

## **ПРИМЕНЕНИЕ ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ В СИСТЕМЕ ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ГОЛОВНОЙ ЧАСТИ РАКЕТЫ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**А.В. Михайленко<sup>1</sup>, В.Е. Володин<sup>1</sup>**

**Научный руководитель - к. т. н. А.В. Михайленко**

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

### **Введение**

В настоящее время, учитывая высокий спрос на средства выведения космических аппаратов (КА) различного назначения на орбиты Земли, предъявляются соответствующие требования к наземному технологическому оборудованию ракетно-космических комплексов (РКК), предназначенному для обеспечения безотказной и безаварийной работы по подготовке и пуску ракеты космического назначения (РКН). Одна из наиболее значимых задач при этом выполняется системой поддержания требуемого температурного и температурно-влажностного режима различных отсеков РКН, основным из которых является космическая головная часть (КГЧ), поскольку его (режима) несоблюдение может привести к выходу из строя бортовых систем и аппаратуры КА. Для данных целей при эксплуатации объектов ракетно-космической техники широко применяются системы термостатирования (СТС) [1], к которым предъявляются высокие требования по надежности и энергетической эффективности.

Таким образом, задача совершенствования эксплуатируемых СТС элементов ракетно-космического комплекса (РКК) для обеспечения такого теплового режима, при соблюдении которого рабочая (требуемая) температура термостатируемого объекта остается постоянной в любых условиях эксплуатации в целях штатной подготовки и пуска РКН с учетом требований по габаритам (минимальным) и широкому диапазону ТТХ по сравнению с существующими системами, является актуальной.

### **Основная часть**

На сегодняшний день существует достаточно большое количество разноцелевых СТС, отличающихся применением жидких и газообразных теплоносителей и широким диапазоном ТТХ. Системы реализуют получение тепла или соответственно холода для создания того или иного диапазона температур, при которых можно использовать агрегат (систему) в заданных условиях эксплуатации.

Конструктивные особенности СТС в существенной мере зависят от массогабаритных и тепловых характеристик объекта термостатирования. Это затрудняет унификацию и стандартизацию основных элементов системы. Поэтому важным направлением совершенствования СТС является обеспечение универсальности оборудования при использовании различных сред. Это позволяет сделать вывод о необходимости создания модульных систем, компактных и взаимозаменяемых, включающих в себя необходимое оборудование и средства его контроля.

На РКК государственных испытательных космодромов Российской Федерации широко используются СТС с парокомпрессионными и газовыми холодильными установками. Однако, данные типы СТС обладают рядом существенных недостатков.

Необходимо отметить, что используемая для отсеков РКН СТС должна удовлетворять следующим основным требованиям:

– получение и поддержание температуры термостатирования с постоянной заданной точностью;

- высокая экономичность, надёжность, долговечность, а также возможность автоматизации;
- низкая стоимость, малое время выхода на режим, большой ресурс работы, небольшие массогабаритные характеристики.

Для успешного достижения целей термостатирования различных объектов и удовлетворения описанных требований предлагается использование в СТС в качестве основных элементов обеспечения температурного режима вихревых труб.

Предлагаемая СТС с вихревым расширением газа предназначена для обеспечения заданного теплового режима объектов и могут быть использованы в довольно широком диапазоне изменения потребной тепло-холодопроизводительности в диапазоне 1...10 кВт и температур термостатирования 173...350 К [2].

Принципиальная схема предлагаемой системы включает компрессор, теплообменник-регенератор, вихревую трубу, переключатель режима работы и термостатируемый объект.

В качестве теплоносителя (рабочего тела) предпочтение отдаётся атмосферному воздуху, как наиболее безопасному в эксплуатации. Система может работать как в режиме охлаждения, так и в режиме нагрева, исходя из принципа действия вихревой трубы (одновременное получение как холодного, так и горячего рабочего тела).

### **Выводы**

Проведённые исследования показали, что СТС с использованием вихревого эффекта (вихревой трубы) в отличие от эксплуатируемых на РКК СТС в настоящее время обладает целым рядом конструктивных и эксплуатационных преимуществ в области умеренных температур и с успехом могут быть использованы для термостатирования элементов объектов специальной техники, таких как КГЧ РКН в целях успешного решения задач выводимых КА.

### **Литература**

1. Криогенная техника и системы термостатирования: учебник / М.С. Дзитоев, М.М. Пеньков, А.А. Кожанов, И.В. Наумчик, А.В. Шевченко, В.В. Мартынов; под ред. М.М. Пенькова. – СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2012. – 351 с.
2. Системы термостатирования ракет-носителей и космических аппаратов: учебное пособие / М.С. Дзитоев, М.М. Пеньков, И.В. Наумчик, Е.В. Басотин. – СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2014. – 290 с.
3. Дорофеева Т.С. Разработка и исследование систем термостатирования оборудования аэрокосмической техники на основе самовакуумирующейся вихревой трубы: специальность 05.07.07 «Контроль и испытания летательных аппаратов и их систем»: дис. на соиск. уч. ст. к. т. н. / Дорофеева Татьяна Сергеевна. – Самара, 2007. 168 с. – EDN NOUARTZ.