

УДК 620.183.256.43

Цветное травление сварного соединения термонеупрочняемого алюминиевого сплава

Мищук Любовь Николаевна^(*)

mishchukln@bmstu.ru

SPIN-код: 7215-8950

Щербакова Анастасия Олеговна

sheranol@bmstu.ru

SPIN-код: 8031-6689

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

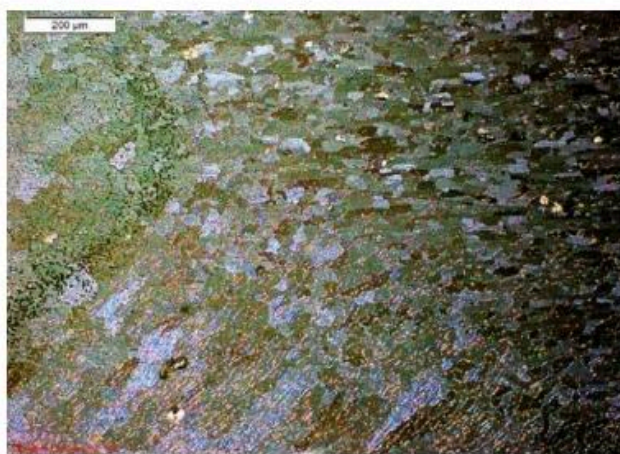
Аннотация. Исследованы сварные соединения алюминиевого сплава АМц с помощью цветного травления. Лазерная сварка алюминиевых сплавов — это технологический процесс соединения алюминиевых материалов с помощью лазерного излучения. Этот метод широко используется благодаря высокой скорости, точности и минимальному тепловому воздействию, что особенно важно при обработке тонкостенных и сложных конструкций. Однако при сварке алюминиевых сплавов возникают специфические сложности, связанные с высокой отражательной способностью лазера, пористостью швов, образованием трещин и интерметаллидных фаз, ухудшающих механические свойства соединений. В работе предложена технология, которая позволит выявить зоны, наиболее подверженные дефектам.

Ключевые слова: лазерная сварка, алюминиевые сплавы, микроструктурный анализ, зона термического воздействия, цветное травление, коррозионные испытания, фрактография

Введение. Алюминиевые сплавы используют в сварных конструкциях различного назначения. Сплав АМц из алюминия не подвержен термическому упрочнению и характеризуется рядом преимуществ: малым весом, высокой удельной прочностью, устойчивостью к коррозии, а также стабильностью микроструктуры при влиянии тепла и времени. Формирование лазерных стационарных швов алюминиевых сплавов системы АМц осложняется сильным отражением лазерного излучения от поверхности металла и повышенной вероятностью появления пор, а также холодных и горячих трещин [1–3]. Обнаружение дефектов с использованием классических методов возможно, однако для получения более подробной информации о структуре сварного шва и его околошовной области более эффективным является применение цветного травления.

Методы и материалы; результаты. Образцы различных типов сварных соединений алюминиевого сплава АМц, полученные методом лазерной сварки, исследовались с использованием традиционных методов, которые включали в себя: фотографирование макроскопической структуры шва и прилегающей зоны, получение изображений микроструктуры (см. рисунок), измерение микротвердости, проведение испытаний на растяжение, коррозионные тесты, а также фрактографический анализа. Цветное травление применялось для более детальной оценки структурных особенностей. Результаты

исследований показали, что в основном металле после цветного травления обнаруживаются удлиненные светлые и темные зерна, тогда как в зоне шва формируются крупные столбчатые кристаллы. В области термического влияния выявлены темные включения, в которых наблюдаются поры и трещины, обусловленные накоплением интерметаллидных фаз. Механические, коррозионные, дактилоскопические и фрактографические исследования подтверждают наличие указанных дефектов и их негативное влияние на эксплуатационные характеристики сварных соединений.



Микроструктура сварного соединения алюминиевого сплава АМц

Заключение. Для выявления мельчайших структурных дефектов в зоне лазерной сварки сплава АМц применяется метод цветного травления, который позволяет визуализировать и устанавливать взаимосвязь между различными структурными элементами сварного соединения. Данный метод контроля качества способствует более точному обнаружению дефектов, а благодаря высокой чувствительности он играет особенно важную роль в аэрокосмической промышленности, где требования к прочности, надежности и безопасности конструкций являются особенно строгими. В рамках дальнейших исследований планируется разработка оптимальных травителей и их сочетаний, а также проведение количественного анализа изображений с использованием методов цифровой обработки.

Список источников

- [1] Алешин Н.П., Гребешова Л.И. *Лазерная сварка металлов и сплавов*. Москва, Машиностроение, 2018, 328 с.
- [2] Вологжанина С.А., Фридляндер И.Н. *Металлография легких сплавов*. Москва, Metallurgia, 2019, 256 с.
- [3] Рыжова Е.Б., Туманов А.С. Цветное травление в металлографических исследованиях. Заводская лаборатория. *Диагностика материалов*, 2022, т. 88, № 3, с. 45–52.