

ДЕТАНДЕРЫ МОБИЛЬНЫХ АЗОТО-КИСЛОРОДОДОБЫВАЮЩИХ СТАНЦИЙ ДЛЯ НУЖД СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

А.В. Казимиров¹, Р.О. Лашко¹, Г.И. Сурдо²

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

1 – Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского

2 – ИГО МО РФ

Введение

Современный стартовый комплекс является одним из основных потребителей криогенных продуктов и продуктов разделения воздуха. В данном случае под криогенными понимаются: жидкий кислород, жидкий азот, жидкий аргон. Эти продукты применяются как в жидком, так и в газообразном состоянии для выполнения многообразных технологических операций подготовки и запуска ракет космического назначения. Так для пуска одной ракеты носителя среднего класса требуется примерно 560 тонн разнообразных криогенных продуктов.

В настоящее время, в рамках развития ракетно-космической отрасли нашей страны, идет активное освоение сжиженного природного газа (жидкого метана) как компонента ракетного топлива. В связи с чем планируется еще большее увеличение потребления криогенных продуктов необходимых для подготовки оборудования стартового комплекса и самой ракеты к приему СПГ.

В настоящее время обеспечение криогенных продуктов стационарных стартовых комплексов на космодроме Плесецк осуществляется с предприятий криогенной промышленности, находящихся на значительных расстояниях от места запуска ракет-носителей [1]. Транспортировка криогенных продуктов всегда связана с высокими их потерями на испарение, что экономически не выгодно, и с большим риском возникновения нештатных ситуаций, в том числе и пожароопасных [2]. Так за время доставки, как правило теряется до 10 % криогенного продукта, да и сама доставка занимает от 4 до 10 дней.

В связи с этим есть большая необходимость в создании АКДС для оперативного восполнения криогенными продуктами стартовых комплексов.

Основная часть

Азото-кислорододобывающая станция представляет собой совокупность технических устройств. Основными из них являются компрессор, теплообменники, детандер и так далее. Они предназначены для сжатия воздуха, отвода от него тепла и его последующего расширения с понижением его температуры и переводом его в жидкое состояние. Анализ надежности существующих в настоящее время АКДС показал, что наиболее проблемным узлом является детандер.

Детандер — это устройство позволяющее преобразовать заранее запасную внутреннюю энергию газа (например, за счет его сжатия в компрессоре) в механическую энергию за счет его расширения. При этом газ отдаст тепло, что приведет к понижению его температуры.

Рассматривая различные типы расширительных машин с точки зрения применения их в мобильных АКДС был проведен их сопоставительный анализ, по результатам которого было выяснено, что турбодетандеры обладают высоким массовым расходом газа, но сравнительно высокой холодопроизводительностью. На больших, стационарных, производствах криогенных продуктов, где требуются высокие массовые расходы, этот недостаток турбодетандеров компенсируется многоступенчатостью, что сказывается на их массогабаритных параметрах и ограничивает применение в мобильных АКДС.

Для мобильной воздухоразделительной установки необходимо иметь расширительный агрегат компактных размеров и обладающий высокой холодопроизводительностью при условии достаточного массового расхода рабочего тела [3]. Таким характеристикам

удовлетворяют поршневые детандеры, но у данных машин есть ряд недостатков основные из которых являются:

- не до конца опорожняется рабочая полость детандера после расширения газа, что увеличивает компрессорный режим детандера и снижает холодопроизводительность;
- достаточно сложное управление газораспределительным механизмом;
- склонность к неконтролируемому увеличению оборотов, что может привести к разрушению агрегата.

Выводы

В работе представляется новая схема газораспределения поршневого детандера с дополнительным клапаном, позволяющая увеличить массовый расход и холодопроизводительность такой машины.

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. – 428 с.
3. Прилуцкий И.К., Прилуцкий А.И., Пеньков М.М. Основы расчета и оптимального проектирования поршневых компрессоров и детандеров на унифицированных базах: монография. – СПб: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2020. – 304.