

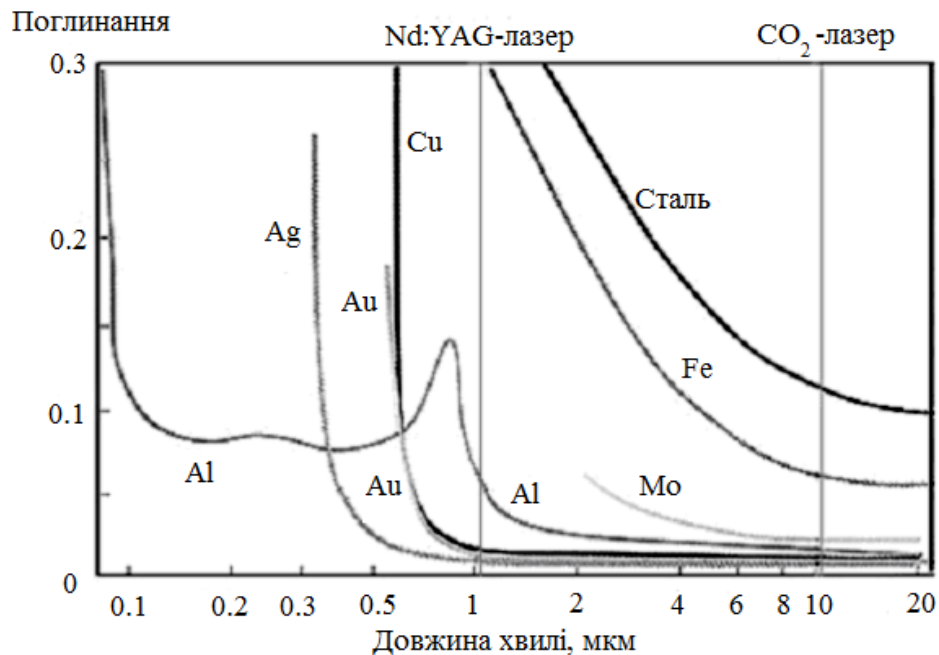
ЛАЗЕРНЕ ГАРТУВАННЯ УФ-ВИПРОМІНЮВАННЯМ

Лазерні технології останнім часом знаходять все більш широке застосування в промисловості, тому що розвиток сучасного виробництва обумовлює зростаюче впровадження наукоємних технологій. Використання лазерної обробки матеріалів дозволяє забезпечити високу якість одержуваних виробів, задану продуктивність процесів, екологічну чистоту, а також економію людських і матеріальних ресурсів. Незважаючи на значні успіхи в практичному застосуванні лазерних технологій, до недавнього часу лазерний промінь недостатньо широко використовувався для локального зміцнення матеріалу, хоча можливість реалізації такого процесу була показана ще в перших технологічних дослідженнях при вивченні явищ взаємодії випромінювання оптичних квантових генераторів (ОКГ) з металами та сплавами. В результаті використання лазерного променя для зміцнення матеріалів з'являється можливість внесення докорінних змін в технологію виготовлення виробів. При такому способі зміцнення можна змінити властивості різних ділянок деталі, виготовленої з порівняно недорогого конструкційного матеріалу, і отримати сплави з унікальними характеристиками міцності, зносостійкості і корозійної стійкості [1, 2].

Метою даної роботи є експериментальне дослідження можливості гартування сталей різних марок за допомогою УФ-лазеру малої потужності.

Більшість лазерних технологій засновані на тепловій дії випромінювання. При падінні променя лазерного випромінювання на поверхню матеріалу частина випромінювання відбивається від неї, а частина проходить вглиб матеріалу, поглинаючись в ньому. Відбивна здатність металів зменшується зі зменшенням довжини хвилі (рис. 1), тому ефективність нагріву металів збільшується при використанні лазера з меншою довжиною хвилі. Отже, обробка металів з використанням Nd:YAG-лазера або Nd:YVO₄-лазера, що мають довжину хвилі $\lambda = 1,06$ мкм, більш ефективна в порівнянні з обробкою CO₂-лазером, що має довжину хвилі $\lambda = 10,6$ мкм [2]. Використання випромінювання з іще меншою довжиною хвилі, наприклад, УФ, обмежується малою потужністю УФ-лазерів або їх високою вартістю [3].

На поглинальну здатність A значною мірою впливає шорсткість опромінюваної поверхні. Поверхні з низькою шорсткістю ($R_a = 0,05$ мкм) особливо сильно відбивають лазерне випромінювання ($A < 0,7$).



Довжина хвилі $\lambda = 0,355$ мкм забезпечується за рахунок генерації третьої гармоніки, котра реалізується як каскадний процес. Частотне потроєння – це процес нелінійного перетворення частоти, де отримана оптична частота в три рази перевищує частоту вхідного лазерного променя. Пучок світла першої гармоніки з довжиною хвилі $\lambda = 1,064$ мкм направляється на нелінійний кристал, в якому відбувається генерація другої гармоніки з метою подвоєння частоти вихідного випромінювання до довжини хвилі $\lambda = 532$ нм (що відповідає зеленій області спектра) шляхом включення в схему нелінійного кристалу літієвого триборату. Кристали літієвого триборату фізично і хімічно інертні, мають високу нелінійно-оптичну ефективність. Ці нелінійні кристали найбільш часто вживаються для подвоєння частоти випромінювання твердотільних лазерів. Після генерації другої гармоніки відбувається генерація третьої гармоніки шляхом складання двох частот у другому нелінійному кристалі.

Матеріалами досліджень були обрані вуглецеві сталі з різним вмістом вуглецю: сталь 20, сталь 45 (сталь вуглецева якісна, ГОСТ 1050-74), сталь У12 (сталь інструментальна вуглецева, ГОСТ 1435-74), сталь ШХ15 (сталь конструкційна підшипникова, ГОСТ 891-78), а також сталь 12Х18Н10Т (сталь корозійно-стійка, криогенна, ГОСТ 5632-72). Дослідження проводились на сталях після стандартної термічної обробки: нормалізації для сталі 20, поліпшення (гартування + високий відпуск) для сталі 45 і гартування з низьким відпуском для сталей У12 та ШХ15.

Як параметр контролю властивостей зміцненого шару була обрана мікротвердість, що характеризує здатність матеріалу чинити опір втискуванню більш твердого тіла (індентора). Випробування мікротвердості найчастіше проводять на приладі ПМТ-3 шляхом вдавнення стандартної 136-градусної алмазної піраміди з квадратною основою і навантаженнями 100 г.

При використанні лазерів малої потужності обробку проводять в імпульсному режимі. На операціях різання та гравіювання лазерний промінь може проходити по одній ділянці декілька (до чотирьох) разів за складною траєкторією. Об'єм матеріалу, що нагрівається, при цьому може бути значно більший, а швидкість охолодження менша. Для лазерного гартування такі режими неприйнятні. При гартуванні потрібно зменшувати тривалість імпульсів, ретельно підбираючи частоту їх повторення, або використовувати багатоімпульсну обробку [5]. Як було показано, використання твердотільного лазера з довжиною випромінювання $\lambda = 1,06$ мкм дозволяє проводити гартування, але температура нагрівання поверхні все ж зависока, більша за температуру плавлення. Після лазерного впливу поверхня металу нерівна, шорсткість поверхні значно вища, ніж до обробки.

Незважаючи на значне зміцнення, така обробка не може бути запропонована для відповідальних деталей.

Дослідження зразків, оброблених в імпульсному режимі при середній потужності 5 Вт і швидкості сканування 25 мм/с показало, що оплавлення поверхні не відбувалось. Результати вимірювань мікротвердості наведені у табл.1.

Таблиця 1 – Мікротвердість різних сталей перед та після загартування

Марка сталі	Мікротвердість, МПа		
	У вихідному стані	Гартування ІЧ-випромінюванням, $\lambda = 1,06$ мкм	Гартування УФ-випромінюванням, $\lambda = 0,355$ мкм
Сталь 20	2100	5770	6350
Сталь 45	2700	8050	9200
Сталь У12	8150	11050	11280
Сталь ШХ15	7950	10200	10150

Таким чином, на основі проведених досліджень можна зробити висновок про можливість поверхневого зміцнення сталей малопотужними лазерами УФ-діапазону при використанні імпульсного режиму. Однак продуктивність такого процесу низька, що не дозволяє зміцнювати великі поверхні деталей. В цьому випадку перспективним є проведення подальших досліджень на інструментальних сталях з метою розробки режимів зміцнення робочих поверхонь хірургічних або вимірювальних інструментів.

Висновки:

1. Проведені дослідження показали можливість гартування УФ-лазером малої потужності (5 – 10 Вт) в імпульсному режимі обробки.

3. Показано, що використання лазера з довжиною хвилі $\lambda = 0,355$ мкм дозволяє проводити зміцнення без оплавлення поверхні. Обрано деталі для яких можна рекомендувати таку обробку.

Література:

1. Упрочнение и легирование деталей машин лучом лазера/ В.С. Коваленко, Л.Ф.Головко, В.С.Черненко.– К.: Техника, 1990. – 192с.

2. Основы лазерного термоупрочнения сплавов/ А.Г.Григорьянц, А.Н.Сафонов; Под ред. А.Г.Григорьянца.– М.: Высшая школа, 1988. – 159с.

3. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. В. П. Вейко, М. П. Либенсон, Г.Г. Червяков, Е.Б. Яковлев, М.: Физматлит, - 2008, 312с.

4. А.И.Федоров. Упрочнение металлов под воздействием УФ-излучения// Письма в ЖТФ, 1998. – т.24, №23. – С. 14 – 18.

5. Применение импульсных лазеров малой мощности для поверхностной закалки сталей. Ю.П. Мачехин, О.В. Афанасьева, Н.А. Лалазарова, Е.Г. Попова. Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сборник научных трудов.- Харьков, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.Жуковского «ХАИ», 2009. Вып.3 (59), с.97-101.

УДК 620.178.151.6

Целью настоящей работы является экспериментальное исследование возможности закалки сталей различных марок с помощью ультрафиолетового (УФ) лазера малой мощности. Лазерное упрочнение проводилось с использованием импульсного лазера мощностью 5 Вт. Исследования проводились на углеродистых сталях с разным содержанием углерода. Стали подвергали стандартной термической обработке. В качестве параметра контроля свойств упрочненного слоя была выбрана микротвердость. Была показана возможность упрочнения инструмента лазером малой мощности УФ-диапазона.

ИМПУЛЬСНОЕ ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, ЛАЗЕРНАЯ ЗАКАЛКА СТАЛИ, МОЩНОСТЬ ИЗЛУЧЕНИЯ, СКОРОСТЬ СКАНИРОВАНИЯ, ЧАСТОТА, МИКРОТВЕРДОСТЬ,

Табл. 1. Библиогр.: 5 назв.

Метою даної роботи експериментальне дослідження можливості гартування сталей різних марок за допомогою ультрафіолетового (УФ) лазера малої потужності. Лазерне зміцнення проводилось з використанням імпульсного лазера потужністю 5 Вт. Дослідження проводилися на вуглецевих сталях з різним вмістом вуглецю після стандартної термічної обробки. В якості параметру контролю якостей зміцненого шару було обрано микротвердість. Було показано можливість зміцнення інструменту лазером малої потужності УФ-діапазону.

ИМПУЛЬСНЕ ЛАЗЕРНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ, ЛАЗЕРНЕ ЗМІЦНЕННЯ СТАЛІ, ПОТУЖНІСТЬ ВИПРОМІНЮВАННЯ, ШВИДКІСТЬ СКАНУВАННЯ, ЧАСТОТА, МИКРОТВЕРДІСТЬ

Табл. 1. Бібліогр.: 5 назв.

The aim of this work is experimental study of the possibility of quenching steels of various brands with the help of a ultraviolet (UV) laser of low power. Laser hardening was carried out using a pulsed laser of 5

watts. The studies were carried out on carbon steels with different carbon contents. Steels subjected to standard heat treatment. The parameter controls the properties of the hardened layer was chosen microhardness. The possibility of hardening the instrument with a low-power UV laser was shown.

PULSED LASER RADIATION, LASER HARDENING OF STEEL,
RADIATION POWER, SCANNING SPEED, FREQUENCY, MODES,
THE MICROHARDNESS

Table. 1. Bibliogr.: 5 sources