

УДК 669-155.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМОВ ЛАЗЕРНОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ НА ТВЕРДОСТЬ И ГЛУБИНУ ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ

Гущин Максим Дмитриевич⁽¹⁾, Остальцева Дарья Владимировна⁽²⁾, Маринин Евгений Анатольевич⁽³⁾

*Студент 4 курса⁽¹⁾, инженер⁽²⁾, к.т.н. доцент⁽³⁾
кафедра «Информационных технологий в машиностроении»⁽¹⁾
кафедра «Технологии машиностроения»⁽²⁾⁽³⁾
Вятский государственный университет*

*Научный руководитель: Е. А. Маринин,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии машиностроения»*

Увеличение ресурса работы режущего инструмента путем повышения его износостойкости по-прежнему остается актуальной задачей. В особенности стоит отметить ленточные пилы, для которых важна твердость и износостойкость поверхностного слоя при сохранении вязкой сердцевины для прочности при изгибе или ударных нагрузках в процессе резания[1].

Исследование импульсного лазерного модифицирования остаётся актуальной задачей благодаря тому, что данный вид обработки позволяет увеличить дисперсность материала, уменьшить коэффициент его трения и повысить твердость изделия[2].

Основной задачей в машиностроении является создание изделий с заданными параметрами[3]. Для выполнения данной задачи необходима разработка технологии термоупрочнения, включающая в себя поиск оптимальных режимов обработки при помощи лазерного воздействия. Таким образом, изучение влияния параметров лазерного излучения и их взаимного влияния на физико-механические параметры упрочняемой поверхности является актуальной задачей.

Для исследования влияния процесса лазерного модифицирования на физико-механические свойства ленточных пил из инструментальной стали 9ХС, с исходной твердостью 543 НV была проведена серия опытов на твердотельном лазере с ЧПУ TST-W200. В качестве постоянных параметров выбраны: скорость обработки v 120 мм/мин, ширина импульса 8,0 мс и лазерное пятно 2,0 мм. В качестве изменяемых факторов эксперимента были выбраны частота обработки f , Гц и величина тока накачки I , А. Для получения математических моделей в качестве откликов системы рассматривались глубина h мм модифицированного слоя и твердость НV поверхности зон лазерной закалки. Для проведения металлографического анализа образца пилы использовался прибор для микроскопических исследований - Neophot-32.

После экспериментов по стандартной методике изготавливались шлифы и производились трехкратные измерения глубины и твердости закаленных зон. Обработка результатов экспериментальных исследований проведена в программе STATISTICA.

В процессе статистической обработки данных были получены уравнения регрессии. По результатам анализа математических моделей исследований построены графики зависимости глубины и твердости зон закалки от изменения силы тока I и частоты следования импульсов f (рис. 1).

Уравнение регрессии для Толщины h упрочненного слоя имеет вид:

$$h = -0,362874 + 0,018924f + 0,004444I - 0,000011I^2,$$

Наиболее значимым фактором, определяющим глубину h зоны упрочнения, является Частота следования импульсов f (характеризует около 67 % изменчивости зависимой переменной).

Уравнение регрессии для Твердости HV упрочненного слоя имеет вид:

$$HV = 812,9504 - 8,6421f + 0,0001I^2 + 0,0001fI^2 - 0.0167f^2I$$

Единственным статистически значимым фактором, определяющим величину Твердость закаленной поверхности, является Частота следования импульсов f , который объясняет 86 % ее изменчивости

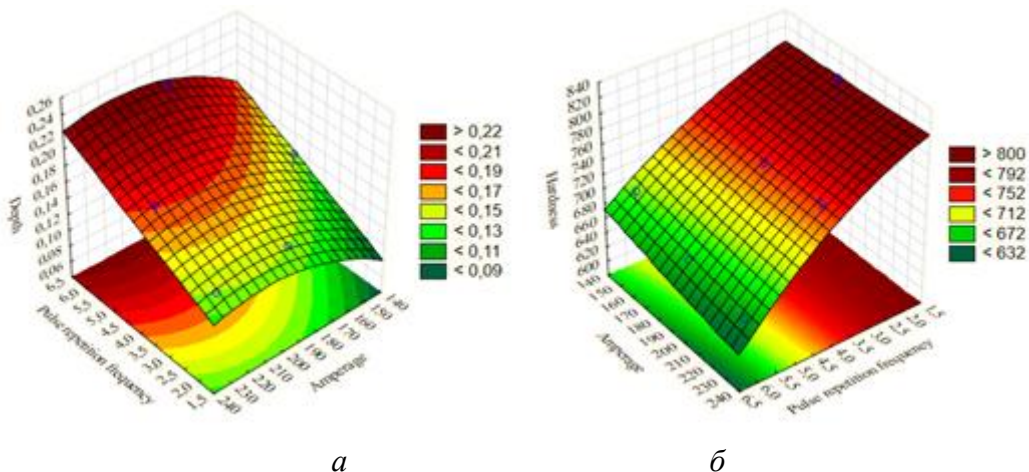


Рис. 1. Графики зависимостей: а – Глубина закалки h от Частоты следования импульсов f и Силы тока I ; б – Твердость поверхности HV от Частоты следования импульсов f и Силы тока I

Обобщив полученные данные, можно заключить, что определяющим фактором, оказывающим значительное влияние на параметры отклика, является Частота следования импульсов f при лазерном упрочнении. Уменьшение Частоты следования импульсов f при постоянных значениях остальных факторов приводит к увеличению Твердости HV закаленной поверхности и уменьшению Глубины h упрочненных зон. Также удалось повысить твердость пилы на 281 HV Максимальная глубина упрочненного слоя равная 0,236 мм.

Литература:

1. Пинахин И. А., Копченков В. Г. Влияние импульсной лазерной обработки твердосплавных режущих инструментов на эффективность обработки металлов резанием // Вестник ДГТУ. Ростов-н/Д., 2010. №8. С. 1235–1240.
2. Marinin E., Sergeev D., Marinina N. The capability of pulsed laser radiation for cutting band saws hardening // МАТЕС Web of Conferences. 2017. 129. P. 01013.
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.