

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

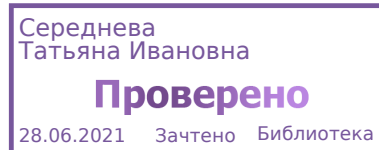
На правах рукописи

Худякова Вилена Александровна

Структурная организация поверхностных слоев
модифицируемых лазерной обработкой
легированных сталей

Направление 22.04.01 – «Материаловедение и технология материалов»

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ



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

Научный руководитель

Физулаков Роман Анатольевич
кандидат технических наук, доцент
кафедры «Материаловедение и
технологии новых материалов»

Защита состоится «__25__» июня 2021 года в ____ часов ____ мин
на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению
подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»
в Комсомольском-на-Амуре государственном техническом университете
по адресу: 681013, г. Комсомольск-наАмуре, пр. Ленина, 27, ауд.

Автореферат разослан _____ 2021 г.

Секретарь ГЭК

Бурдасова Александра Александровна

Лазерное упрочнение поверхности определяется как тепловая энергия от лазерного луча, который непосредственно нагревает поверхность детали за очень короткий промежуток времени без плавления рабочего материала. Подвод тепла к поверхности детали является причиной создания прочной и мелкозернистой структуры на закаленной поверхности. Риск образования трещин очень низок из-за процесса самозатухания. Лазерное плавление поверхности нагревается до точки плавления с помощью мощного лазерного луча и быстро затвердевает.

Лазерное поверхностное упрочнение - один из наиболее широко используемых процессов поверхностного упрочнения, который может применяться практически ко всему спектру металлических материалов в современных приложениях.

Целью работы является повышение износостойкости конструкционных легированных сталей с помощью лазерной обработки. Для достижения обозначенной цели в диссертации необходимо решить **следующие задачи:**

- а) рассмотреть физические процессы при лазерной обработке поверхности из сталей;
- б) исследование изменения микротвердости сталей по глубине от поверхности лазерной обработки;
- в) провести анализ структурных изменений при упрочнении поверхности лазерным излучением;
- г) установить возможность повышения износостойкости с помощью лазерной поверхностной обработки.

Научная новизна: выполнен анализ структурных превращений при лазерном упрочнении. Лазерное упрочнение является важной темой в современном мире. Особенно ее значимость проявляется на промышленных предприятиях, где используется оборудование, металлические конструкции, техника, транспорт и инструментарий.

Таки образом, учитывая все вышеизложенное, актуально искать новые пути повышения эффективности применения лазерной энергии,

чтобы получить модифицированные упрочненные слои на поверхности сталей. Все это обеспечит качество свойств деталей машин.

Объект и предмет исследования

Объектами исследования являются конструкционные стали марки 12X17, Ст3, Ст20, 12X18Н10Т. Предметом исследования является анализ физических процессов свойств материалов.

Методы исследования

Выполнение научных исследований проводилось на основе экспериментов с использованием лазерного технологического комплекса «BYSTAR 3015», а так же результатов металлографического анализа.

Научная новизна работы: после проведения эксперимента получены структурные изменения в материале; установлена взаимосвязь структурных изменений при лазерной обработки.

Практическая значимость работы заключается в получении данных результата об изменении структуры, твердости исследуемого материала при лазерном упрочнении.

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. Приготовление металлографических шлифов, электронно-микроскопические исследования, работы на микротвердомере проведены автором. Постановка задач исследований и обсуждение результатов проведено при непосредственном участии автора совместно с научным руководителем.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы и определены основные направления исследования (цель, задачи).

В первой главе приведен аналитический обзор литературных источников, касающихся взаимодействия лазерного излучения с металлами, структурных изменений при лазерном воздействии конструкционных легированных сталей, а также анализ неравновесных процессов при лазерной обработке.

Во второй главе приведены описания методик таких как: приготовление металлографического шлифа, работа на микроскопе и микротвердомере, лазерный технологический комплекс «BYSTAR 3015».

В третьей главе приведены результаты исследований и описание исследуемых образцов.

В качестве исследуемых образцов использовались конструкционные стали марок 12X17, Ст3, Ст20, 12X18Н10Т. Такой выбор обосновывается тем, что является одним из наиболее востребованных материалов, используемых во многих отраслях: производственные нужды, промышленность, строительство, машино- и приборостроение и прочее.

12X17 – конструкционная легированная сталь, с содержанием 16-18 % Cr и не более 0,12 % C.

Основная структура стали 12X17 является феррит, (рисунки 1 и 2)



Рисунок 1 - Структура стали 12X17 при увеличении x400



Рисунок 2 - Структура стали 12X17 при увеличении x1000

Феррит – твердый раствор внедрения углерода в альфа-железе. Альфа-железо имеет ОЦК структуру, которая стабильна до 911 °С. Наибольшая растворимость углерода в альфа-железе – 0,02 % при 727 °С. Со снижением температуры уменьшается растворимость углерода, также при комнатной температуре она составляет 0,005 % по массе. Под микроскопом феррит имеет вид светлых зерен неправильной, в большей степени округлой формы с тонкими, темными границами. Цвет зерен может быть неоднородным: одни светлого цвета, другие темного. Это объясняется различной кристаллографической ориентировкой осей зерен к плоскости шлифа, в результате чего они по-разному травятся.

На рисунках 3 и 4 изображена структура стали 12X17 после лазерного воздействия.



Рисунок 3 – Структура стали 12Х17 после лазерного воздействия при увеличении $\times 200$



Рисунок 4 – Структура стали 12Х17 после лазерного воздействия при увеличении $\times 400$

Из рисунка 3 и 4 наблюдается мартенситная структура в зоне лазерного воздействия.

Ст20 – конструкционная углеродистая качественная сталь, содержащая до 0,20 % углерода, до 0,35 % кремния, и не более 0,64 % марганца. Структура стали состоит из зернистого перлита (рисунок 5).



Рисунок 5 – Структура стали марки Ст20 при увеличении $\times 400$

На рисунке 6 представлена структура стали Ст20 после лазерного воздействия. Зона термического влияния состоит из мартенситной структуры.



Рисунок 6 – Структура стали Ст20 после лазерного воздействия при увеличении $\times 200$

Перлит (П) – механическая смесь феррита и цементита, содержащая 0,8 % углерода. Перлит образуется из аустенита при охлаждении его до температуры ниже $727\text{ }^{\circ}\text{C}$. Таким образом, перлит является эвтектоидом.

Перлит может быть пластинчатым и зернистым (глобулярным), что зависит от формы цементита и определяет механические свойства перлита

Ст3пс – углеродистая сталь обыкновенного качества, полуспокойная, содержащая углерод до 0,22 %, кремния до 0,17 %, марганца до 0,65 %.

На рисунке 7 представлена основная структура стали марки Ст3 (феррито-перлитная).

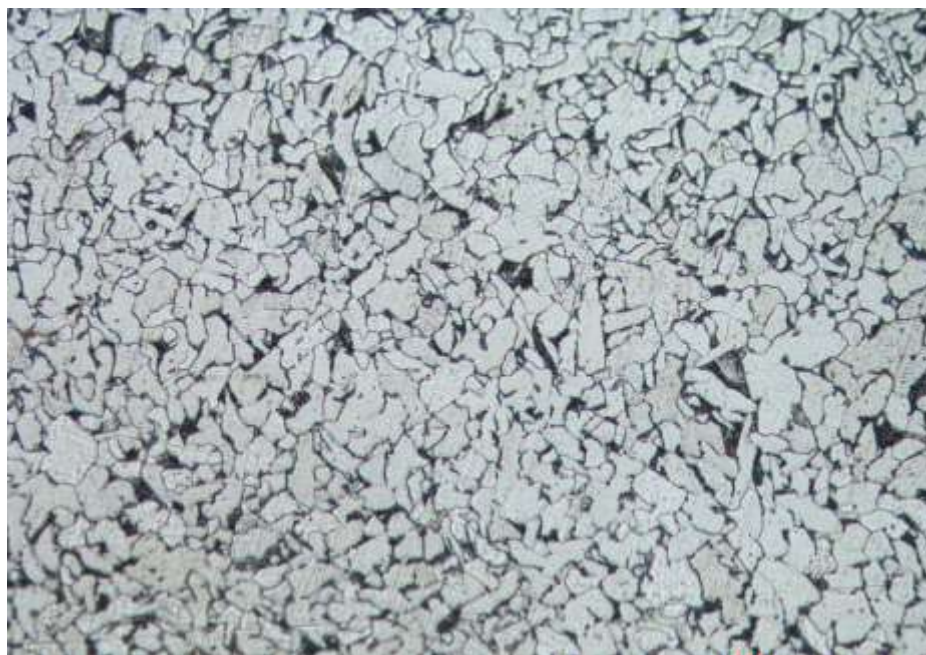


Рисунок 7 – Структура стали Ст3пс при увеличении x400

На рисунке 8 представлена структура стали Ст3пс после лазерного воздействия. Зона термического влияния состоит из мартенситной структуры, имеется остаточный аустенит.



Рисунок 8 – Структура стали Ст3пс после лазерного воздействия при увеличении x400

12X18H10T – сталь конструкционная высоколегированная, коррозионно-стойкая, жаропрочная, содержащая 0,12 % углерода, 18 % хрома, 10 % никеля, до 1,5 %.

На рисунках 9, 10 представлена основная структура стали (аустенитного класса) и структура после лазерного воздействия.



Рисунок 9 – Структура стали 12X18H10T при увеличении x400



Рисунок 10 – Структура стали 12X18H10T после лазерного воздействия при увеличении x400

На рисунке 10 наблюдается мартенситная структура в зоне лазерного воздействия.

На рисунке 11 представлен график измерения микротвердости по глубине образца стали 12X17 со стороны зоны лазерного воздействия.

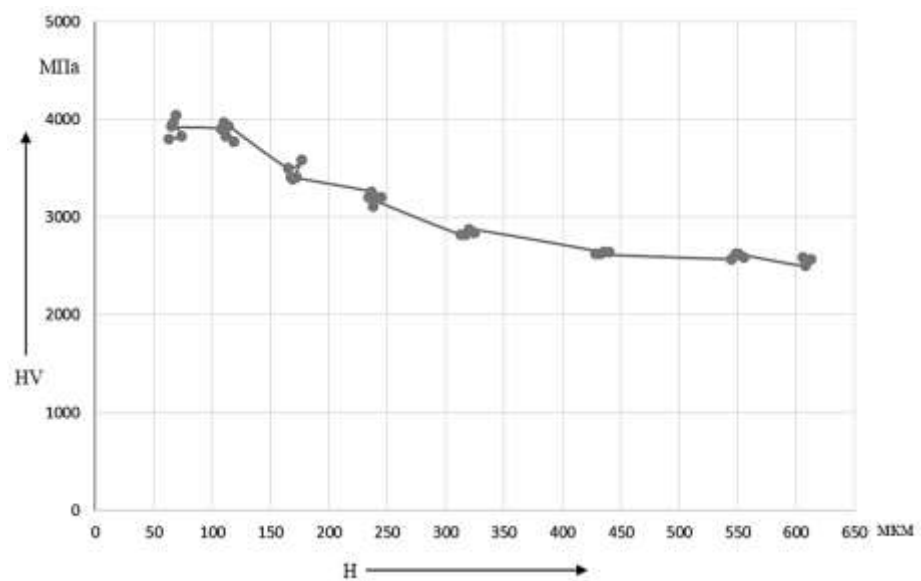


Рисунок 3.11 – Распределение микротвердости в поверхностном слое стали после лазерного воздействия

На рисунке 3.11 видно, что по мере удаления от границы реза (лазерного воздействия) понижается твердость стали. Максимальная микротвердость имеет место в зоне термического влияния в области закалочных структур.

Повышенная величина микротвердости характеризуется $HV = 3870 \dots 3900$ МПа на глубине от 50 до 120 мкм, на глубине от 120 до 420 мкм происходит понижение твердости, которая составляет от 3900 до 2600 МПа. На расстоянии от 420 мкм наблюдается микротвердость основной структуры.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

В данной работе была поставлена цель – повышение износостойкости конструкционных легированных сталей с помощью лазерной обработки.

Для достижения обозначенной цели были решены следующие задачи: рассмотрены физические процессы при лазерной обработке поверхности сталей; проанализированы очаги структуры лазерного воздействия; определены распределения микротвердости; установлена возможность износостойкости с помощью лазерной поверхностной обработки.

Лазерное упрочнение представляет собой процесс термообработки, используемый для повышения прочности и долговечности поверхностей компонентов. По сравнению с традиционными методами, лазерное упрочнение предлагает ряд преимуществ, таких как меньший риск деформации и растрескивания, большая точность и аккуратность, а также более широкая пригодность материала. Эти характеристики делают его пригодным для обработки различных деталей и изделий.

Лазерное поверхностное упрочнение - один из наиболее широко используемых процессов поверхностного упрочнения, который может применяться практически ко всему спектру металлических материалов в современных приложениях. Применение поверхностного упрочнения позволяет существенно повысить работоспособность деталей.

Таким образом, лазерная обработка это прогрессивный технологический метод оптимизации характеристик деталей.