

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

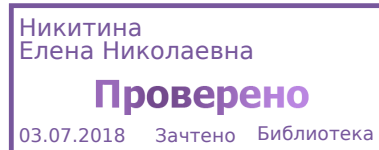
Томченко Александра Максимовна

**Структурная неоднородность сварного шва, полученная лазерным  
излучением**

Направление подготовки  
22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

АВТОРЕФЕРАТ  
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

2018



Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре  
государственный университет»

Научный руководитель

доктор технических наук,  
доцент Ким Владимир Алексеевич

Рецензент

кандидат технических наук,  
Матвеевко Дмитрий Викторович

Защита состоится «\_\_\_» июня 2017 года в \_\_\_ часов \_\_\_ мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» в Комсомольском-на-Амуре государственном техническом университете по адресу: 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. ...

Автореферат разослан \_\_\_ июня 2018 г.

Секретарь ГЭК

Белова Инна Валерьевна

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

Анализ особенностей конструкций из сплава АМг2 и требований, предъявляемых к ним, показал, что наиболее эффективным способом получения неразъемных соединений малых толщин является использование лазерной сварки.

Для сварных соединений характерно различие механических свойств и микроструктуры металла в разных участках, соизмеримых с размерами соединения, называемое механической и структурной микронеоднородностью. Особенностью соединений, выполненных сваркой плавлением, является наличие зон с различными механическими свойствами и микроструктурой. К шву примыкает ряд зон, свойства и протяженность которых зависят от исходного структурного состояния, теплового режима сварки, длительности пребывания металла при высоких температурах и скорости его охлаждения.

### **Цель исследования**

С помощью метода микроскопического исследования строения и качества сплавов по шлифам и изломам определить качество структурной неоднородности сварного шва, полученного лазерным излучением; измерение микротвёрдости сварного шва полученного лазерной

### **Задачи исследования:**

Оценка неоднородности сварного шва алюминиевого сплава АМг2, полученного после проведения лазерной обработки;

**Объектом исследования** является структурная неоднородность материала, после лазерной обработки.

**Предметом** исследований являются образцы алюминиевого сплава марки АМг2.

**Методы исследования** основаны на оценке микроскопического анализа. Испытания образцов проведены на лабораторной установке для определения микротвёрдости материала.

### **Новизна полученных результатов:**

- получен новый экспериментальный материал о структурной неоднородности в алюминиевом сплаве АМг2;
- получены данные микротвердости материала в различных областях сварного шва;

### **Достоверность и обоснованность результатов исследования.**

Достоверность полученных и представленных в диссертации результатов подтверждается использованием современных независимых, взаимодополняющих методов исследования, большим объемом непротиворечивых экспериментальных данных, согласованность с данными теоретических исследований. Анализ экспериментальных данных проведен с соблюдением критериев достоверности измерений.

### **Практическая значимость и ценность работы.**

Практическая значимость работы заключается в получении результата - изучения структурной неоднородности сварного шва, полученного лазерным излучением.

Ценность работы заключается в предложении новой методики оценки микроструктуры неоднородности сварного шва.

### **Личный вклад автора.**

Представленные в работе результаты получены лично автором или при его непосредственном участии.

Анализ литературных источников, экспериментальные исследования, а также обработка и анализ результатов экспериментов выполнены лично автором. Постановка задач исследований и обсуждение результатов проведено при непосредственном участии автора совместно с научным руководителем.

### **Основные положения, выносимые на защиту:**

На защиту выносятся следующие основные положения и результаты работы:

- экспериментальный материал о структурной неоднородности сварного шва алюминиевого сплава АМг2, полученного лазерным излучением;

### **Структура и объём магистерской диссертации.**

Диссертационная работа состоит из введения, трёх разделов, заключения и списка литературы. Общий объём работы составляет 71 страницу, включая 22 рисунка, 11 таблиц, список используемой литературы, состоящий из 18 наименований.

### **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** представлено обоснования актуальности темы диссертационной работы, изложены основные направления проведённых исследований, сформулированы цель и задачи исследований.

**В первом разделе** представлен обзор литературных данных, посвящённых особенностям лазерной сварки, рассмотрены основные характеристики лазерного воздействия, а также классификации лазеров и лазерной сварки.

**Во втором разделе** диссертационной работы описаны материалы, используемые при проведении исследований, методика проведения испытаний и анализа данных, а также оборудование используемое для проведения исследований.

Материалом являлся алюминиевый деформируемый сплав марки АМг2 по ОСТ 1 90048-90. Для проведения исследования были изготовлены плоские образцы в форме двойной лопатки с радиусной рабочей частью образцы типа Ш по ГОСТ 25.502-79. Испытания проводили на лабораторной лазерной установке LRS 300 для получения сварного шва. Испытания проводили при различных режимах.

**В третьем разделе** рассмотрена микроструктурная неоднородность сварного шва, полученного лазерным излучением.

Для процесса сварки были установлены следующие режимы лазерного излучения:

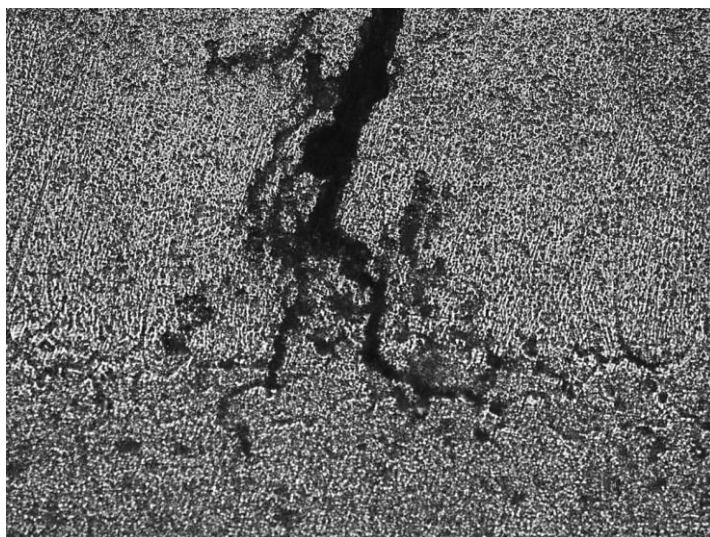
- энергия импульса (E, Дж);
- длительность импульса ( $\tau$ ,  $\text{мс} \cdot 10^{-3}$ );
- рабочее напряжение накачки (U, В);
- частота импульса (f, Гц);
- диаметр сфокусированного луча (d, см).

На основании данных установленных режимов были вычислены следующие данные:

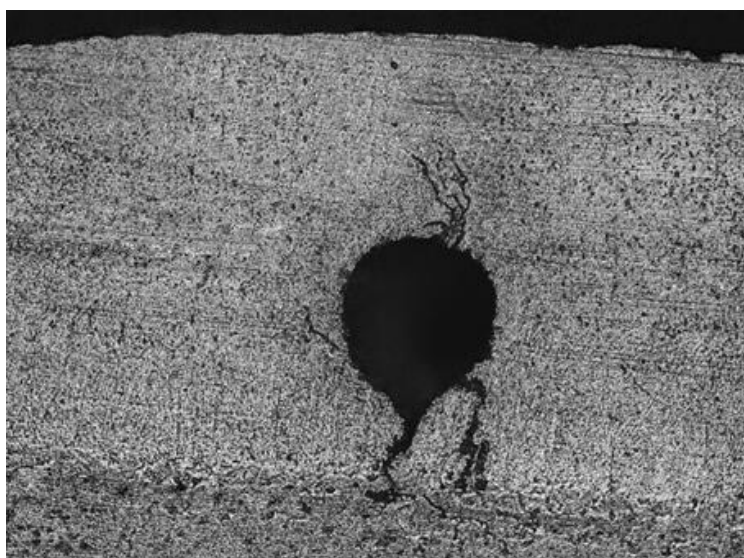
- плотность теплового потока (q, Вт);
- мощность излучения (W, Дж);
- удельная энергия (E, Дж);
- плотности мощности (B,  $\text{Вт}/\text{см}^2$ ).

Исходя из полученных данных следует, что образцы алюминиевого сплава АМг2, подвергнутые лазерной сварке, имеют структурные неоднородности. Сформировавшиеся интерметаллиды:  $\beta$  - фаза ( $\text{Al}_3\text{Mg}_2$ ),  $\text{Al}_6\text{Mn}$ ,  $\text{Mg}_2\text{Si}$ ,  $\text{AlFeSiMn}$ ,  $\text{Al}_x\text{Si}_y\text{Na}_2$  и другие сложные соединения алюминия с легирующими элементами. Кроме этого, в структуре заметны включения нерастворимых фаз, как правило, содержащих железо и кремний.

В доказательство приведен пример подтверждающий данные наблюдение. Образец, представленный на рисунке 1 с удельным напряжением 165,6 Дж. Образец, представленный на рисунке 2 с удельным напряжением 128,8 Дж. Образец, представленном на рисунке 3, с удельным напряжением 86 Дж.



**Рисунок 3.5 – Микроструктура при  $E = 165,6$ , увеличение  $\times 400$**



**Рисунок 2 – Микроструктура АМг2 при  $E = 108,28$ , увеличение  $\times 200$**



**Рисунок 3 – Микроструктура АМг2 при  $E = 86$ , увеличение  $\times 400$**

## Заклучение

Лазерная сварка отличается высокой производительностью, низкой трудоемкостью, высоким качеством сварного соединения, если соблюдены требуемые технологические параметры, и минимальным нагревом деталей, обеспечивающим минимальную деформацию. Основным недостатком лазерной сварки следует считать чувствительность к параметрам защитной атмосферы, которая обуславливает качество сварного шва.

Структура сварного шва сплава АМг2, полученного лазерной сваркой, имеет зонное строение. К центральной зоне, состоящей из разориентированных кристаллитов, примыкает зона перехода к основному металлу, структура, которой представляет собой дендриты, вытянутые от линии сплавления в направлении центра шва. Кроме того, из-за термопластического эффекта на участке основного металла, примыкающего к шву, образуется зона термического влияния с отличной от основного металла структурой.

Исследование структуры шва выявило особую слоистую структуру сплава АМг2, которая состоит из рекристаллизованных зерен. Независимость этой структуры от исходного состояния свидетельствуют о самоорганизации микроструктуры области жидкой фазы, в формировании которой определяющими являются температура и пластическая деформация. Экспериментально установлено, что при нарушении температурно-временных параметров на границе сварного шва и основного металла локализуются дефекты в виде несплошностей, образование которых вызвано несовместностью деформации металла шва и прилегающего к нему основного материала. Показано, что механизм разрушения сварного соединения определяется наличием дефектов, которые снижают эффективное сечение сварного соединения.