

*Николаев Сергей Алексеевич*  
*преподаватель*  
*Филиал «Ракетно-космическая техника»*  
*Московский авиационный институт*  
*Россия, г. Химки*  
*e-mail: srun1989ak@mail.ru*

## ДИАГНОСТИКА СВАРНЫХ ШВОВ

*Аннотация:* Рассматриваются дефекты сварных и паяных соединений в ракетных двигателях, причины и методы их выявления, а также способы устранения. Эти вопросы являются актуальными для производства и эксплуатации ракетной техники. Качество сварных и паяных соединений влияет на безопасность и надёжность работы двигателей.

**Ключевые слова:** конструкция, дефект, трещина, механика разрушения, прочность, герметичность, ресурс.

*Nikolaev Sergey Alekseevich*  
*teacher*  
*Branch "Rocket and Space Technology"*  
*Moscow Aviation Institute*  
*Russia, Khimki*

## DIAGNOSTICS OF WELDS

*Abstract:* Defects in welded and soldered joints in rocket engines, the causes and methods of their detection, as well as methods for elimination are considered. These issues are relevant for the production and operation of rocketry. The quality of welded and soldered joints affects the safety and reliability of engines.

**Key words:** design, defect, crack, fracture mechanics, strength, tightness, resource.

Сварка – технологический процесс получения неразъемных соединений за счет установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, или пластическом деформировании [1]. Использование сварных соединений в процессе изготовления изделий для ракетно-космической техники (РКТ) [2] способствует снижению массы конструкции, трудозатрат и себестоимости продукции. Однако сварные соединения имеют некоторые недостатки, такие как повышенная

чувствительность к хрупкому разрушению, наличие остаточных напряжений и деформаций. При выполнении сварных соединений возможны дефекты.

Один из главных факторов, влияющих на качество продукции в области ракетно-космической техники, заключается в дефектах, которые могут возникнуть в основном металле, паяных и сварных соединениях. Большая часть отказов, обнаруживаемых при испытаниях и эксплуатации изделий, связана с дефектами, которые не были выявлены и устранены на предыдущих стадиях производства.

Дефектом называется несоответствие параметров и характеристик сварного шва или соединения требованиям нормативно-технической документации.

Дефекты классифицируют по следующим признакам:

- месту расположения;
- стадии технологического процесса;
- допустимости;
- степени опасности эксплуатации сварных соединений;

- глубине залегания;

Основные виды дефектов сварных соединений:

- трещины и разрывы;
- непровары;
- подрезы;
- наплывы;
- зазоры и перепады по высоте;
- несоответствие формы и размеров;
- каверны и свищи.

Причины возникновения дефектов сварных и паяных соединений:

- некачественный материал;
- несоблюдение технологических режимов сборки и сварки/пайки;
- неправильное хранение и транспортировка изделий;

- несоблюдение правил эксплуатации.

Методы выявления дефектов сварных и паяных соединений:

- визуальный метод;
- метод окрашивания и травления;
- ультразвуковой метод;
- рентгеновский метод;
- радиографический метод.

Растущие требования к качеству продукции в сфере ракетно-космической техники (РКТ), необходимость обеспечения стабильности и высокого уровня качества, увеличение скорости производственных операций и потребность в новых методах контроля качества изделий РКТ стали причиной развития и применения неразрушающих методов контроля в процессе их изготовления.

Активно внедряются новые методы неразрушающего контроля, например электромагнитно-акустические (ЭМА) [1]. Сущность ЭМА-метода является возможность возбуждения и регистрации различных типов акустических волн: продольных, сдвиговых, поверхностных. Метод показал себя наиболее эффективно при контроле изделий из алюминия и магния.

Выявление и устранение дефектов сварных соединений в ракетно-космической технике (РКТ) играет важную роль в обеспечении надежности и безопасности изделий. Это позволяет предотвратить отказы и сбои, которые могут возникнуть из-за необнаруженных дефектов. Поэтому поиск новых методов выявления дефектов и их устранения является непрерывным процессом, направленным на повышение качества и надежности продукции в области РКТ.

### **Список литературы:**

1. Андрюшкин А.Ю., Галинская О.О., Сигаев А.Б. Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: учеб. пособие. СПб.: Балт. гос.техн. ун-т., 2015. 104 с.

2. Луканов А.А., Олейников Е.П. Сварка топливных баков ракетных двигателей // Решетневские чтения: материалы XVII Междунар. науч.конф.,

посвящ. памяти генер. Конструктора ракет.-космич. систем акад. М. Ф. Решетнева (12-14 ноября 2013 г. Красноярск): в 2 ч. / под общей ред. Ю.Ю. Логинова: Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2013. Ч.1. С. 402-404.

3. Богданов В.В., Лабунин М.А., Герюков А.Ш., Измайлович А.А., Клипов Е.А. Перспективы применения радиационно-акустического контроля для диагностики качества сварных соединений изделий ракетно-космической техники // Решетневские чтения: материалы XVII Междунар. науч.конф., посвящ. памяти генер. Конструктора ракет.-космич. систем акад. М. Ф. Решетнева (12-14 ноября 2013 г. Красноярск): в 2 ч. / под общей ред. Ю.Ю. Логинова: Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2013. Ч.1. С. 402-404.