

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

© 2024 г. Валерий Валерьевич Малый^{1*}, М. С. Губин^{1**}, А. В. Федоров^{1***},
И. Ю. Кинжагулов^{1****}

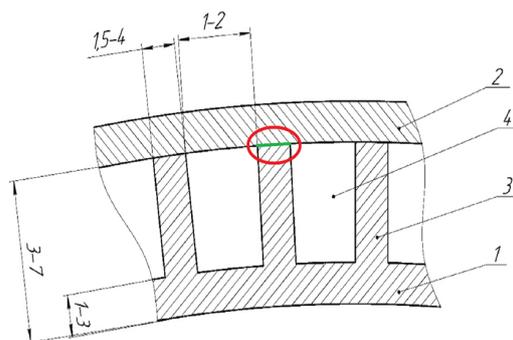
¹ – Университет ИТМО, 197101 Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49

* - banqvalera@mail.ru; ** - gubin.maxim@mail.ru; *** - afedor62@yandex.ru;

**** – kinzhiki@mail.ru

Цель работы. Снижение трудоемкости, повышение оперативности и достоверности результатов ультразвукового контроля (УЗК) паяных соединений элементов теплообменных аппаратов (ТА) на основе автоматизации его технологии.

Суть обсуждаемой проблемы. Теплообменный аппарат (ТА) представляет собой многостеночную (в подавляющем большинстве двухстеночную) конструкцию сложной геометрической формы, стенки которой соединены при помощи пайки (паяных соединений). Внутренняя структура представлена на рис. 1.



1 – внутренняя стенка, 2 – внешняя стенка, 3 – ребро, 4 – канавка

Рис. 1. Внутренняя структура ПС ТА.

В процессе производства элементов ТА возможно возникновение дефектов в паяных соединениях (ПС), а именно, таких дефектов как «непропай» и «частичный непропай», что может повлиять на работу изделия в целом и, как правило, выводу его из строя.

Согласно ГОСТ 17325-79 [1], термины дефектов имеют следующие определения: непропай – дефект ПС, проявляющийся в полном незаполнении паяльного зазора припоем (рис. 2б); частичный непропай – дефект ПС, проявляющийся в частичном незаполнении паяльного зазора припоем (рис. 2в).

В настоящее время оценку паяных соединений определяют путём разрушающих (огневых, гидравлических, пневматических) испытаний. Обосновывается это тем, что существующие технологии УЗК ПС элементов ТА [2-4] имеют недостаточную достоверность результатов контроля, т.к. геометрические размеры конкретного элемента

ТА могут варьироваться в рамках определенного допуска. Варьирование геометрических размеров приводит к проблемам с точностью позиционирования измерительного преобразователя относительно внутренней поверхности элемента ТА, в результате чего возникают проблемы при интерпретации результатов. Эти проблемы приводят как к ошибкам первого рода (перебраковке), так и к ошибкам второго рода (недобраковке).

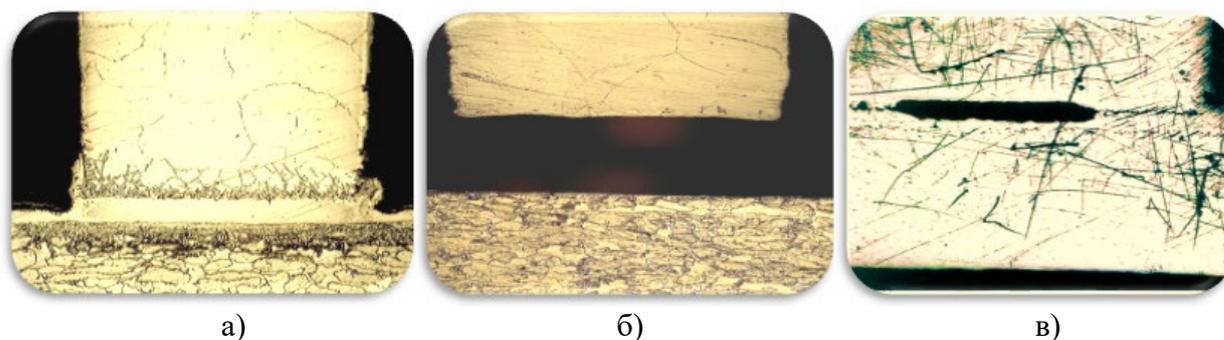


Рис. 2. ПС элементов ТА: а – бездефектное ПС; б – непроай; в – частичный непроай.

Полученные результаты. Для достижения указанной цели была разработана технология автоматизированного УЗК ПС элементов ТА, которая, в отличие от текущих технологий, позволяет учесть проблематику позиционирования измерительного преобразователя относительно внутренней поверхности элемента ТА, в том числе за счёт внедрения обратной связи между средством контроля и системой управления установки автоматизированного УЗК.

Выводы. Разработанная технология автоматизированного УЗК позволяет снизить трудоемкость, увеличить оперативность и достоверность результатов контроля паяных соединений элементов ТА.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 24715-81. Соединения паянные. Методы контроля качества: утвержден и введен в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 29 апреля 1981 г. № 2182: дата введения 1983-01-01. М.: Издательство стандартов, 1981. 11 с.
2. *Кинжагулов И.Ю.* Модель термооптического возбуждения ультразвуковых волн в паяных тонкостенных изделиях // Изв. вузов. Приборостроение. 2011. Т. 54, № 7. С. 39—44.
3. *Сергеев Д.С., Астрединова Н.В.* Методика контроля качества паяных соединений камер ЖРД с применением метода лазерно-ультразвуковой диагностики // Сборник трудов II Всероссийского конгресса молодых ученых. СПб: НИУ ИТМО, 2013. С. 67.
4. *Костюхин А.С., Федоров А.В., Прохорович В.Е., Павлухин Е.А.* Разработка и опытная апробация методики контроля паяных соединений жидкостных ракетных двигателей // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2021. № 1(55). С. 26—31.