

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

Шиманова А.Б.<sup>1</sup>, Угланов Д.А.<sup>1</sup>, Пулькина А.Ю.<sup>1</sup>, Хамматов М.Т.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Самарский университет, [carkova.ab@ssau.ru](mailto:carkova.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.

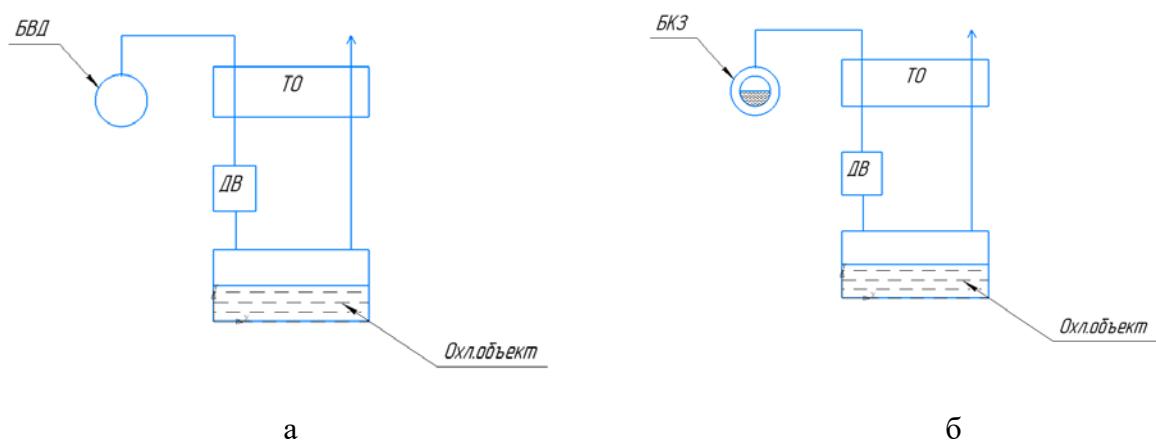


Рис. 1 – Принципиальные схемы объекта исследования

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).

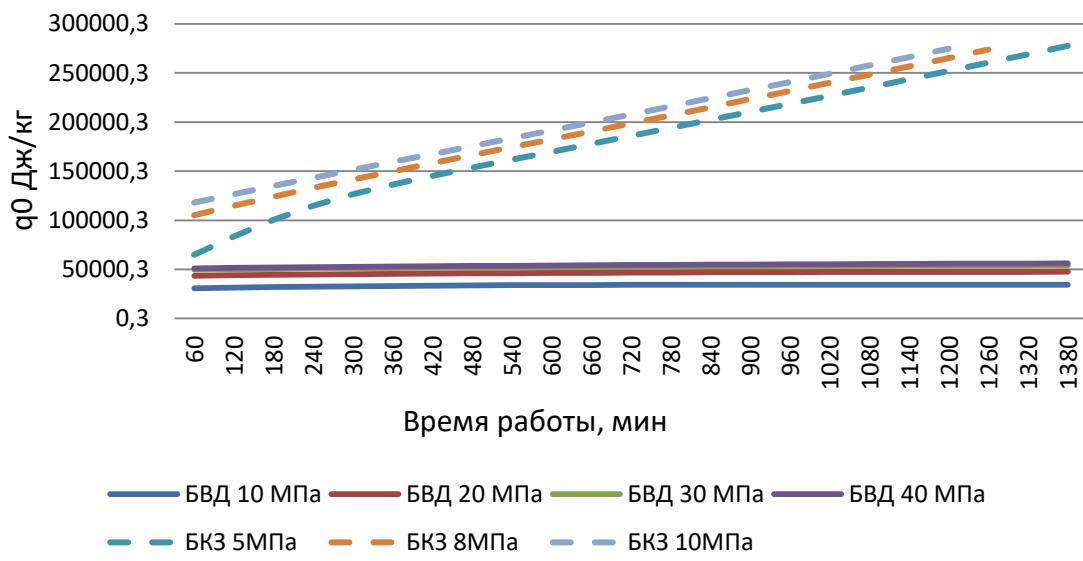


Рис.2 – Зависимость количества теплоты от времени

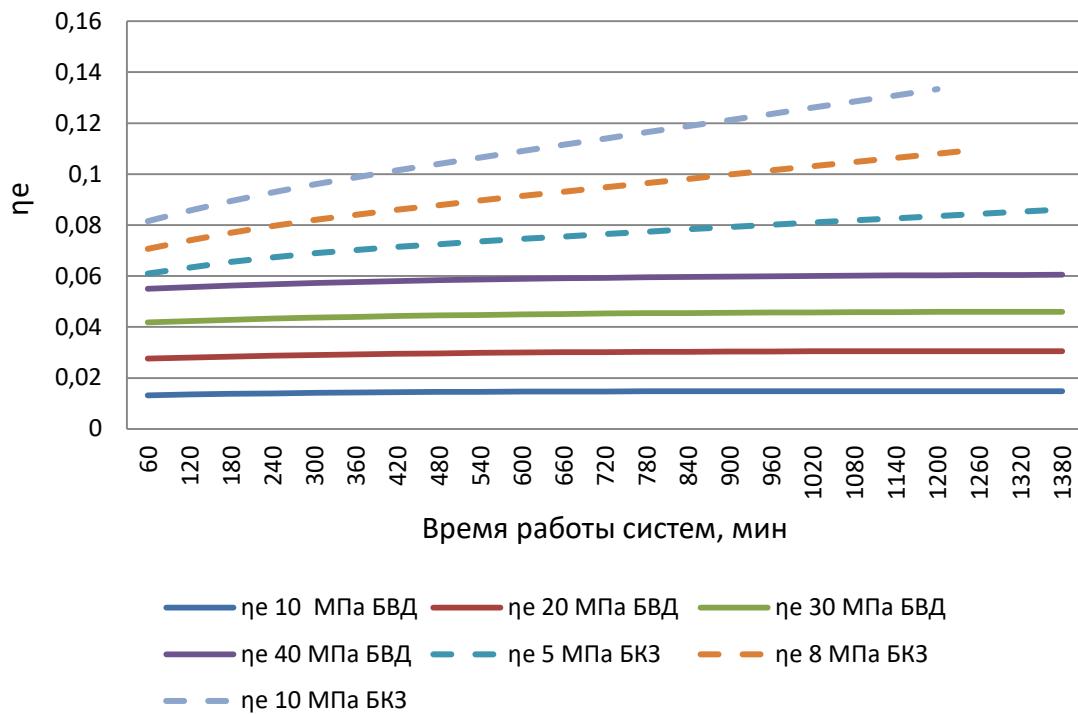


Рис. 3 – Зависимость удельной холодопроизводительности от времени

## 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 Российской Федерации, 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.<sup>1</sup>, Shimanova A.B.<sup>1</sup>, Pulkina A.Yu.<sup>1</sup>, Khammatov M.T.<sup>1</sup>

Samara University, Samara, Russia, [capkova.ab@ssau.ru](mailto: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.