

СПОСОБ ХРАНЕНИЯ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА В УСЛОВИЯХ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Р.О. Лашко

(«Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского»)

Научный руководитель - к. т. н., доцент А.В. Казимиров

(«Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского»)

Введение. В настоящее время в рамках развития ракетно-космической отрасли нашей страны все активнее рассматривается вопрос применения в качестве ракетного горючего сжиженного природного газа (СПГ). Преимущества СПГ очевидны: это относительно невысокая стоимость по сравнению со штатным углеводородным горючем, простота доставки к месту запуска ракеты космического назначения, экологическая безопасность, достаточная теплотворная эффективность в паре со штатными ракетными окислителями, хорошая теплоемкость, что позволяет СПГ использовать для охлаждения жидкостного реактивного двигателя.

Но есть у СПГ и недостатки. Прежде всего СПГ это низкокипящая жидкость с температурой кипения $T=133$ К, это накладывает особые требования к системам хранения СПГ на космодромах [1]. Также СПГ обладает повышенной пожароопасностью. Кроме того, СПГ состоит из ряда компонентов (фракций) отличающихся друг от друга по температуре кипения, что приводит к стратификации СПГ при хранении [2]. В процессе хранения СПГ образуется отпарный газ, который представляет собой газовую смесь низкокипящих фракций СПГ. Это значительно понижает качественные показатели СПГ как компонентного топлива.

Из вышесказанного становится ясно, что создание системы хранения СПГ в условиях космодрома является актуальным вопросом.

Основная часть. В системе хранения должно реализовываться два цикла:

- цикл сжижения отпарного газа;
- азотный охладительный цикл.

Цикл сжижения отпарного газа состоит из процессов, отражающих его фазовый переход из газообразного состояния в жидкое:

- это собственно процессы образования отпарного газа и его практически адиабатного направления;
- процесс охлаждения и переохлаждения отпарного газа.

Для реализации цикла сжижения отпарного газа применяется охладительный цикл, где в качестве хладагента используется азот. Этот цикл состоит из:

- процесс сжатия азота;
- процесс охлаждения азота;
- процесс расширения азота, сопровождающегося понижением его температуры.

Основой способа сжижения отпарного газа является организация теплоотвода от отпарного газа к хладагенту (азоту), его конденсация и направление обратно в емкость – хранилище СПГ [3].

Кроме того, попутно появляется возможностью вывода из отпарного газа, а значит и из СПГ в целом балластных газов таких как азот.

Выводы. В ходе исследований был разработан способ сжижения отпарного газа и разработана система хранения СПГ в условиях космодрома, а также определены исходные данные для расчета агрегатов системы хранения.

Список использованных источников:

1. Пономаренко В.К. Ракетные топлива: учебн.-2-е изд, перераб. И доп. – СПб.: ВКА им. А.Ф.Можайского, 2015. – 428 с.
2. Термодинамика и теплопередача: учебник / А.В. Хорошавин, Л.А. Сырцов, М.М. Пеньков, И.В. Наумчик – СПб.: ВКА им. А.Ф.Можайского, 2012. – 448 с.
3. СПГ в ракетно-космической технике / Энергетика ТЭС и АЭС // tesiaes.ru