

КРИОГЕННЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ТЕРМОАКУСТИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА

Сивуха Д.В.¹, Шихалев В.И.¹, Некрасова С.О.¹

¹Самарский университет, г. Самара, sivuha.d@mail.ru

Ключевые слова: криогенное охлаждение, термоакустический генератор, свободный поршень, кольцевой резонатор.

В наши дни в энергетике наблюдается рост доли использования сжиженного природного газа в общем энергопотреблении таких стран как Китай, Индия и др. Рекуперация холодной энергии, вырабатываемой в процессе регазификации сжиженного природного газа (СПГ), способствует повышению энергоэффективности систем производства электроэнергии на СПГ [1-3].

В данной работе представлена модель криогенного преобразователя энергии, в основе рабочего процесса которого лежит термодинамический цикл, аналогичный циклу Стирлинга, реализуемый на основе самоподдерживающихся колебаний давления внутри контура двигателя. В связи с тем, что данный преобразователь лишен движущихся частей в зоне подвода газифицируемой криогенной жидкости, данный двигатель является более надежным в эксплуатации. Также он полностью автономен и не расходует рабочее тело. Такая установка предназначена для выработки энергии на локальных объектах с большим периодом заправки. Целями работы являются проведение экспериментального исследования, определение условий, параметров запуска и работы термодинамического цикла преобразователя.

Экспериментальная установка была разработана на кафедре теплотехники и тепловых двигателей. В нее входит термоакустическая установка и система подачи азота, приборы и аппаратура сбора и обработки экспериментальных данных. Установка представляет собой кольцевой волновод, который имеет более компактные размеры по сравнению с аналогами. В ходе экспериментальных исследований фиксировались параметры рабочего тела и перемещения свободного поршня (рис. 1), выполняющего роль нагрузки.

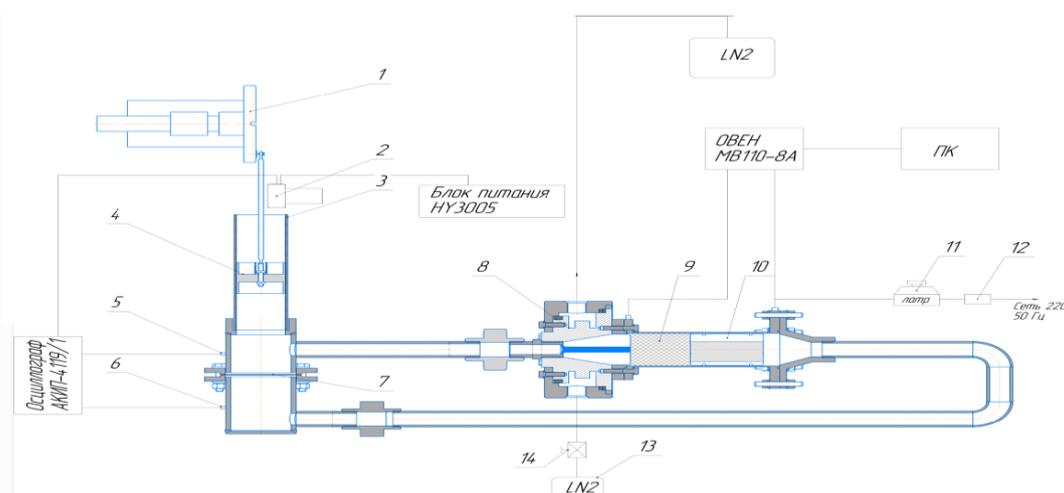


Рисунок 1 – Схема экспериментального стенда для исследования параметров низкотемпературного преобразователя энергии на основе ТАД

1 – маховик; 2 – лазерный датчик перемещения; 3 – индицируемая полость цилиндра двигателя; 4 – поршень; 5, 6 – датчики давления ДАД (0,1 МПа); 7 – мембрана; 8 – основной проточный холодный теплообменник; 9 – регенератор; 10 – горячий теплообменник – нагреватель; 11 – автотрансформатор; 12 – ваттметр; 13 – сосуд Дьюара; 14 – кран; T1-T2 – датчики температуры

Рабочим телом внутри установки выступает атмосферный воздух. Конструкция установки герметична благодаря сварной конструкции узлов и использованию уплотнений в разъемных соединениях и отверстиях. Для увеличения градиента температур было решено обеспечить подвод тепла при помощи теплообменника – нагревателя. Внутри корпуса был

установлен электронагреватель с мощностью 500 Вт. Охлаждение производится за счет теплообменника – охладителя щелевого типа.

В результате проведенных экспериментов были получены следующие значения параметров: температура запуска составила 300 К на нагревателе и 110 К на охлаждающем теплообменнике, частота поршня колебалась в диапазоне 20...30 Гц, изменение давления составило в среднем 8 кПа, индикаторная мощность равна 3.0...7 Вт.

Список литературы

1. Dovgyallo A.I., Uglanov D.A., Blagin E.V. etc. Technique for Using the Indicative Library of Characteristic Fields in the Design of Low-Temperature Power Plants with Low-Grade Heat Utilization // Chemical and Petroleum Engineering 2022. Vol. 57. Issue 11-12. P. 930-939.

2. Xiong Y, Luo P, Hua B. A novel CO₂-capturing natural gas combined cycle with LNG cold energy utilization. Energy Proc 2014 V. 61: P. 899-903.

3. Zhao L, Dong H, Tang J, Cai J. Cold energy utilization of liquefied natural gas for capturing carbon dioxide in the flue gas from the magnesite processing industry. Energy 2016; V. 105: P. 45-56.

Сведения об авторах

Сивуха Д.В., инженер – конструктор, Научно-образовательный центр газодинамических исследований. Область научных интересов: холодильная и криогенная техника.

Шихалев В.И., инженер – конструктор, Научно-образовательный центр газодинамических исследований. Область научных интересов: холодильная и криогенная техника.

Некрасова С.О., к.т.н., доцент кафедры теплотехники и тепловых двигателей. Область научных интересов: холодильная и криогенная техника.

CRYOGENIC ENERGY CONVERTER BASED ON A THERMOACOUSTIC GENERATOR

Sivuha. D.V.¹, Shikhalev V.I.¹, Nekrasova S.O.¹

¹Samara University, Samara, Russia, sivuha.d@mail.ru

Keywords: cryogenic cooling, thermoacoustic generator, free piston, ring resonator.

Nowadays, in the energy sector, there is an increase in the share of the use of liquefied natural gas in the total energy consumption of countries such as China, India, etc. The recovery of cold energy generated during the regasification of liquefied natural gas (LNG) contributes to improving the energy efficiency of LNG power generation systems. Currently, recuperation and cycles of power plants based on it are mainly used in the regasification of LNG during gas treatment in large terminals.

This work presents a model of a cryogenic energy converter based on a thermodynamic cycle similar to the Stirling cycle, implemented on the basis of self-sustaining pressure fluctuations inside the engine circuit. The objectives of the work are to conduct an experimental study, determine the conditions, parameters of the start and operation of the thermodynamic cycle of the converter.