

БАЛЛОН С КРИОГЕННОЙ ЗАПРАВКОЙ ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Шиманова А.Б., Угланов Д.А., Довгялло А.И., Шиманов А.А.
Самарский университет, г. Самара, a_tsarkova@mail.ru

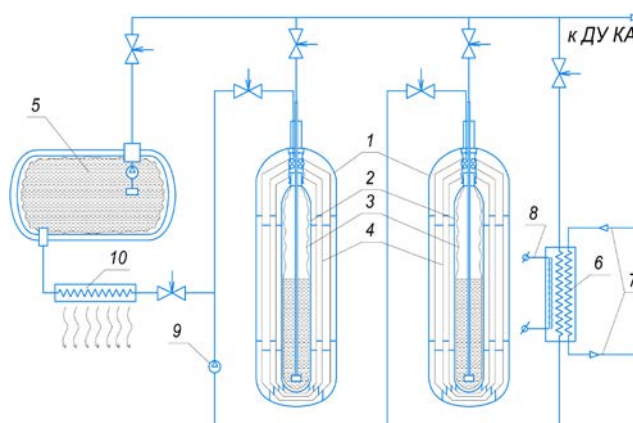
Ключевые слова: баллон с криогенной заправкой, азот, ксенон, гелий, криогенные рабочие тела, двигательные установки.

Отдельной областью бортовой космической энергетики являются двигательные установки (ДУ). Это могут быть основные ДУ средней и малой тяги, а также ДУ систем коррекции и ориентации.

Рабочие тела для использования в ДУ систем коррекции и ориентации обычно хранятся в баллонах высокого давления в сжатом состоянии. В электроракетных ДУ используются инертные газы, такие как ксенон, аргон. Так же на борту могут находиться азот, гелий в качестве рабочего тела для газовых ракетных двигателей малой тяги [1], а также для наддува баков для вытеснения топлива и продувки топливных магистралей.

Вполне естественно, что эти же рабочие тела в криогенно-жидком состоянии намного компактнее, а криогенные ёмкости легче. Но для подачи к ДУ они должны иметь соответствующие параметры по давлению и температуре в газообразном состоянии. Поэтому при выдаче из криогенной ёмкости рабочее тело должно быть газифицировано, компримировано и подогрето, что требует определенных затрат энергии и соответствующих систем.

На рис. 1 представлена схема хранения и подачи рабочего тела в ДУ летательных аппаратов (ЛА) в случае использования рабочего тела в криогенно-жидком состоянии. Новизна идеи заключается в том, что для выполнения параметрических технических требований применяется термокомпримирование, причем оно осуществляется совместно с регазификацией в отдельном специальном баллоне с криогенной заправкой (БКЗ) [2, 3]. Наличие нескольких таких баллонов в бортовых системах может обеспечить порционную перекачку криогенной жидкости из основного хранилища, её регазификацию, термокомпримирование, хранение газообразного продукта под высоким давлением и использование сжатого газа в любой момент времени.



1 – БКЗ; 2 – термосная ёмкость БКЗ; 3 – фторопластовый пакет; 4 – термосная изоляция;
5 – бак с криогенным топливом; 6 – теплообменник; 7 – вторичное тепло от основной и энергетической установки;
8 – электронагреватель; 9 – насос; 10 – теплообменник

Рис. 1 – Предлагаемая система хранения, регазификации и подачи криогенных рабочих тел в ДУ ЛА

Для газовых ракетных двигателей малой тяги при использовании предлагаемой системы хранения и подачи рабочего тела к ДУ на основе БКЗ общая масса системы увеличится, в том числе за счёт увеличения массы рабочего тела на борту. Но в расчёте на 1 кг рабочего тела удельная масса системы уменьшится в 2 раза, а время функционирования ДУ возрастёт на 30%.

Для электроракетных двигательных установок на ксеноне применение БКЗ, если рассматривать предлагаемую систему с криогенным баком такого же объема и двумя дополнительными БКЗ объемом 5 л, позволяет увеличить время функционирования на 60% при уменьшении удельной массы системы на 20%.

Таким образом, применение предлагаемого БКЗ, в составе системы хранения, регазификации и подачи криогенных рабочих тел в ДУ ЛА (рис. 1) позволяет улучшить характеристики топливных систем ДУ по сравнению существующими системами, использующими баллоны высокого давления.

Список литературы

1. Каталог продукции АО «НИИМаш» [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: https://www.niimashspace.ru/files/2020/Katalog-NIIMash-2020_compressed.pdf
2. Пат. 2163699 Российская Федерация, МПК F17C 9/02. Топливный баллон [Текст] / 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. Использование баллона с криогенной заправкой в различных областях техники / А. Б. Цапкова, А. И. Довгялло, Д. А. Угланов, Д. В. Сармин // Вестник Международной академии холода. – 2014. - №3. – С. 30-34.
4. Использование баллона с криогенной заправкой в различных областях техники / А. Б. Цапкова, А. И. Довгялло, Д. А. Угланов, Д. В. Сармин // Вестник Международной академии холода. – 2014. - №4. – С. 26-31.

Сведения об авторах

Шиманова Александра Борисовна, младший научный сотрудник. Область научных интересов: рабочие процессы бортовых энергетических установок, криогенная техника.

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

Довгялло Александр Иванович, д.т.н, профессор, профессор кафедры теплотехники и тепловых двигателей. Область научных интересов: рабочие процессы бортовых энергетических установок, криогенная техника.

Шиманов Артем Андреевич, научный сотрудник. Область научных интересов: рабочие процессы бортовых энергетических установок, криогенная техника, термоакустика.

CYLINDER WITH CRYOGENIC REFUELING FOR AIRCRAFT PROPULSIONS

Shimanova A.B., Uglanov D.A., Dovgyallo A.I., Shimanov A.A.

Samara National Research University, Samara, Russia, a_tsapkova@mail.ru

Keywords: cylinder with cryogenic filling, nitrogen, xenon, helium, cryogenic working fluids, propulsion systems.

In this paper, we consider the possibility of using a cylinder with cryogenic filling as part of the fuel system of aircraft propulsion systems. A scheme for the storage, regasification and supply of cryogenic working fluids to the aircraft propulsion system is proposed. An assessment was made of the application of such a scheme in comparison with existing systems using high-pressure cylinders. It is shown that the use of the proposed system allows improving the characteristics of the fuel systems of aircraft propulsion systems.