

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

На правах рукописи

Матарыкина Снежана Сергеевна

**Модификация поверхностных структур углеродистых
и легированных сталей импульсным лазерным воздействием**

Направление подготовки
22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Никитина
Елена Николаевна
Проверено
02.07.2020 Зачтено Библиотека

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Лазерные технологии, в том числе, лазерные технологии поверхностной обработки материалов, развиваются более 50 лет, практически со дня создания лазеров [1-8]. Во время действия лазерного импульса (ЛИ) энергия излучения сначала поглощается электронами в области проникновения излучения в вещество, затем за счет теплопроводности передается вглубь материала и в решетку посредством электрон-фононного взаимодействия. При достаточно высоких интенсивностях лазерного излучения в материалах могут наблюдаться структурные и фазовые изменения. Диапазон интенсивностей в лазерной технологии очень широк от 10^4 до 10^{14} Вт/см² и определяется параметрами материала и технологическим процессом. Соответственно широк диапазон длительностей лазерных импульсов: от миллисекунд – до фемтосекунд. Выбор режима определяет вид технологической обработки. В данной работе применяется лазерное упрочнение поверхности с фазовым переходом при плотности мощности $10^4 \dots 10^6$ Вт/см². Развитие лазерной техники открывает все новые возможности для существующих лазерных технологий и выдвигает на первый план новые технологии импульсной лазерной обработки. На каждом этапе появления новых технологий возникают ключевые вопросы, требующие исследования. Кроме того, интенсивный рост внедрения методов поверхностной лазерной обработки материалов в производство делает все более актуальной проблему оптимизации режимов лазерного воздействия. Оптимизация включает в себя выбор для каждого конкретного материала способа лазерного воздействия и параметров лазерного импульса с целью контролируемого и воспроизводимого получения структуры с требуемыми физическими и механическими свойствами. Решение указанных задач выдвигает на первый план изучение особенностей фазовых и структурных превращений в материалах при лазерном воздействии.

Диссертационная работа, посвященная теоретическому исследованию фазовых и структурных превращений в материалах при обработке их ЛИ, опреде-

лению технологических характеристик и оптимальных параметров лазерного воздействия, является актуальной как с научной, так и с практической точек зрения.

Целью магистерской диссертации является модификация поверхностных структур углеродистых и легированных сталей импульсным лазерным воздействием.

В соответствии с поставленной целью в работе решаются следующие основные задачи:

1. Рассмотреть направление современной лазерной техники – лазерная обработка (ЛО) материалов.
2. Подготовить образцы и осуществить лазерную обработку на различных режимах излучения.
3. Провести микроструктурный анализ обработанных поверхностей: металлографический анализ, определение микротвердости, расчет количественных характеристик микроструктур.
4. Построить графики зависимости.

Объектом исследования в данной работе выступает процесс лазерной закалки материалов.

Предметом является исследование обработанных поверхностей и оптимизация режимов импульсным лазерным воздействием.

Научная новизна результатов исследований заключается в

– разработке алгоритма проведения испытаний материала, с использованием различных режимов лазерного излучения, приводящие к результату исследований поверхностных структур;

– проведения полного объема необходимых исследований поверхностных структур углеродистых и легированных сталей при лазерном упрочнении (металлографический анализ, определение микротвердости, расчет количественных характеристик микроструктур).

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения и списка литературы. Объем диссертации составляет 74 страниц, включая 35 рисунков и 6 таблиц. Список литературы включает 15 источников.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулирована цель исследований и указаны направления и объем работ, необходимые для достижения выбранной цели.

В первой главе диссертации приводится анализ литературных данных по состоянию изучаемой темы. Рассмотрено образование диссипативных структур в неравновесных условиях при лазерном воздействии, проведены основные теоретические сведения, описывающие структурные изменения материалов при лазерной обработке в сталях и механизмы упрочнения материалов.

Во второй главе дается описание исследуемых материалов, приведена полная последовательность технологических операций при проведении исследования данных материалов, и методика металлографического анализа при помощи специальной программы Image.Pro.Plus.5.1, для того что бы получить количественные характеристики структуры поликристаллического материала.

В третьей главе представлены основные экспериментальные данные. Полученные данные сравнены с исходными материалами. Описаны микроструктуры обработанных поверхностей сталей, которые получены после лазерной закалки и различаются дисперсностью и формой зерен. Показано распределение микротвердости по глубине зоны в поверхностном слое материала, упрочненных лазерной обработкой на некоторых режимах. Получены количественные характеристики структуры поликристаллического материала, предварительно обработанные фотографии с помощью программы Image.Pro.Plus.5.1. Рассчитаны количественные характеристики микроструктур и построены относительно их графики распределения.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Лазерная обработка является эффективным методом упрочнения углеродистых и легированных сталей, повышающих микротвердость более чем в два раза.

2. С повышением плотности мощности, удельной энергии лазерного излучения, упрочнение сформированной микроструктуры носит экстремальный характер, независимо от состояния исходного материала, жидкофазного или твердофазного состояния, поэтому микротвердость меняется по экстремальной зависимости, достигая максимума при определенной величине, и связано с тем, что при упрочнении у нас взаимодействуют два конкурирующих процесса, определяющие развитие дефектов кристаллического строения при тепловом импульсном воздействии и уничтожении дефектов кристаллического строения, процессам отпуска и отжига упрочненных сталей и сплавов.

3. При лазерной обработке поверхностная микроструктура образуются в неравновесных условиях взаимодействия материала с высококонцентрированным потоком энергии и развивается по синергетическому алгоритму, которая по всем признакам относится к категории диссипативных структур.

Количественной оценкой неравновесности и диссипативной активности поверхностных структур является средняя плотность границ микроструктурных объектов, характеризующая проводимость каналов диффузионного массопереноса и потенциальных барьеров для торможения носителей деформации при механическом нагружении материала.

Между средней плотностью границ, относительной плотностью «темных» микроструктурных объектов и микротвердостью поверхностного слоя, сформированного лазерным упрочнением, имеет место прямопропорциональная зависимость.

4. При лазерной обработке, в независимости от материала, выделяются три основные структурные области: ЗРФ, ЗТВ и исходная структура.

Список публикаций по теме диссертации

1. Ким В.А., Матарыкина А.С., Матарыкина С.С., Назаренко Л.О. Лазерное упрочнение углеродистой стали У10 / *Металловедение и термообработка материала*. 2018. 11 с.