

УДК 544.032.65

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕТОДИКИ ЛАЗЕРНОГО ПОВЫШЕНИЯ ТВЕРДОСТИ ТИТАНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Сидорова А.Д. (Университет ИТМО), Егорова К.А. (Университет ИТМО),

Розанов К.А. (Университет ИТМО) Горенский Ф.А. (Университет ИТМО)

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

Введение. Для увеличения времени эксплуатации рабочих поверхностей деталей и сокращения времени простоя и затрат на замену изношенных инструментов стоит задача по увеличению твердости. На сегодняшний день существует несколько способов повышения твердости, таких как химико-термическая обработка и поверхностная закалка. По сравнению с этими методами, применение лазерных технологий позволяет проводить гибкую и локальную термообработку, снизить стоимость техпроцесса обработки материалов, повысить производительность и экологичность. Но для выявления потенциала качества лазерной обработки, улучшения функциональных свойств формируемых поверхностей и обеспечения высокой производительности метода необходимо искать новые подходы осуществления обработки, с последующей апробацией полученных результатов в промышленных условиях. При работе над проектом по разработке методики повышения твердости поверхностного слоя титанового сплава локальным структурированием с использованием сжатого графитового порошка, ранее были получены значительные показатели твердости по Виккерсу вплоть до 2330 МПа для титана марки ВТ-1-0 толщиной порядка 0,5 мм, площадью обработки 9 мм². Однако однородность механических свойств для различных габаритов сформированных покрытий для данной методики до сих пор не была изучена.

Целью настоящего проекта стало исследование подходов к управлению изотропностью механических свойств масштабируемого функционального покрытия при формировании его на титане методом лазерной микрообработки поверхности под слоем графитового порошка, находящегося в сжатых условиях.

Основная часть. Настоящие исследования проводились на коммерчески доступной лазерной установке Минимаркер-2. Работа посвящена изучению характера изменения результатов обработки поверхности предварительно отшлифованных образцов из технического титана марки Ti6Al4V под слоем сжатого графита при изменении площади обработки от 0,3 мм до 1,5 мм и при изменении толщины от 0,5 мм до 3,3 мм. Измерение твердости производилось по методу Виккерса путем вдавливания алмазной пирамиды с углом при вершине в 136° с различной нагрузкой при помощи твердомера ПТМ-3М. Изучение отпечатков проводилось с помощью оптического микроскопа Carl Zeiss Axio Imager A1.m.

Исследование однородности распределения механических свойств при микроструктурировании различной площади проводилось на образцах из титана ВТ-1-0. После обработки шлифовальной бумагой различной зернистости (600 – 2500 Р) и формирования оксидной пленки были нанесены лазерным излучением квадратные структуры со сторонами от 0,3 мм до 1,5 мм под слоем графитового порошка 0,5 мм, находящемся в сжатых условиях. После проведения испытаний на твердость по всей обработанной площади пластин методом Виккерса при помощи твердомера ПТМ-3М была выявлена зависимость твердости при масштабировании площади структур на поверхностном слое титана. При этом для минимальной области обработки разность между максимальным и минимальным значением твердости в пределах одной структуры составила 27 НВ, в то время как при увеличении обрабатываемой области максимальная разность в твердости составляет 335 НВ. Дополнительно было проведено исследование однородности распределения механических свойств при микроструктурировании детали различной толщины. Подготовка образцов к нанесению графитовых структур идентичная описанной выше. После лазерного структурирования на поверхностном слое были сформированы структуры с различным

пространственным распределением механических свойств. Испытания на твердость обработанных зон методом Виккерса при помощи твердомера ПТМ-3М позволили выявить зависимость твердости при масштабировании толщины обрабатываемой детали.

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

- 1) Была выявлена зависимость уменьшения твердости при увеличении размера обработанной зоны на поверхностном слое титана. Предложена методика корректирования данной неравномерности.
- 2) Были получены значения микротвердости по Виккерсу для образцов разной толщины, что позволит усовершенствовать имеющуюся методику обработки титановых изделий

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. Проскуряков В. И., Родионов И. В., Новиков М. В. Сравнительный анализ лазерного упрочнения титановых и циркониевых образцов //ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЦЕССЫ. – 2019. – С. 224-228.
2. Badkar D. S. Experimental investigation on hardness properties of laser hardened bead profile of commercially pure titanium grade3 using Nd: YAG laser //Journal of Advanced Manufacturing Systems. – 2018. – Т. 17. – №. 03. – С. 291-316.
3. Seo D. M., Hwang T. W., Moon Y. H. Carbonitriding of Ti-6Al-4V alloy via laser irradiation of pure graphite powder in nitrogen environment //Surface and Coatings Technology. – 2019. – Т. 363. – С. 244-254.

Сидорова А. Д. (автор)

Подпись

Синев Д. А. (научный руководитель)

Подпись