

УДК 620.179.16

Разработка технологии и определение принципов автоматизации неразрушающего контроля качества паяных соединений теплообменных аппаратов

Малый В.В. (НИУ ИТМО), Костюхин А.С. (НИУ ИТМО)

**Научный руководитель – к.т.н, Кинжагулов И.Ю.
(НИУ ИТМО)**

В данном докладе рассматриваются вопросы автоматизированного контроля качества паяных соединений теплообменных аппаратов. Описаны возникающие дефекты, проанализированы существующие решения, выявлены достоинства и недостатки. Представлены решения основных вопросов, возникающих при создании автоматизированной установки.

Введение. Теплообменные аппараты представляют собой геометрически сложную конструкцию с множеством различных внутренних полостей, что, в свою очередь обуславливает сложность технологии пайки, связанную с нанесением припоя и обеспечением стабильности величины гарантированного зазора между сопрягаемыми элементами. Наиболее остро стоит вопрос качества паяных соединений, так как из-за особенностей режимов работы теплообменных аппаратов, а также из-за высоких нагрузок при эксплуатации, дефект может привести к выходу дорогостоящего теплообменного аппарата из строя, который по стоимости разработки и производства составляет 20-40% стоимости изделия. Основными дефектами паяных соединений являются «непропай» и «неспай», а их наличие, в большинстве случаев, приводит к нарушениям теплообменных режимов в аппарате и как следствие к выходу оборудования из строя.

Основная часть. Минимальный размер площади дефекта, который в соответствии с конструкторской документацией необходимо выявлять, составляет 1мм^2 . Зачастую, качество паяных соединений определяется гидравлическими испытаниями на прочность, пневматическими испытаниями на герметичность, а также огневыми испытаниями. Поскольку данные виды испытаний являются разрушающими, невозможно обеспечить целостность теплообменных аппаратов в процессе его изготовления. Таким образом, остро стоит вопрос о создании технологий контроля неразрушающего контроля паяных соединений теплообменных аппаратов. В настоящее время, существуют методики НК [1,2], позволяющие выявлять дефекты типа «непропай» и «частичный непропай». Анализ данных работ показал, что ультразвуковой эхо-импульсный метод является одним из наиболее перспективных методов контроля качества паяных соединений теплообменных аппаратов. Предполагается, что для обеспечения выявления дефектов типа «неспай» необходимо использовать комбинирование эхо-импульсного и теневого метода ультразвукового контроля. Проведение сплошного ручного контроля теплообменного аппарата крайне трудоемко, что в свою очередь повышает вероятность ошибки оператора при проведении и анализе результатов сканирования. Повышение скорости и достоверности результатов контроля возможно за счет автоматизации процесса сканирования. Проведение автоматизированных измерений с точки зрения механики заключается в перемещении преобразователя по поверхности объекта контроля с постоянной скоростью по заданной траектории. Поскольку, для ввода ультразвуковых волн в объект контроля используется иммерсионная жидкость, требуется соблюдать постоянный по величине зазор между преобразователем и поверхностью объекта контроля.

Выводы. Проведен анализ методов и средств ультразвуковой дефектоскопии, в части их применимости для выявления дефектов типа «неспай» и «непропай» в паяных соединениях орбитальных конструкций теплообменных аппаратов. Для повышения вероятности обнаружения дефектов в паяных соединениях, принято решение использовать комбинированный эхо-импульсный и теневой методы. Поскольку реализация схем контроля теплообменного аппарата требует значительных временных затрат при ручном

сканировании, для повышения скорости и достоверности результатов предлагается автоматизировать процесс контроля. Рассмотрены основные вопросы, возникающие при создании автоматизированных установок неразрушающего контроля. В результате анализа существующих автоматизированных установок, были определены основные принципы для автоматизации технологии контроля.

Список использованных источников:

1. Сергеев Д.С., Федоров А.В., Баринов А.В., Астрединова Н.В. Автоматизированный лазерно-ультразвуковой метод контроля качества паяных соединений сопел камер жидкостных ракетных двигателей // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2016. Т. 16. № 1. С. 139–149.
2. Кинжагулов И.Ю. Модель термооптического возбуждения ультразвуковых волн в паяных тонкостенных изделиях // Изв. вузов. Приборостроение. 2011. Т. 54. № 7. С. 39–44.