

УДК 544.032.65

## ПОВЫШЕНИЕ ТВЕРДОСТИ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПУТЕМ ЛАЗЕРНОЙ МИКРООБРАБОТКИ

Егорова К.А. (Университет ИТМО), Горенский Ф.А. (Университет ИТМО)

Сидорова А.Д. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук. Синева Д.А.  
(Университет ИТМО)

**Введение.** Лазерная обработка материалов - быстро развивающаяся область с широким спектром применения, от микроэлектроники до медицины и аэрокосмической промышленности. Достоинством лазерной обработки является контролируемое изменение поверхностных свойств изделий, а широкий выбор лазерных источников позволяет обрабатывать различные материалы, например титан, сталь, алюминий, латунь и различные сплавы.

Одной из задач в производственной отрасли является необходимость повышения износостойкости материалов для минимизации времени простоя и затрат на техническое обслуживание. В настоящий период существуют различные методы функционализации поверхности [1,2], но помимо плюсов представленные методы имеют и недостатки, также совершенствуются и обрабатываемые материалы, поэтому продолжают поиски методов решения различных задач. Для большей эффективности имеет место лазерное структурирование с применением вспомогательных веществ [3,4]. В связи с этим лазерное структурирование под слоем графита является многообещающим методом улучшения поверхностных свойств металлов и демонстрирует потенциал такой обработки как инструмент для улучшения свойств металлов, предоставляя новые возможности для разработки передовых материалов с повышенной износостойкостью.

**Основная часть.** В настоящем проекте основными техническими критериями, определяющими количественные, качественные и стоимостные характеристики продукции являются: твердость, сплошность и равномерность нанесенного покрытия. Параметр твердости зависит от температуры и давления обработки, так как под воздействием лазерного излучения в приповерхностных слоях металла происходит термохимическая реакция между графитовым порошком и металлом, которая влияет на структурно-фазовые состояния металла. Соответственно, структурирование под слоем графитового порошка позволяет увеличить твердость сплавов, что в свою очередь, напрямую влияет на износостойкость. В то же время имеются данные, что получение твердофазных соединений методом аддитивной лазерной обработки может быть облегчено путем предварительной активации поверхности посредством окисления поверхностного слоя образца[5].

В настоящей работе проводится апробация ранее разработанной методики повышения твердости титана на стальных образцах разных марок и для сравнительного анализа на стальном образце с напыленным титановым слоем для увеличения функциональных свойств поверхности, и по необходимости, адаптирование лазерных параметров под новые условия задачи.

**Выводы.** В ходе проведенной экспериментальной работы были получены следующие основные результаты:

1. В настоящей работе было исследовано влияние режимов лазерного излучения на морфологические свойства поверхностного слоя металлического образца путем модификации под слоем вспомогательного вещества.
2. Предложенная методика повышения эффективности аддитивной обработки с графитовым порошком в зоне лазерного воздействия была апробирована на стальных образцах и продемонстрировала положительный результат изменения твердости

3. Разработанная и представленная в настоящем проекте методика представляет интерес для увеличения ресурса режущих и обрабатываемых инструментов.

Работы выполнены при финансовой поддержке научной подготовки бакалавров, магистрантов и аспирантов в рамках выполнения научно-исследовательских работ на базе Физико-технического мегафакультета Университета ИТМО (конкурс НИР МиА)

#### **Список использованных источников:**

1. P.H.S. Cardoso, C.L. Israel, M.B. da Silva, G.A. Klein, L. Soccol Effects of deep cryogenic treatment on microstructure, impact toughness and wear resistance of an AISI D6 tool steel // *Wear*. – 2020 – Vol.456–457. – №203382.
2. D.A. Lesyk, S. Martinez, B.N. Mordyuk, V.V. Dzhemelinskyi, A. Lamikiz, G.I. Prokopenko, M.O. Iefimov, K.E. Grinkevych Combining laser transformation hardening and ultrasonic impact strain hardening for enhanced wear resistance of AISI 1045 steel // *Wear*. – 2020. – Vol.462–463. - №203494.
3. Shifeng Liu, Yunzhe Li, Yan Wang, Yingkang Wei, Liangliang Zhang, Jianyong Wang High wear resistance WC-Co reinforced GCr15 bearing steel composite prepared via selective laser melting (SLM) // *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*. – 2022. – Vol.109. - №105988.
4. Ziyi Yang, Yongxin Jian, Zihan Chen, Hongjun Qi, Zhifu Huang, Guosheng Huang, Jiandong Xing Microstructure, hardness and slurry erosion-wear behaviors of high-speed laser cladding Stellite 6 coatings prepared by the inside-beam powder feeding method // *Journal of Materials Research and Technology*. – 2022. – Vol.19. – P.2596-2610.
5. Veiko VP, Andreeva Y, Van Cuong L, Lutoshina D, Polyakov D, Sinev D, Mikhailovskii V, Kolobov YR, Odintsova G. Laser paintbrush as a tool for modern art // *Optica*. – 2021. - Vol 85. – P.577-585.