

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ БАЛЛОНА С КРИОГЕННОЙ ЗАПРАВКОЙ И БАЛЛОНА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ ДРОССЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ

Шиманова А.Б.¹, Угланов Д.А.¹, Пулькина А.Ю.¹, Хамматов М.Т.¹

¹Самарский университет, capkova.ab@ssau.ru

Ключевые слова: дроссельная система охлаждения, удельная холодопроизводительность, расход, давление

Дроссельные системы охлаждения широко используются в различных отраслях промышленности, включая авиационную, космическую и энергетическую. Эти системы обеспечивают эффективное охлаждение компонентов оборудования, предотвращая их перегрев и обеспечивая долговечность и надежность работы. Важным элементом дроссельных систем являются баллоны, в которых хранится рабочее вещество, используемое для охлаждения. В настоящее время применяются два основных типа баллонов: с криогенной заправкой и высокого давления. [1].

Одним из основных элементов дроссельной системы (ДСО) охлаждения является баллон для хранения и выдачи продукта. В данной работе предлагается использовать в качестве такой емкости баллон с криогенной заправкой (БКЗ) [2,3,4].

В настоящей работе был произведен сравнительный анализ двух принципиальных ДСО (рис. 1) с баллоном высокого давления (БВД) и БКЗ в составе.

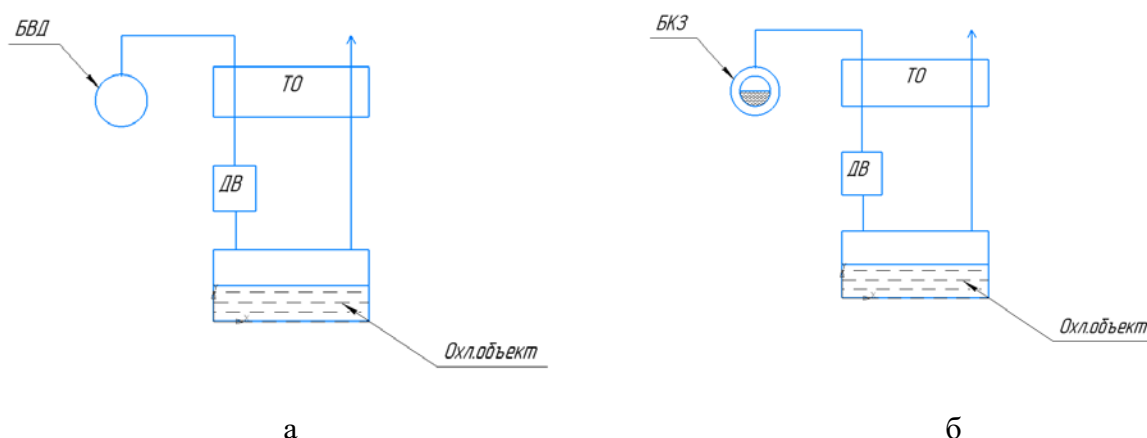


Рис. 1 – Принципиальные схемы объекта исследования

При этом было проведено сравнение двух вариантов баллона в составе ДСО:

1. Холодопроизводительность ДСО $Q=1$ Вт, масса азота в БВД составляла 1 кг, температура азота 300 К, давление 10 - 40 МПа
2. Холодопроизводительность ДСО $Q=1$ Вт, масса азота в БКЗ составляла 1 кг, температура азота 150 К, давление 5 - 10 МПа

Расчет производился с использованием ПО Python, после была произведена обработка результатов, результат которой представлен ниже (рис. 2 и рис. 3).

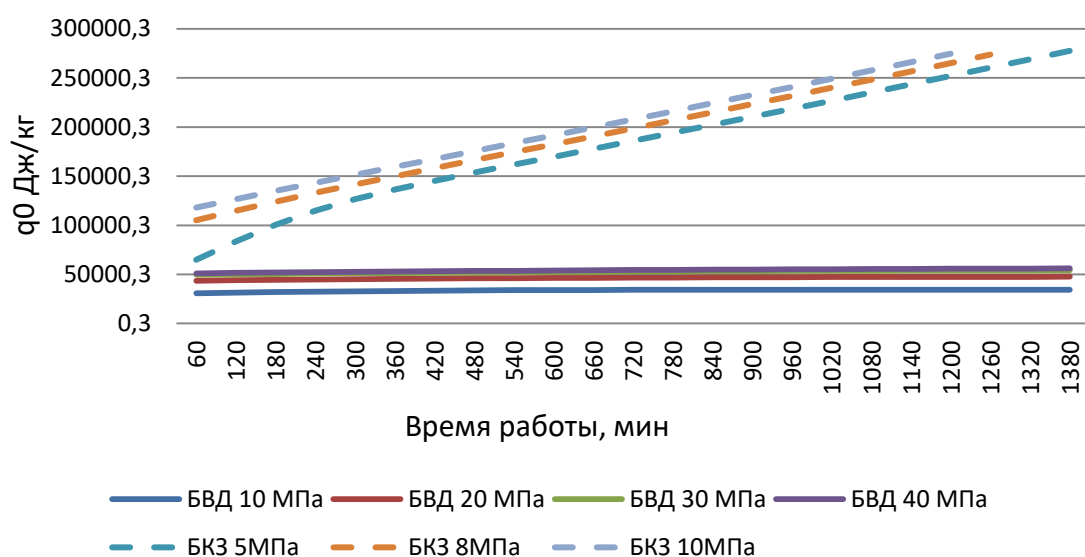


Рис.2 – Зависимость количества теплоты от времени

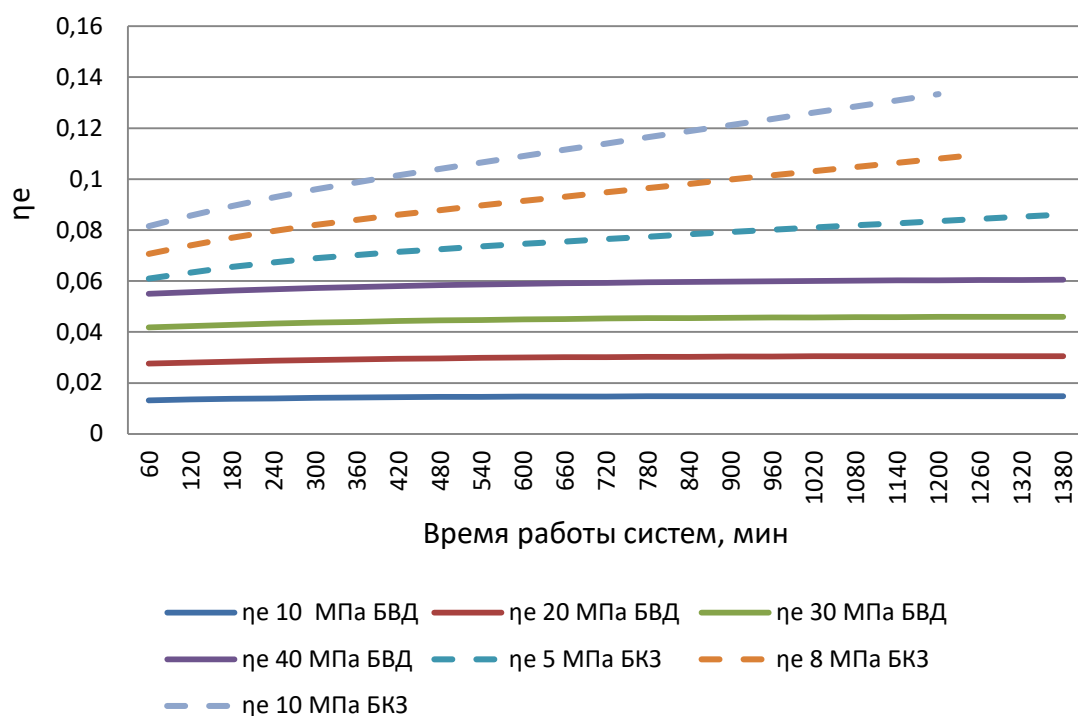


Рис. 3 – Зависимость удельной холодопроизводительности от времени

Заключение

На основании проведенного аналитического исследования, интеграция блока криогенного охлаждения (БКЗ) в дроссельные системы охлаждения демонстрирует объективную эффективность и актуальность данного технического решения. БКЗ обладает значительным потенциалом для внедрения в технологии, использующие криогенные жидкости, однако для формирования максимально полной и убедительной доказательной базы необходимо проведение дополнительных экспериментальных исследований и уточняющих расчетов.

В контексте современных тенденций развития криогенных технологий, внедрение БКЗ представляется важным шагом в оптимизации рабочих процессов и повышении энергоэффективности систем охлаждения. Комплексный анализ технических характеристик и

эксплуатационных параметров БКЗ позволяет сделать вывод о его высокой адаптивности к интеграционным задачам в области криогенной инженерии.

Результаты работы получены при финансовой поддержке Минобрнауки России (проект № FSSS-2024-0017).

Список литературы

1. А.И. Довгялло, Д.В. Сармин, Д.А. Угланов / Дроссельная бортовая система охлаждения на базе баллона с криогенной заправкой / Прикладная физика, 210. С. 129 – 132.
2. Пат. 2163699 Российская Федерация, МПК F17C 9/02. Топливный баллон / Довгялло А. И., Лукачев С. В., Романов И. Г., Россеев Н. И., Цибизов Ю. И., заявитель и патентообладатель Самарский государственный аэрокосмический университет им.акад.С.П.Королева, № 99114577/06; заявл. 02.07.99; опубл. 27.02.01, Бюл. №6. – 4 с. : ил.
3. Сармин, Д. В. Разработка методик расчета, проектирования и испытания баллона с криогенной заправкой для бортовой дроссельной системы охлаждения: дис. ... канд. тех. наук: 05.07.07 / Сармин Дмитрий Викторович. – Самара, 2013. – 160 с.
4. Шиманова А.Б. Метод проектирования баллона с криогенной заправкой двигательных установок летательных аппаратов: дис. ... канд. тех. наук: 05.07.05 / Шиманова Александра Борисовна. — Самара, 2022. — 138 с.

Сведения об авторах

Шиманова Александра Борисовна, к.т.н, доцент кафедры теплотехники и тепловых двигателей. Область научных интересов: рабочие процессы бортовых энергетических установок, криогенная техника.

Угланов Дмитрий Александрович, д.т.н, доцент, профессор кафедры теплотехники и тепловых двигателей. Область научных интересов: рабочие процессы бортовых энергетических установок, криогенная техника.

Пулькина Анастасия Юрьевна, старший преподаватель кафедры инженерной графики. Область научных интересов: рабочие процессы бортовых энергетических установок, криогенная техника.

Хамматов Марсель Тагирович, студент гр. 2129-010403D. Область научных интересов: тепловые, электроракетные двигатели и энергетические установки летательных аппаратов, бортовая энергетика, термоакустика.

EFFICIENCY ANALYSIS OF CRYOGENIC REFUELING CYLINDER AND HIGH-PRESSURE CYLINDER FOR THROTTLE COOLING SYSTEM

Uglanov D.A.¹, Shimanova A.B.¹, Pulkina A.Yu.¹, Khammatov M.T.¹
Samara University, Samara, Russia, capkova.ab@ssau.ru

Keywords: throttle cooling system, specific cooling capacity, flow rate, pressure

Throttle cooling systems are widely used in various industries, including aviation, space and energy. These systems provide efficient cooling of equipment components, preventing them from overheating and ensuring long-term and reliable operation. An important element of throttle systems are cylinders in which the working substance used for cooling is stored. Currently, two main types of cylinders are used: cryogenically refilled and high-pressure.