Dovgyallo A.I.<sup>1</sup>, Lopatin A.L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Samara University, Samara, Russia, shimanov.aa@ssau.ru

*Keywords: pulsation turbine, acoustic power, noise reduction, resonator, sound generator.*

As a result of the operation of power plants, sound waves are generated, which are expressed by a constantly changing pressure  $p$  according to a certain law.

Peak values of  $p_a$  are the amplitude that determines the acoustic power. The gas moving in the system periodically changes direction, its average velocity per cycle will be zero. But the peak speed values can be used to rotate a bidirectional turbine.

The principle of operation of the proposed device is that the acoustic wave energy in the exhaust system of the engine or in the exhaust line of the compressed gas of the compressor is directed to specially organized acoustic paths containing one or more pulsating turbines which, converting the acoustic energy of the oscillating gas flow into mechanical and further into electrical energy, a part of the total acoustic energy is taken from the exhaust system of the power plant, as a result of which the level of acoustic pressure in the outlet pipeline of the power plant is reduced and thus a double positive effect is realized: obtaining additional energy and reducing the noise level.