

# РЕЗУЛЬТАТЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФАЗИРОВАННЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК И ОПТИКО-АКУСТИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

© 2020 г. Костюхин Александр Сергеевич<sup>1\*</sup>, В.В. Малый<sup>1\*\*</sup>, Е. А. Павлухин<sup>1\*\*\*</sup>, А. Е. Хошев<sup>1\*\*\*\*</sup>,

*1 – Университет ИТМО, 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49, лит. А  
\* - noxx9999@yandex.ru; \*\* - banqvalera@mail.ru; \*\*\* - zhekakbr@gmail.com; \*\*\*\* - severenarwhal@gmail.com*

## **Введение.**

К качеству паяных соединений предъявляются высокие требования по надежности. Это связано с высокотемпературными режимами работы элементов теплообменных аппаратов (ТА) и соответствующими высокими нагрузками, при которых наличие в структуре соединения дефекта может привести к разрушению всего изделия. Характерными дефектами паяных соединений камер ЖРД являются неспай и непропай. Как показывает практика минимальный размер площади неспая (непропая), который необходимо выявлять, составляет около 1 мм<sup>2</sup>.

Существуют технологии контроля паяных соединений элементов ТА, в которых применяются неразрушающие методы, к которым относятся, например, ультразвуковой эхо-метод [1-3].

Однако, сплошной контроль элементов ТА при помощи традиционного эхо-метода не рационален, так как скорость контроля ограничена размерами выявляемых дефектов (1 мм<sup>2</sup>) и составляет единицы миллиметров в минуту. Кроме того, результаты контроля представляются в виде А и В-сканов сложных для интерпретации.

С целью увеличения скорости сканирования без потери возможности уверенного выявления дефектов типа «неспай» и «непропай», предложено применить фазированные антенные решетки (ФАР) как средство реализации ультразвукового эхо-метода.

**Цель работы.** Обоснование возможности комбинированного применения ФАР и оптико-акустического преобразователя (ОАП) для достоверного выявления дефектов паяных соединений элементов ТА.

**Базовые положения исследования.** Научно-методические основы контроля паяных соединений базируются на применении ультразвукового эхо-метода неразрушающего контроля с использованием технологии ФАР. При подтверждении достоверности результатов контроля использовались методы и средства металлографического анализа. Исследования акустического поля ФАР проводились с помощью средств компьютерного моделирования.

**Промежуточные результаты.** Обеспечена предельная чувствительность ультразвукового контроля при использовании ФАР не хуже 1 мм<sup>2</sup>, произведена проверка достоверности результатов контроля, отработаны технологические приемы ультразвукового контроля на специально изготовленных образцах и на реальном изделии.

**Основной результат.** Разработаны научно-методические основы технологии ультразвукового контроля качества паяных соединений элементов ТА.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Быченко В. А., Кинжагулов И. Ю. Лазерно-ультразвуковой контроль тонкостенных паяных соединений камер жидкостных ракетных двигателей // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2011. – Т. 54. – № 7.
2. Астрединова Н.В., Баринов А.В., Сергеев Д.С. Возможность применения лазерно-ультразвуковой диагностики для контроля качества паяных соединений камер жидкостных ракетных двигателей // Вестник ВГУИТ. 2014. №3 (61).
3. Гусев В. Э., Карабутов А. А. Лазерная оптоакустика. М.: Наука, 1991. 304 с.