

ТЕПЛООБМЕН И ГИДРОДИНАМИКА СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ И ПОДАЧИ ТОПЛИВА ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Зрелов В.А.¹, Некрасова С.О.¹, Сивуха Д.В.¹

¹Самарский университет, г. Самара, nekrasova.so@ssau.ru

Ключевые слова: гибридный двигатель, предохлаждение, криогенное топливо, гидравлические потери.

В перспективных разработках в области аэрокосмического двигателестроения появляется много технических приложений, в которых требуется применение криогенного топлива. Это системы предварительного охлаждения воздуха в разрабатываемых гиперзвуковых реактивных двигателях для достижения повышенных показателей тяговооруженности, удельного импульса и улучшения характеристик двигателя, системы обеспечения и поддержания теплового состояния элементов летательного аппарата и двигателя, системы подготовки и подачи криогенного топлива и другие [1, 2].

В связи с этим в данной работе рассмотрены области применения криогенных теплообменных аппаратов и испарителей, систематизированы условия и ограничения технологии изготовления, эксплуатации, а также выявлены конструктивные способы обеспечения интенсификации теплообмена в микроканалах. Наиболее сложным явлением при эксплуатации теплообменника-газификатора является проявление неустойчивых процессов, проявляющихся в пульсациях давления, расхода и температуры потока перед и за теплообменником-газификатором [3]. Для устранения этих явлений, например, в системах подачи криогенного топлива, используют увеличение сопротивления канала посредством установки дроссельного сопротивления. Устанавливаемые сопротивления проектируются на перепад давления канала по жидкости и по газовой линии. В качестве критерия используют отношения суммарного перепада давления на участке системы с криогенным топливом в жидком состоянии и потерь давления на парожидкостном участке системы [4]. Таким образом, для отстройки колебаний теплообменника-газификатора необходимо исследовать процесс парообразования в теплообменнике и определить для различных диапазонов значений входных параметров.

Для исследования характера тепловых явлений, протекающих в теплообменнике при газификации водорода, в данной работе решены следующие задачи: определены конструктивные размеры теплообменника-газификатора водорода в условиях подогрева парогазовой смесью, получены данные по интенсивности теплообмена на участке двухфазного течения водорода, проведена оценка гидравлических потерь участка парообразования. Полученные результаты позволят выполнять оптимизационные расчёты испарительных теплообменных аппаратов авиационных криогенных систем.

Список литературы

1. Zhen-guo Wang, Yuan Wang, Jian-qiang Zhang, Bei-chen Zhang Overview of the key technologies of combined cycle engine precooling systems and the advanced applications of micro-channel heat transfer // Aerospace Science and Technology. Volume 39, December 2014, 31-39. Vol. 39. Issue 11-12. P. 31-39.
2. Xin Pan, Silong Zhang, Yuguang Jiang, Jiang Qin*, Wen Bao Key parameters effects and design on performances of hydrogen/helium heat exchanger for SABRE3 // International Journal of Hydrogen Energy. Volume 42, Issue 34, 24 August 2017, Pages 21976-21989.
3. Lulu Hu, Peng Yang, Pengfan Chen, Yingwen Liu Numerical study on suppression of thermoacoustic oscillation in cryogenic helium pipeline system // Cryogenics. Volume 117, July 2021, № 103311.
4. Герлига В.А. Гидравлика газожидкостных смесей и потоков при сверхкритическом давлении [Текст] / В.А. Герлига, И.И. Морозов. Л.: Энергия, 1965.

Сведения об авторах

Зрелов Владимир Андреевич, д.т.н., профессор кафедры конструкции и проектирования двигателей летательных аппаратов. Область научных интересов: конструкция газотурбинных двигателей, история науки и техники, методология научных исследований и проектирования технических систем.

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

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

HEAT EXCHANGE AND HYDRODYNAMICS COOLING AND FUEL SUPPLY SYSTEMS OF GAS TURBINE ENGINE

Zrelov V.A.¹, Nekrasova S.O.¹, Sivukha D.V.¹

¹Samara University, Samara, nekrasova.so@ssau.ru

Keywords: hybrid engine, pre-cooling, cryogenic fuel, hydraulic losses.

In promising developments in the field of engine design, there are many technical applications where cryogenic fluid preparation is required. These are systems of air pre-cooling in developed hypersonic jet engines to achieve increased thrust-to-weight ratio, specific impulse and improved engine performance, systems of preparation and injection of cryogenic fluids to prevent icing of aircraft systems, supply of a rocket engine cryogenic fuel.

To study the nature of thermal phenomena occurring in a hydrogen gasification heat exchanger, the following design and operating problems were solved in this paper. The design dimensions of the hydrogen heat exchanger under conditions of heating with a steam-gas mixture were obtained. Data on the intensity of heat exchange in the two-phase hydrogen flow section were evaluate, to estimate the hydraulic losses of the steam-formation section. The results obtained will make it possible to perform optimization calculations of evaporative heat exchangers in cryogenic systems of new engineering.