

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ В СОСТАВЕ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА ОТСЕКОВ РАКЕТЫ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А.В. Михайленко¹, Л.К. Савинков¹

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

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

Введение

В 1934 году французский инженер-металлург Ж. Ранке, на основе результатов исследований циклона – воздухоочистительного устройства, предназначенного для очистки запыленного газа от частиц пыли, запатентовал первую вихревую трубу. В 1946 году немецкий физик Р. Хильш подтвердил результаты Ранке, описав явление перепадов температур в вихревых потоках. В СССР исследования вихревого эффекта начались только в 1950-х годах, что привело к значительным достижениям в области применения вихревых труб.

В представленном материале проанализирована эволюция исследований вихревого эффекта и его применение в различных отраслях, подчеркивая вклад как зарубежных, так и отечественных ученых в эту область, а также описана возможность и целесообразность использования вихревых труб в системах термостатирования отсеков современных отечественных ракет космического назначения.

Основная часть

Вихревые трубы традиционно состоят из несколько ключевых элементов, основным из которых является собственно труба с тангенциальным входом (улиткой) для создания вихревого эффекта.

Применение вихревых труб в промышленности стало популярным еще в 1990-х годах. В частности, они нашли широкое применение в автомобильной промышленности для охлаждения двигателей. В химической отрасли вихревые трубы используются для ускорения химических реакций и усиления испарения жидкостей, например, в процессе производства аммиака для ускорения реакции между азотом и водородом. В пищевой промышленности вихревые трубы применяются для обработки продуктов и очистки воздуха, используемого в процессе сушки фруктов и овощей. В медицине их используют для создания вакуума и ускорения процессов в медицинских приборах, таких как насосы и компрессоры.

Особое внимание стоит уделить возможности применения вихревых труб в космической отрасли, а именно в составе систем обеспечения теплового режима (систем термостатирования) отсеков ракет космического назначения. В условиях современных высоких требований к технологическим процессам подготовки и пуска ракет-носителей, можно выделить сразу несколько основных направлений использования вихревого эффекта:

- контроль и регуляция температуры космических аппаратов в головной части ракеты-носителя. Вихревые трубы эффективно отводят тепло, что позволяет поддерживать оптимальный температурно-влажностный режим внутри головной части, защищая электронику от перегрева;

- управление потоками жидкостей и газов в космических системах, обеспечивая равномерное распределение потоков и эффективное перемешивание сред;

- контроль температуры компонентов ракетного топлива и рабочих тел в системах термостатирования.

К основным преимуществам использования вихревых труб в качестве теплоносителя в составе системы термостатирования в отличие от эксплуатируемых сейчас стоит отнести:

компактность, быстрый выход на рабочий режим работы, простота доступа к рабочему телу (например, воздуху), универсальность в применении как для охлаждения, так и для нагрева рабочего тела. Эти аспекты делают вихревые трубы технологически и экономически целесообразными для использования в современных дорогостоящих космических проектах.

Эти и многие другие преимущества делают вихревые трубы привлекательными для ряда промышленных и научных приложений, где требуется эффективное и компактное решение для охлаждения или нагрева.

Выводы

В заключение, можно утверждать, что применение вихревого эффекта обладает значительным потенциалом и разнообразными возможностями. В контексте космонавтики, современные системы термостатирования ракетно-космической техники по-прежнему полагаются на тепловые аппараты, которые отличаются высокой энергозатратностью и большими габаритами. Внедрение вихревых труб в системы подготовки ракет-носителей к пуску может существенно повысить эффективность и качество пусков, предлагая более компактные и экономичные решения. Это подчеркивает необходимость дальнейших исследований и разработок в области применения вихревого эффекта для оптимизации технологий в космической отрасли.

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: дис. на соиск. уч. ст. к. т. н. – Самара, 2007. – 168 с.