

3. Олеиновая кислота. Свойства и применение олеиновой кислоты [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.umeks.ru/articles/oleinovaya-kislota-svoystva-i-primeneniye-oleinovo-y-kisloty/> (дата обращения 28.06.2023);

4. Эруциновая кислота [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.atamanchemicals.com/erucic-acid_u25887/?lang=RU (дата обращения 19.10.2023);

5. A.E. Salamianski, V.E. Agabekov // Tribological Properties of Composite Langmuir–Blodgett coatings of oleic acid with molybdenum disulfide nanoparticles // International Journal of Nanoscience – 2019 – Vol. 18, № 3 & 4 – P. 1940068-1 – 1940068-3.

УДК 669-155.4

М.Д. Гушин, Д.В. Остальцева, Е.А. Маринин, А.С. Погудина

Вятский государственный университет
Киров, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ПРОЦЕССА ИМПУЛЬСНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ НА ВЕЛИЧЕНУ ГЛУБИНЫ И ТВЕРДОСТИ МОДИФИЦИРОВАННОГО СЛОЯ

Аннотация. Одним из перспективных направлений повышения физико-механических свойств металлов является импульсное лазерное излучение. В статье представлены результаты лазерного упрочнения валов из коррозионностойкой стали 14X17H2.

M.D. Gushchin, D.V. Ostaltseva, E.A. Marinin, A.S. Pogudina

Vyatka State University
Kirov, Russia

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF THE INTENSITY OF THE PULSE LASER PROCESSING PROCESS ON THE VALUATION OF THE DEPTH AND HARDNESS OF THE MODIFIED LAYER

Abstract. One of the promising directions for improving the physical and mechanical properties of metals is pulsed laser radiation. The article presents the results of laser hardening of shafts made of corrosion-resistant steel 14X17H2.

Поиски и исследования инновационных методов обработки с целью повышения эксплуатационных свойств будущего изделия всегда

были актуальной задачей в машиностроении. Одним из таких перспективных методов является поверхностное термическое упрочнение при помощи импульсного лазерного излучения [1].

Главным преимуществом данного метода является возможность получения твердой износостойкой поверхности с сохранением вязкой сердцевины, что положительно сказывается на прочности детали. А также снижается вероятность возникновения коробления детали благодаря низким внутренним напряжениям, возникающим при поверхностном упрочнении импульсным лазерным излучением. Операции по лазерному модифицированию также могут использоваться в качестве окончательной обработки. При грамотно подобранных режимах улучшается шероховатость поверхности без изменения геометрии поверхностного слоя обрабатываемого материала [2,3].

Для проведения исследования в качестве упрочняемого образца использовался шестигранный вал из коррозионностойкой стали 14X17H2 с исходной твердостью 250 HV. Данный сплав обладает высокой прочностью и стойкостью к коррозионным воздействиям сплавов и используется для изготовления изделий, работающих в агрессивных средах. Экспериментальные исследования проводились на импульсном твердотельном лазере с ЧПУ TST-W200.

Для оценки процесса упрочнения поверхности были проведены измерения твердости и глубины упрочненного слоя при различных режимах. Измерение твердости по методу Виккерса было проведено с помощью автоматического твердомера ТВМ 1000. Величина глубины упрочненного слоя была получена в результате измерений микротвердости на микротвердомере ПМТ-3М.

После проведения экспериментальных исследований был произведен расчет интенсивности лазерного излучения для каждого режима. В большинстве случаев для этого используют плотность мощности W_p , Вт/м² [3], рассчитываемую по формуле 1, но данная величина характеризует только отдельно взятый импульс. Для расчета интенсивности импульсного лазерного излучения W_s использовалась формула 2 [4], которая, учитывая фактор времени, характеризует процесс импульсной лазерной обработки целиком.

$$W_p = \frac{E_u}{S_p \cdot \tau}, \text{ Вт/м}^2 \quad (1)$$

где E_u – энергия импульса, Дж;
 S_p – площадь пятна лазера, м²;
 τ – ширина импульса, с.

$$W_s = \frac{E_u \cdot n}{S_l \cdot t}, \text{ Дж/мм}^2 \cdot \text{с} \quad (2)$$

где n – количество импульсов на участке;
 t – длительность обработки участка, с;
 S_l – площадь участка единичной длины, мм².

В таблице 1 приведены параметры режимов лазерной обработки, результаты замеров глубины и твердости упрочненного слоя, а также значения интенсивности лазерного воздействия.

Таблица 1 – Результаты экспериментальных исследований

| № | Скорость обработки, мм/мин | Частота обработки, Гц | Сила тока, А | Ширина импульса, мс | Размер сварного пятна, мм | Твердость, HV | Глубина, мм | Ws, Дж/мм ² ·с |
|---|----------------------------|-----------------------|--------------|---------------------|---------------------------|---------------|-------------|---------------------------|
| 1 | 90 | 3 | 50 | 5 | 1 | 374 | 0.107 | 6.5 |
| 2 | 90 | 15 | 50 | 5 | 1 | 495 | 0.205 | 7.05 |
| 3 | 90 | 3 | 50 | 8 | 1 | 386 | 0.185 | 10.34 |
| 4 | 90 | 15 | 50 | 8 | 1 | 457 | 0.279 | 11.22 |
| 5 | 90 | 3 | 130 | 5 | 1 | 376 | 0.187 | 16.9 |
| 6 | 90 | 15 | 130 | 5 | 1 | 353 | 0.249 | 18.33 |
| 7 | 90 | 3 | 130 | 8 | 1 | 377 | 0.141 | 26.9 |
| 8 | 90 | 15 | 130 | 8 | 1 | 371 | 0.321 | 29.18 |

На основе анализа результатов опытов, представленных в таблице 1, отмечаем, что при режиме №1 глубина закаленного слоя наименьшая, а при режиме № 8 – наибольшая. Максимальная твердость заготовки получилась при режиме № 2, по сравнению с исходной твердостью, повысилась на 235 HV, минимально твердость получилась при режиме № 6, твердость повысилась всего на 103 HV.

На рис. 1 и 2 изображены графики зависимости, полученные в результате расчетов и анализа собранных данных.

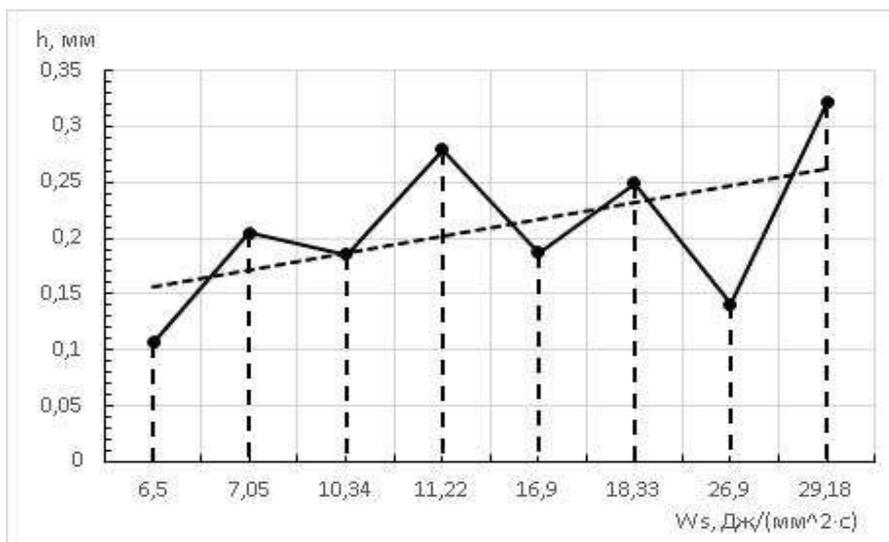


Рис. 1 – Графики зависимости глубины модифицированного слоя от интенсивности обработки

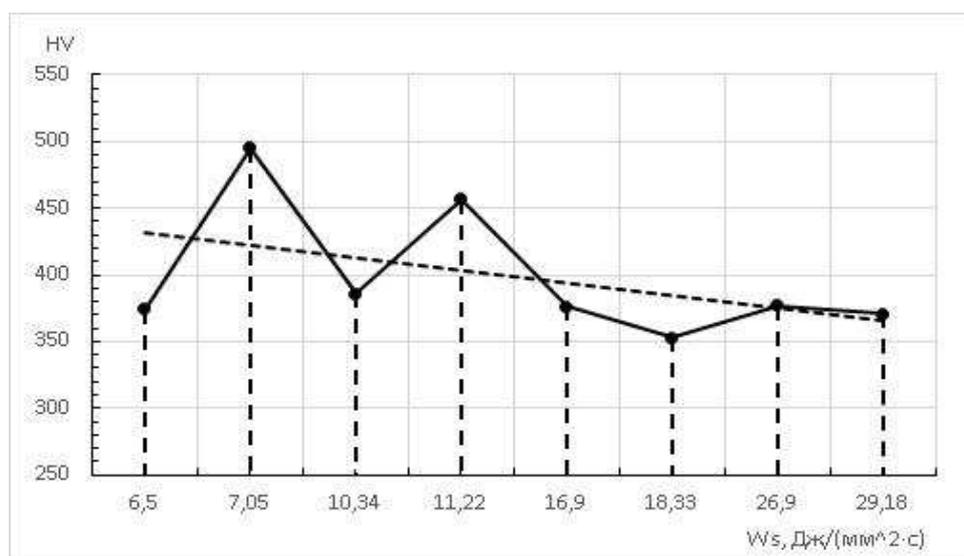


Рис. 2 – Графики зависимости твердости модифицированного слоя от интенсивности обработки

Проанализировав полученные графики, были сделаны следующие выводы:

1. С повышением интенсивности лазерного воздействия увеличивается глубина упрочненного слоя. Это связано с тем, что тепловая энергия, полученная за один импульс, не успевает полностью распределиться в материале детали до наступления следующего, в результате чего увеличивается глубина прогрева достаточная для фазовых превращений.

2. Твердость в результате повышения интенсивности обработки уменьшается, так как увеличивается количество тепла, отводимого из

обрабатываемой зоны в ранее обработанную, в результате чего повышается степень отпуска.

Список использованных источников

1. Белый, А.В. Поверхностная упрочняющая обработка с применением концентрированных потоков энергии. - Мн., 1990. - 78с.
2. Sergeev D. G., Marinin E. A., Marinina N. I., Durseneva M. D. The choice of pulse laser radiation modes for hardening a metal cutting saw // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. 971(3). Q. 032024
3. Григорьянц, А. Г. Технологические процессы лазерной обработки: учебное пособие / А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров; под редакцией А. Г. Григорьянца. — Москва: МГТУ им. Баумана, 2006. — 664 с.
4. Гушин М. Д., Невиницына В. С., Остальцева Д. В., Погудина А. С., Маринин Е. А., Сергеев Д. Г. Формирование формулы и методики расчета интенсивности процесса лазерной обработки // Общество. Наука. Инновации. (НПК-2023): Сборник материалов XXIII Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, приуроченной к 60-летию ВятГУ. В 2-х томах, Киров, 12–22 июня 2023 года. Том 2. – Киров: Вятский государственный университет, 2023. – С. 111-115.

УДК 631.841.7

Н.И. Артюхов, О.Б. Дормешкин, О.Г. Барашко
Белорусский государственный технологический университет
Минск, Беларусь

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ПРИЛЛИРОВАННОГО КАРБАМИДА

Аннотация. Раскрывается проблема сохранения качества продукции, выпускаемой промышленными предприятиями. Установлено, что для повышения прочности карбамида на большинстве промышленных предприятий используется КФК-85. Предложена альтернативная модифицирующая добавка на основе магния. Полученные результаты лабораторных исследований позволяют рекомендовать ее для проведения опытно-промышленных испытаний на действующих производствах.